



UNIVERSIDAD DE MURCIA

FACULTAD DE BELLAS ARTES

“Elaboración de pastas papeleras para uso artístico
a partir de hoja caduca de árboles frutales”

D. José Víctor Villalba Gómez

2014

TESIS DOCTORAL

Título:

“Elaboración de pastas papeleras para uso artístico a partir de hoja caduca de árboles frutales”

Presentada por:

D. José Víctor Villalba Gómez

Dirigida por:

D.^a Carmen Castillo Moriano

D. Alfredo Cuervo Pando

Murcia, 2014

A Miguel Villalba Salmerón,
In Memoriam

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. El papel como material para las técnicas artísticas	12
1.2. Estructura	14
2. ARTE Y MEDIO AMBIENTE	17
2.1. Sostenibilidad	18
2.1.1. Concepto de sostenibilidad	19
2.1.2. Sostenibilidad industrial	20
2.1.3. Normativas y certificaciones	22
2.1.4. Industria papelera y sostenibilidad	24
2.1.5. Aprovechamiento de recursos naturales en la industria papelera	26
2.1.6. Aprovechamiento de otros recursos naturales relacionadas con el papel	30
2.1.6.1. Papel con excrementos de elefante	31
2.1.6.2. Papel de pinzote de banano	33
2.1.6.3. Pulpa de tallos de clavel	35
2.1.6.4. Papel de piedra caliza, yeso y mármol	37
2.1.6.5. Pastas a base especies de plantas invasoras	38
2.1.6.6. Papeles de olivo, girasol y viñedo	40
2.2. Sostenibilidad y arte.	42
2.2.1. El arte como industria sostenible	42
2.2.2. Aprovechamiento de otros recursos naturales relacionados con el papel para uso artístico	45
2.2.2.1. Papeles a base de partes no comestibles de frutas y hortalizas ...	45
2.2.2.2. Papeles a base de especies vegetales invasoras de Canarias	47
2.2.2.3. Pastas papeleras de plantas autóctonas de Ecuador	49
3. EL PAPEL	53
3.1. Introducción a la industria papelera	54
3.2. Materia prima de las pastas papeleras	56
3.2.1. Las fibras	56
3.2.1.1. Fibras madereras	66
3.2.1.2. Fibras vegetales no maderas	67
3.2.1.2.1. Ventajas de las fibras vegetales no madereras	67
3.2.1.2.2. Inconvenientes de las fibras vegetales no maderas	69
3.2.1.3. Fibras animales, minerales y sintéticas	70
3.2.1.4. Estructura de las fibras de origen vegetal	72
3.2.1.4.1. Celulosa	73
3.2.1.4.2. Hemicelulosas	74
3.2.1.4.3. Lignina	76
3.2.1.4.4. Extracto	77

3.2.2. Cargas	78
3.2.3. Colas.....	79
3.3. Procesos de elaboración del papel	81
3.3.1. Procesos tradicionales.....	81
3.3.1.1. Primer proceso de elaboración de pastas	83
3.3.1.2. Proceso de elaboración del washi.....	86
3.3.1.3. Los molinos de mazos.....	90
3.3.1.4. Los molinos de cilindro	95
3.3.2. Procesos industriales.....	96
3.3.2.1. Máquinas para la producción de papel.....	96
3.3.2.1.1. Máquina refinadora de cilindro o pila holandesa.....	97
3.3.2.1.2. Máquina de papel continuo	98
3.3.2.1.3. Desfibradora de madera.....	101
3.3.2.2. Procesos de transformación de las materias primas.....	103
3.3.2.2.1. Procesos Mecánicos (PM)	103
3.3.2.2.2. Procesos Químico-termomecánicos (CTMP) y Químico- mecánicos (CMP).....	104
3.3.2.2.3. Procesos Semiquímicos.....	105
3.3.2.2.4. Procesos Químicos (PQ).....	106
3.3.2.2.5. Procesos de disolución	107
3.3.2.3. Tipos de fibras papeleras tras su transformación.....	107
3.3.2.3.1. Fibras largas y medias	108
3.3.2.3.2. Finos.....	110
3.3.2.4. Tipos de pastas papeleras tras su transformación.....	111
3.3.2.4.1. Pasta mecánica.....	111
3.3.2.4.2. Pasta química.....	112
3.3.2.4.3. Pasta semiquímica	113
3.3.3. Papel reciclado	114
3.3.3.1. Factores de la calidad de las pastas	116
3.3.3.2. Efectos de las pastas con papel reciclado	117
3.3.3.3. El blanqueo.....	117
3.3.3.4. Primeros blanqueos.....	117
3.3.3.5. Motivos del blanqueo.....	118
3.3.3.6. El cloro.....	119
3.3.3.7. Tratamientos blanqueadores	119
3.3.4. Proceso artesanal de elaboración de papel	120
3.3.4.1. Preparación de la fibra	121
3.3.4.2. Elaboración de las pastas	121
3.3.4.3. Coloreado del papel	122
3.3.4.4. Formación de las hojas de papel.....	123
4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: EL PAPEL EN LA CREACIÓN ARTÍSTICA	125
4.1. El papel en las técnicas artísticas tradicionales	126

4.2. La pulpa de papel como material de creación artística	128
4.2.1. Impresión sobre pulpa de papel o papel artesanal	129
4.2.1.1. Ken Polinskie	130
4.2.1.2. Helen Frederick	133
4.2.1.3. Jennifer Cohen	135
4.2.1.4. José Fuentes	138
4.2.1.5. Juan Ripollés	141
4.2.2. Escultura e instalaciones realizadas con papel.	143
4.2.2.1. Alejandro Volij	143
4.2.2.2. Nancy Cohen	145
4.2.2.3. Caroline Greenwald	147
4.2.3. Manipulación de la pulpa pigmentada.	150
4.2.3.1. Chuck Close	150
4.2.3.2. William Weege	153
4.2.3.3. Rafael Calduch	155
4.2.3.4. David Hockney	158
4.2.3.5. Amanda Guest	160
4.2.4. Manipulación de la pulpa pigmentada en combinación con otras materias no celulósicas.	163
4.2.4.1. Lucio Muñoz	163
4.2.4.2. Laurence Barker	166
4.2.4.3. Elana Herzog	168
5. HIPÓTESIS	171
6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	173
7. REALIZACIÓN DE PAPEL CON HOJA DE MELOCOTONERO	175
7.1. La hoja de melocotonero	176
7.1.1. Morfología de la hoja de melocotonero	177
7.1.2. Clasificación foliar de la hoja de melocotonero	180
7.2. Fases de la investigación.	181
7.2.1. Fase inicial experimental	181
7.2.1.1. Configuración de pastas	184
7.2.1.2. Observaciones de la fase inicial	197
7.2.2. Segunda Fase. Desarrollo experimental	198
7.2.2.1. Objetivos	198
7.2.2.1. Desarrollo metodológico	198
7.2.2.1.1. Recogida de las hojas	200
7.2.2.1.2. Trabajo de laboratorio	203
7.2.2.1.2.1. Pruebas de humedad	204
7.2.2.1.2.2. Cromatografías	206
7.2.2.1.2.3. Microscopías	209
7.2.2.1.2.4. Pruebas de ceniza	210
7.2.2.1.2.5. Procesos de pasteado	211

7.2.2.1.2.6. Realización de papel.....	214
7.2.2.1.2.7. Disolución con cenizas	220
7.2.2.1.2.8. Realización de papeles con hoja deshidratada y molida	224
7.2.2.1.2.9. Tamiz	227
7.2.3. Tercera fase. Depuración técnica del proceso de elaboración de pastas y de papel	229
7.2.3.1. Elaboración de las pastas	231
7.2.3.2. Elaboración del papel	235
7.3. Análisis de resultados.....	271
7.3.1. Los elementos perceptivos	271
7.3.2. El aspecto general	272
7.3.3. Los elementos cualitativos.....	272
7.3.4. Escala de valoración.....	273
7.3.5. Análisis sobre los aspectos perceptivos y generales	274
7.3.1. Análisis de los elementos cualitativos	276
7.3.2. Discusión de resultados.....	278
7.3.2.1. Sobre los aspectos perceptivos, general y cualitativos	278
7.3.2.2. Sobre la viabilidad	285
8. PRODUCCIÓN DE OBRA ARTÍSTICA	291
8.1. Pruebas iniciales artísticas	295
8.2. Pruebas de manipulación directa sobre papel	306
8.3. Serie de obra artística final	312
9. CONCLUSIONES	341
10. BIBLIOGRAFÍA	349
11. ANEXOS	365
11.1. Anexo I. Fichas de la fase inicial experimental	366
11.2. Anexos II. Fichas de la segunda fase. Desarrollo experimental.	379
11.3. Anexos III. Fichas de la tercera fase. Depuración técnica del proceso de elaboración de pastas y de papel.	387
11.4. Anexos IV. Fichas de las pruebas artísticas	419
12. ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES.....	431
12.1. Índice de tablas	432
12.2. Índice de ilustraciones.....	435
13. AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA	443

1. INTRODUCCIÓN

El papel, como soporte, ofrece un amplio abanico de posibilidades en función de sus características, por ejemplo el color, la textura, la flexibilidad, la dureza, etc., las cuales permiten su empleo con intencionalidad expresiva en los múltiples y variados campos en los que se usa.

En este sentido, las características de cada papel están determinadas tanto por la materia prima de que están compuestos, como por los procedimientos empleados para la elaboración de los mismos ya sea a nivel de proceso de elaboración de la materia prima, es decir, de la pasta papelera, de los aditivos empleados para darle diversas características físicas o de diferentes procesos que se emplean para el acabado final del papel.

Esta tesis doctoral versa sobre el papel como recurso técnico para la producción artística, no tanto desde su vertiente como soporte de obra artística, sino más bien como materia prima para la elaboración de la misma.

1.1. El papel como material para las técnicas artísticas

El papel como soporte para la realización de obra tiene unas posibilidades relativamente limitadas que básicamente coinciden con las establecidas por las características físicas del propio material. Por ello, cuando se trata de potenciar la capacidad expresiva, se necesita de otros recursos a través de las diversas técnicas plásticas para su consecución final como obra artística.

Sin embargo, en la actualidad se está empleando el papel, y más concretamente las pastas papeleras, como materia prima, es decir, como técnica en sí misma para la realización de obra artística, con lo que las posibilidades expresivas se ven incrementadas enormemente.

Efectivamente, desde hace décadas encontramos una gran cantidad de artistas trabajando en este sentido. En la mayor parte de los casos empleando pastas papeleras cuyo origen es el papel convencional, ya sea reciclando y relaborando pastas, ya sea elaborando pastas papeleras con características especiales adaptadas en cada caso a sus necesidades. También encontramos artistas que emplean pastas papeleras cuyo origen es diferente al del papel estándar.

En todo caso, el nexo común de todos ellos es el empleo de una materia, la fibra vegetal, generalmente de celulosa, que es el elemento principal de la estructura compositiva del papel. La celulosa se puede encontrar en cualquier tipo de planta y cada una tiene unas características que determinan las posibilidades técnicas de las pastas papeleras y los papeles. Por tanto, parece razonable pensar que la elección y el tratamiento de las fibras puede ser determinante para la creación de cada obra.

Otra de las variables con las que nos encontramos analizando la historia y evolución de la industria del papel es que existen multiplicidad de posibilidades en la elaboración del mismo. Los procedimientos de

elaboración del papel se han ido transformando a lo largo del tiempo por el avance técnico y tecnológico, lo que ha ido incrementando progresivamente tanto su volumen de producción como la diversidad y variedad técnica.

Es en este escenario, en el que nos planteamos si podríamos realizar obras mediante técnicas artísticas a partir de pastas papeleras, también denominadas pulpas papeleras, procedentes de la masa vegetal que nos ofrece la hoja caduca de los árboles frutales.

Pero, ¿por qué hoja caduca de árboles frutales?

Fundamentalmente, por dos razones. La primera, porque la hoja caduca de los árboles, ofrece cada temporada una gran masa vegetal, una fuente celulósica que cae al suelo y desaparece. Una hoja suele albergar fibras muy peculiares para elaborar papel.

La segunda, y no menos importante, es la disponibilidad de la materia prima en nuestro negocio familiar, lo que ofrece anualmente toneladas de hojas de múltiples variedades de melocotonero, nectarino y paraguayo, que, al final de cada campaña, en otoño pasan simplemente a formar parte de la materia orgánica del suelo en un ciclo vital que se repite incesantemente.

A partir de estos dos condicionantes, surgen infinidad de preguntas de todo tipo, ¿se podrían realizar obras artísticas a partir de estas hojas? ¿Qué procedimientos habría que seguir para obtener la fibra? ¿Qué procesos habría que seguir para obtener papel? ¿Qué técnicas habría que utilizar para poder elaborar obras artísticas? ¿Qué elementos plásticos se podría trabajar? ¿Qué potencialidad técnica pueden llegar a tener?...

Respetando lo que la naturaleza nos ofrece, esta tesis intenta dar respuesta a estas preguntas y a muchas otras que van a ir surgiendo en el proceso de investigación.

¿Lo vemos?

1.2. Estructura

La estructura de la tesis doctoral consta de cuatro partes claramente diferenciadas y que están distribuidas de la siguiente manera:

- 1) La primera parte expone el estado de la cuestión y la componen los capítulos dos y tres.

En el primero de ellos se analiza el concepto de sostenibilidad en el ámbito industrial, haciendo especial hincapié en las normativas y en las particularidades de la industria papelera. Asimismo se analizan diversos proyectos relacionados con la producción del papel a partir de recursos naturales.

También se analiza el concepto de sostenibilidad en el arte y se estudian diversos proyectos de realización de papel para la actividad artística.

En el segundo se analizan los aspectos relacionados con la historia del papel, los materiales que lo componen y los procesos de la fabricación del papel industrial. También se tratan aspectos relacionados con el papel reciclado y con la elaboración artesanal del mismo.

- 2) En la segunda parte se plantea la fundamentación teórica del trabajo de investigación y se corresponde con el cuarto capítulo de la tesis.

En él se analiza un elenco de artistas que contemplen en sus obras el uso o la fabricación del papel, y está estructurado en diversas categorías en función del uso técnico que se hace de dicho material.

A partir de aquí se establece una hipótesis de trabajo, se plantea unos objetivos de desarrollo metodológico y se define la metodología de trabajo.

- 3) La tercera, que se corresponde con el capítulo siete, es el núcleo central de la investigación y plantea el desarrollo técnico y documentado de un método formal de producción de papel realizado con hoja de melocotonero, a modo de análisis de un caso.
- 4) En la cuarta parte, desarrollada en el capítulo 8, se elabora la obra artística mediante técnicas artísticas basadas en los resultados obtenidos en el capítulo anterior.

La tesis doctoral se cierra con las conclusiones y resto de apartados adicionales como los anexos, índices, etc.

2. ARTE Y MEDIO AMBIENTE

Como se menciona en la introducción, la presente tesis versa, entre otras cosas, sobre la recuperación de restos vegetales que no suelen ser aprovechados. Su uso implica la búsqueda de alternativas, ya sea de materiales o de las aplicaciones de los procesos productivos, desde una perspectiva medioambientalmente sostenible.

En este capítulo se examinan las actuaciones y cambios que se están llevando a cabo para mejorar o sustituir los hábitos y procedimientos empleados para la producción, en el ámbito papelerero y también de modo más específico en el campo artístico.

Se analiza los aspectos relacionados con el concepto de sostenibilidad: sostenibilidad industrial, normativas en la industria papelera que protegen el medio natural, proyectos que proponen nuevos materiales y procesos para la elaboración del papel y subproductos, y producciones artísticas comprometidas con la buena gestión y el uso responsable y sostenible de los bienes naturales.

2.1. Sostenibilidad

La sobreexplotación y la gestión de los bienes naturales que desde la revolución industrial se ha producido, han llevado al ser humano a enfrentarse a una de las cuestiones más preocupantes para su propia supervivencia: su relación con la naturaleza, cuya consecuencia más evidente es el cambio climático.

El cambio climático, por tanto, es el resultado indeseable del desarrollo industrial desde una perspectiva exclusivamente económica. Como efecto a esta situación, se está tomando cada vez más conciencia de que es necesario cambiar las estrategias de producción para explotar, elaborar y comercializar aquello que se necesita, con la menor repercusión posible sobre el medio ambiente.

La sociedad civil ha tomado un papel activo en todo este proceso, exigiendo que se tomen medidas para el control de esta situación y que las industrias, a través de la adquisición de compromisos éticos y del cumplimiento de normativas y protocolos, se encaminen hacia procesos de producción limpios cuyo resultado final debería tener como consecuencia erradicar la pobreza y elevar la calidad de vida de los ciudadanos.

El compromiso ético con la naturaleza de las empresas productoras y comercializadoras de bienes y servicios es un valor añadido que la sociedad está teniendo cada vez más en cuenta a la hora de adquirir productos.

Las normativas y protocolos se materializan en la imposición de limitaciones de emisiones de gases a la atmósfera, gestión eficiente de los recursos naturales, adecuación de medidas de explotación, producción y comercialización y gestión de los residuos.

Desde esta perspectiva, las investigaciones que giran en torno a los sistemas de producción sostenibles en términos medioambientales, adquieren un interés muy especial.

2.1.1. Concepto de sostenibilidad

Según la Real Academia Española (RAE, 2010), 'sostenibilidad' es el efecto de sostenible, dicho de un proceso que puede mantenerse por sí mismo, como por ejemplo, un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes.

Si extrapolamos este concepto a términos medioambientales, sostenibilidad es el desarrollo cultural, económico y social sin merma de los recursos exteriores a un ser vivo.

Existe un paralelismo entre los términos de sostenibilidad y ecología.

Según la RAE (2010), 'ecología' es la ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno.

En sociología, ecología es la parte que estudia la relación entre los grupos humanos y su ambiente, tanto físico como social. Actualmente, para la gran masa social, el término se aplica a la defensa de la naturaleza y del medio ambiente. Si analizamos los dos términos, podemos observar que ambos tratan de la protección del entorno en el que vivimos, pero, aunque actualmente se hable mucho del mismo tema, no son conceptos nuevos.

La primera definición de 'ecología' fue E. Haeckel¹ y data del siglo XIX. Según este autor, "la ecología es el estudio de la inter-retro-relación de todos los seres vivos y no vivos entre sí y con su medio ambiente".

¹ Ernst Heinrich Philipp August Haeckel (1834-1919), fue un biólogo y filósofo alemán que popularizó el trabajo de Charles Darwin en Alemania, creando nuevos términos como "phylum" y "ecología."

Hoy en día la definición de ecología o de “conciencia ecológica” va un poco más allá, hasta el punto de que se pueden distinguir tres niveles distintos (Solares, 2007):

- Una ecología ambiental, que trata del medio ambiente y de las relaciones que los seres vivos, especialmente el hombre, establecen con él.
- Una ecología social, que se ocupa de las relaciones derivadas de la consideración del hombre como un ser social.
- Una ecología mental, que se fundamenta en el hecho de que la naturaleza no es algo exterior al ser humano, sino interior; es de la mente de donde surgen los patrones de comportamiento que se concretan en actitudes de defensa o de agresión a la naturaleza.

Es por ello, que no se trata de estudiar por separado el medio ambiente y los seres vivos y no vivos, sino hacerlo desde la globalidad de su interacción mutua. Está cada vez más aceptado que un ser vivo no puede ser considerado aisladamente como un simple representante de su especie, sino que tiene que verse en relación y en equilibrio con los demás representantes de la comunidad de vivientes y con las condiciones en que se desarrollan (Solares, 2007). Se debe considerar que la idea de progreso debe llevar implícita la idea de respeto y cuidado con lo circundante, y si se quiere crear, se tiene que hacer estudiando la mejor adaptación y las consecuencias con el medio. Esta es la razón por la cual la tecnología y la ciencia están adaptando una conciencia cada vez más limpia y menos agresiva a las necesidades del entorno.

2.1.2. Sostenibilidad industrial

Volviendo al inicio de los problemas medioambientales y a las medidas tomadas para intentar solventarlo, hay que considerar el esfuerzo de las

Organización de Naciones Unidas (ONU, 2013) para intentar lograr el “desarrollo sostenible”. Para ello la ONU creó en 1972 el [Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente](#) (PNUMA, 2007), que se encarga de promover actividades medioambientales y crear conciencia entre la población sobre la importancia del cuidado del medio ambiente.

Una de las manifestaciones más importantes que se han llevado a cabo para tratar esta problemática, es el informe internacional elaborado a partir del año 2000 “Carta de la Tierra” (Iniciativa de la carta a la tierra, 2012).

En este documento crítico se sitúa al mundo en una situación difícil pero que sin duda se ajusta a la realidad que vemos a diario. La carta expresa el sufrimiento del planeta, no solo desde una perspectiva medioambiental sino también desde la vertiente más humanista. Expone los problemas existentes con crudeza, pero igualmente reconoce la potencialidad de los diversos actores sociales para la convivencia en armonía con la naturaleza y con nosotros mismos. Además, plantea que las actuaciones que todos lleven a cabo repercuten en el presente y repercutirán sobre las generaciones sucesivas. Por lo tanto, plantea como imprescindible que desde todos los estamentos sociales e individuales se contribuya a que todo lo que se haga se materialice de forma sostenible.

La ONU trabaja con intensidad para lograr acuerdos internacionales que ayuden a preservar y respetar el medio ambiente. Los más destacados son:

- [Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora](#). Acordado en 1973 (Cites, 2004).
- [Decenio Internacional de Agua Potable y Saneamiento Ambiental](#). Realizado entre 1981 y 1990 (ONU, 2003).
- [Protocolo de Montreal](#). Realizado en 1987 (Sabogal, 2005).
- [Cumbre para la tierra](#). Realizada en 1992 (ONU, 2001b).
- [Cumbre de Río más 5](#). Realizada en 1997 (ONU, 2001a).
- [Protocolo de Kyoto](#). Realizado en 1997 (ONU, 2001c).

- [Foro de las Naciones Unidas sobre los bosques](#). Creado en 2002 (ONU, 2002a).
- [Cumbre de Johannesburgo](#). Realizada en 2002 (ONU, 2002b).
- [Año Internacional del Agua](#). Año 2003 (ONU, 2003).
- [Cumbre de Copenhague](#). Realizada en 2009 (Estrada, 2009).
- [Cumbre de Río más 20](#). Realizada en 2012 (ONU, 2012).

Todas estas cumbres, reuniones, protocolos..., generan recomendaciones a los países de la ONU que, normalmente, tienen como consecuencia su transposición a las legislaciones de cada uno de los países que participan, concretándose en Leyes, Normas y Certificaciones que favorecen la consecución de los objetivos planteados.

2.1.3. Normativas y certificaciones

En este escenario y centrándonos en nuestro ámbito más cercano, existen infinidad de normativas, reglamentos, etc. que tienen repercusiones sobre variados aspectos relativos a las diversas industrias. A efectos de esta investigación solamente mencionaremos, el reglamento REACH (DOUE, 2006) y la algunas certificaciones de AENOR (2008).

Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) es el Reglamento relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos. Entró en vigor en junio de 2007 con el fin de racionalizar y mejorar el marco legislativo de la UE relativo a estos temas. En España toda la información sobre REACH se puede consultar en Portal de Información REACH – CLP (PIR, 2014).

REACH (ver logo en Ilustración 1) pretende garantizar el uso seguro de las sustancias químicas y se aplica a todas las sustancias y preparados químicos, no sólo a los usados en procesos industriales, sino también los empleados cotidianamente por los consumidores, como por ejemplo los productos de limpieza, las pinturas o los artículos como la ropa, los muebles

y los dispositivos eléctricos. Desde la implementación del reglamento se está generando una gran cantidad de información, cuya consecuencia es la modificación sustancial en la evaluación y gestión de los riesgos tanto para los trabajadores, como para los consumidores y el medio ambiente



Ilustración 1. Logo de REACH. PIR (2014)

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR, 2008), es una entidad dedicada al desarrollo de la normalización y la certificación (N+C) en todos los sectores industriales y de servicios. AENOR (ver logo en Ilustración 2) tiene como propósito contribuir a mejorar la calidad y la competitividad de las empresas, así como proteger el medio ambiente.



Ilustración 2. Logos de diversas certificaciones de AENOR (2010a)

Se le concedió la autorización para llevar a cabo estas actividades en 1986 y emite los certificados de calidad, de marcado CE, etc.,

El mecanismo de certificación es el más eficiente control que está llevando la industria para funcionar de la manera más sostenible y limpia.

En los capítulos sucesivos se hará referencia a diversos productos o sustancias sujetos a la normativa REACH y a varias certificaciones emitidas por AENOR.

2.1.4. Industria papelera y sostenibilidad

En esta tesis, los temas a investigar están muy ligados a la industria papelera, un sector que ha sido clave en el desarrollo industrial moderno, pero también en el deterioro del medio natural, fundamentalmente debido a dos actividades relacionadas con su proceso de producción, por un lado, la tala indiscriminada de árboles como materia prima y por otro la contaminación del aire y agua que se produce en los procesos de fabricación del papel.

Sin embargo, la industria papelera no es ajena a toda esta corriente de concienciación medioambiental, ya sea por la necesidad del cumplimiento de las normativas referenciadas en los apartados anteriores, como por la necesidad de mejorar su imagen ante la sociedad. En este sentido, actualmente se puede hablar de la existencia de tendencias hacia una industria sostenible a nivel global. En esta línea la legislación a nivel mundial progresa adecuadamente al prohibir los procesos y productos que son agresivos y premiando en forma de certificados a aquellas empresas que efectúan cambios en sus estructuras para lograr un funcionamiento más limpio y sostenible.

Son bastantes los cambios a los que se ha sometido la industria papelera en los últimos años. A modo de ejemplo, según el informe ambiental realizado por Lecta (2010), una de las mayores empresas papelera que trabajan en España, desde 2005 se han efectuado grandes

avances en busca de la sostenibilidad medioambiental y se está haciendo un esfuerzo basado en el reciclaje y lo renovable con la consecuencia de notables mejoras.

Según el informe, hoy en día gran parte de la producción de papel fabricado con fibras madereras, procede de bosques gestionados de forma responsable. Conviene recordar que los bosques constituyen grandes sumideros de CO² y por tanto contribuyen de manera decisiva al desarrollo sostenible del planeta. Ejemplo de ello son las numerosas campañas de repoblación llevadas a cabo en el sur de Europa y Brasil, así como las inversiones llevadas a cabo para autoabastecerse mediante energía renovable, siendo en estos momentos la industria papelera el mayor productor en Europa de este tipo de energía y también el mayor consumidor de las mismas.

Tanto a nivel de consumo forestal como de proceso industrial, las papeleras están tratando de minimizar el impacto ambiental derivado de sus actividades, estableciendo mecanismos de control y revisión de los sistemas de gestión con el fin de optimizar los procesos productivos y de tratamiento de los residuos derivados, todo ello sin renunciar al desarrollo de productos de calidad respetuosos con el medio ambiente.

Según diversos informes, algunos de los avances de la industria papelera en materia de sostenibilidad son:

- Instalación de ramales ferroviarios para el transporte de mercancías con reducciones en emisiones de CO² (Lecta, 2010).
- Inversiones para la instalación de plantas de tratamiento de gases olorosos y aprovechamiento energético (Lecta, 2010).
- Eliminación del uso de fuel oil en las fábricas (Lecta, 2010).
- Instalación de centrales de cogeneración (Lecta, 2010).
- Certificación medioambiental: PEFC (2010), EMAS (European Commission Environment, 2013) y FSC (2010).
- Certificación OHSAS 18001 de gestión de la salud y seguridad en el trabajo (AENOR, 2007).
- Certificación UNI CEI EN 16001 de gestión energética (AENOR, 2013).

- Bajos consumos de agua e instalación de plantas depuradoras de alto rendimiento (Lecta, 2010).
- Transformación de fangos generados a fertilizantes agrícolas (Lecta, 2010).

Por otro lado, uno de los aspectos que contribuyen a la sostenibilidad medioambiental de la industria papelera, es la utilización de fibras celulósicas procedentes de centros de recogida y de recuperación de papel y cartón y los certificados de Cadena de Custodia (CdC) (AENOR, 2010b).

Con respecto a la recuperación de fibras papeleras procedentes del papel usado, la marca Medio Ambiente Servicios de AENOR concede el certificado UNE 134001 (AENOR, 1998) y el certificado UNE 14001 (AENOR, 2004). UNE 134001 avala la manipulación responsable y segura del papel usado en los centros encargados de la recogida y recuperación de estos residuos. UNE 14001 avala la existencia de un equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción de los impactos en el ambiente

2.1.5. Aprovechamiento de recursos naturales en la industria papelera

En materia de gestión de los montes, son varios los planes y sistemas de gestión que abalan el buen uso de los bienes forestales y lucha contra la deforestación.

Por un lado, la Cadena de Custodia (CdC), mencionada en el apartado anterior, unos de los principales sistemas de certificación forestal, verifica

con los sellos PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) y FSC (Forest Stewardship Council), que la madera utilizada en el proceso productivo procede de bosques gestionados de acuerdo con criterios de la sostenibilidad PEFC (ver logo en Ilustración 3). La CdC se define como “el seguimiento de los productos forestales (madera, papel, corcho, cortezas, resinas...) durante las distintas fases del proceso productivo y su posterior comercialización, para poder asegurar la trazabilidad de los productos forestales desde el bosque hasta el consumidor final”.



Ilustración 3. Logo de PEFC. (2010)

Además, por un lado, el FSC (2010) (ver logo en Ilustración 4) “es una organización independiente, no gubernamental, internacional y sin ánimo de lucro creada en 1993, con el objetivo de promover una gestión forestal ambientalmente responsable, socialmente beneficiosa y económicamente viable en los bosques de todo el mundo”. Por otro lado, el PEFC (2010) fue creado en 1998 como una iniciativa voluntaria del sector privado forestal, basada en los Criterios Paneuropeos aprobados en la Tercera Conferencia Interministerial para la Protección de los Bosques de Europa, celebrada en

Lisboa ese mismo año. Estos Criterios establecen los principios basándose en los cuales debe ser valorada la sostenibilidad de las masas forestales, considerando aspectos de carácter tanto ambiental como social y económico. En el año 2004 PEFC se constituyó como el Programa para el Reconocimiento de Sistemas de Certificación forestal, con el objetivo de ofrecer un marco para el establecimiento de sistemas de certificación nacionales comparables y su mutuo reconocimiento paneuropeo.



Ilustración 4. Logo de FSC. (2010)

En la línea de la CdC, se encuentra PP (Paper Profile). PP es una declaración medioambiental de producto, voluntaria y armonizada a nivel internacional, que sirve de guía y orientación al comprador de papel para una elección responsable. Esta declaración recoge la información ambiental más importante: composición, vertidos al agua, emisiones atmosféricas, vertido de residuos sólidos, consumo de electricidad adquirida y las certificaciones de gestión ambiental y de procedencia de la madera (Paper Profile, 2009).

Por otra parte, el certificado UNE 162002 de AENOR (2013), garantiza que la empresa suministradora de madera gestiona un monte que ha obtenido la condición acorde a los criterios e indicadores de sostenibilidad forestal que engloba aspectos tanto de carácter ecológico como de carácter social y económico. Dicho certificado sigue los parámetros marcados por la Gestión Forestal Sostenible (GFS). La GFS se define como la Administración y uso de los bosques de manera y en tal medida que mantengan su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y su potencial de cumplir, ahora y en el futuro, funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes, a escala local, nacional y global, sin causar daño a otros ecosistemas (AENOR, 2010d).

Los certificados y las normas citados, se encuentran reflejados en la actividad producida en bosques y empresas madereras. Uno de los aspectos más importantes es la repercusión de las plantaciones de especies de crecimiento rápido, por lo que no se utiliza madera noble, sino especies de crecimiento rápido, básicamente pino y eucalipto. La producción controlada de estas especies implica la renovación casi permanente de sumideros de CO², circunstancias muy favorables para la atmosfera. Además, muchas de las empresas se están comprometiendo a reforestar con árboles autóctonos aquellas zonas mal gestionadas en el pasado (ASPAPPEL, 2008).

Otro recurso muy aprovechado en la industria papelera y acorde con los parámetros de sostenibilidad y ahorro, es el reciclaje de papel y cartón. Según ASPAPEL (2013), la industria papelera Europea es líder en reciclaje, con una tasa media de reciclaje del 70% en el año 2013, en España la tasa es de un 73,9%. Sin embargo, la fibra de celulosa se va deteriorando con los sucesivos usos. Como medida, se estima que puede ser reutilizada unas seis veces. Para mantener vivo y en funcionamiento el ciclo de aprovechamiento de la fibra de celulosa, es necesaria la continua aportación de una cierta cantidad de fibra virgen. El papel usado que no entra en el circuito de reciclaje, por no ser apto como materia prima, puede ser empleado como combustible, al igual que la biomasa y los residuos del proceso de fabricación. De este modo se cierra y equilibra el ciclo

sostenible del papel, que parte de una fuente renovable y natural de materia prima.

Actualmente, más del 80% de la celulosa y de papel producido en Europa procede de fabricas con los reconocidos sistemas de gestión ambiental citados anteriormente (ASPAPPEL, 2013).

Además, son muchos los productos papeleros que se fabrican con la característica de que son 100% reciclables y biodegradables. Muchas fábricas como de las que dispone la empresa Lecta, incluyen procesos de reciclaje, segregación y valoración de residuos en todos sus centros productivos (Lecta, 2010).

2.1.6. Aprovechamiento de otros recursos naturales relacionadas con el papel

Hasta ahora se ha planteado la problemática relacionada con la sostenibilidad en la gran industria. Sin embargo, se están desarrollando proyectos que, trabajando en la misma línea propuesta hasta ahora, tienen mucha menor entidad en cuanto a volumen, pero no por ello se tienen que considerar como menos importantes o relevantes.

Se trata de proyectos que emplean o se desarrollan a partir de materias primas poco usuales desde una perspectiva comercial y que persiguen producir pastas papeleras y papel. En la mayor parte de los casos son empresas medianas o pequeñas, muchas de ellas de tipo artesanal o familiar, que conviven estrechamente con sectores como pueden ser el agrario o el ganadero y que aprovechan materiales alternativos que no suelen ser utilizados en la industria papelera.

Además, normalmente no solo aprovechan las materias para la creación de papel, sino que también buscan otros usos posibles y vías alternativas para un óptimo aprovechamiento social y económico.

2.1.6.1. Papel con excrementos de elefante

Este interesante proyecto se está desarrollando en la India y consiste en la fabricación de papel a partir de excrementos de elefante.

Las heces que produce este animal son de considerable tamaño y suponían un problema al ser un obstáculo para los agricultores, lo que aumentaba el trabajo a realizar al tener que retirarlos. Desde finales de la década de 1990, los agricultores de aquella zona asiática plantearon una solución al encontrar una utilidad para el uso la celulosa que contienen los restos vegetales de los excrementos. De esta forma los agricultores han descubierto una materia prima antes impensable para la elaboración de papel, lo que, además de acarrear beneficios económicos, aminora sus quejas (Reportajes, 2014).



Ilustración 5. Elaboración de pasta de papel con excrementos de elefante. Poor paper (2008)

El procedimiento para extraer la fibra y elaborar el papel consiste en someter los excrementos a continuos lavados, antes y después de la cocción de las fibras (ver Ilustración 5). Tras los tratamientos blanqueadores, utilizan el método tradicional del tamizado de las fibras para elaborar las hojas (Reportajes, 2014).



Ilustración 6. Cuaderno elaborado con pulpa de excrementos de elefante. Poor paper (2008)

Sin embargo el proyecto de aprovechamiento de los citados residuos de paquidermos no se ha quedado solo en la India ni se ha limitado tan solo a fines papeleros, sino que se ha extendido a otros países de Asia oriental como Sri Lanka y Tailandia, que también poseen este animal y han ampliado las posibilidades del excremento (Conciencia 2012).

A modo de ejemplo, en un parque de elefantes de Ayutthaya (Tailandia), los cuidadores realizan este mismo proceso de fabricación de papel, pero además utilizan los nutrientes sobrantes como fertilizantes agrarios. De esta forma, el parque pretende recaudar fondos para una autofinanciación. Los

productos que consiguen con este material son: folios, libretas (ver Ilustración 6), cajitas de cartón y otros objetos realizados con este material (Reportajes, 2014).

Algunas de la empresas que comercializan con este papel son [Mr. Ellie Pooh](#) (2007) y el [Elephant Dung Paper](#) (2009). Entre todos los países y empresas implicadas, son muchas miles de toneladas de excrementos que son reciclados anualmente (Conciencia 2012).

2.1.6.2. Papel de pinzote de banano

Otro proyecto interesante lo desarrolla la fundación Artsur en el molino “los ángeles” de Granada (Nicaragua). Este caso consiste en el aprovechamiento del pinzote² de Banano, un material que suele ser desaprovechado en cada cosecha. El pinzote contiene gran cantidad de fibra lo cual lo convierte en una materia prima ideal para la fabricación de papel. Los resultados que se obtienen son asimilables a los que se realizan con las fibras de Kozo o Mitsumata (ver en el capítulo 3.2.1, página 58) con las que se producen papeles japoneses de altísima calidad.

A partir de este proyecto iniciado por la fundación Artsur, se han implicado el taller “Eskulán” de Guipuzcoa (España) y el laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Papel de Tolosa con el fin de realizar diversos estudios sobre el refinado con pila holandesa, las cocciones, las calidades y las medidas de la fibra a partir de esta materia prima, obteniendo conclusiones muy interesantes sobre la viabilidad y calidad de este producto (Barbé, 2011).

² La parte de la planta que sostiene las frutas.

El proceso de transformación del pinzote a papel se distribuye en las siguientes fases: limpieza del pinzote (ver Ilustración 7), fermentación en seco, limpieza de la capa externa, cocción alcalina, aclarado de la fibra, desfibrado en pila holandesa y elaboración de la hoja (Barbé, 2011).



Ilustración 7. Extracción de la corteza del pinzote de banano. Barbé (2011)

La investigación y producción del papel de banano se extiende a diversos países donde existen explotaciones de este cultivo, especialmente en el centro y sur del continente americano. Ejemplo de ello es la Earth University de Costa Rica, la cual lleva a cabo varios proyectos de sostenibilidad medioambiental, entre ellos de reciclaje de papel y aprovechamiento del pinzote de banano (ver Ilustración 8) (Earth University, 2009). Otro ejemplo es la investigación realizada en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil (Ecuador) por Paola Cabanilla García y Lady Intriago Intriago (2009), la cual lleva por nombre “Comercialización de papel ecológico a base de fibra de banano”, en la ciudad de Guayaquil.



Ilustración 8. Earth University (2009)

Sin embargo, el aprovechamiento de los restos del banano no se limita a la elaboración del papel, sino que también es aprovechado como fibras textiles. Así lo demuestran estudios de la universidad tecnológica de Pereira (Manrique Carvajal y Rivera Galvis, 2012) en el que utilizan los residuos del pseudotallo del banano común para la extracción de fibras textiles.

2.1.6.3. Pulpa de tallos de clavel

En la Universidad Nacional de Colombia se está llevado a cabo una investigación encabezada por el profesor Luis Eduardo Garzón (Bolívar, Rojas, Garzón y Molano, 2009) que plantea los tallos de clavel como principal recurso para la elaboración de pastas papeleras. Este proyecto es fruto de un Convenio Específico de Cooperación Técnica que fue suscrito entre la Universidad Nacional de Colombia y la asociación colombiana de exportadores de flores (Asocolfores), e inscrito en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia.

Este trabajo consistió en realizar un montaje de una planta piloto para la elaboración de pulpa a partir de desechos vegetales producidos por el sector floricultor y transformarlos en un subproducto, pretendiendo que en Colombia este nuevo material sustituya a los recipientes fabricados con poliestireno expandido. La pasta elaborada con los tallos permite fabricar un papel para fabricar embalajes y otros productos.

El tallo del clavel (ver Ilustración 9) es un subproducto y excedente de los procesos de selección de las flores y que tienen consideración de residuo contaminante debido a la cantidad de agroquímicos, pequeños hongos y plagas que esparcen en el aire. Anualmente, el sector floricultor del clavel produce 1700 toneladas.



Ilustración 9. Extracción de tallos de clavel. Flechas (2011)

En la investigación del profesor Garzón, en el proceso de transformación se llevan a cabo operaciones de trituración, cocción y refinado de las pastas. El tratamiento de separación de las fibras es químico-mecánico. Este consiste en un tratamiento químico que separa las fibras,

seguido por un tratamiento mecánico de desfibración que produce la pulpa. A continuación utilizan un equipo de termoformado para configurar distintas piezas similares a las realizadas con poliestireno expandido (ver Ilustración 10) (Bolívar, 2009).



Ilustración 10. Productos realizados con pulpa de tallos de clavel. Flechas (2011)

En el proceso de fabricación, para dar una mayor consistencia a la pulpa, se añaden fibras de fique, de almidón de yuca, de cáscaras de piña, de plátano y hasta de patata (Flechas, 2011).

2.1.6.4. Papel de piedra caliza, yeso y mármol

Un método de fabricación de papel que despierta mucho interés, es el realizado con piedra caliza, yeso o mármol. Se trata de un papel desarrollado en EE.UU y que está compuesto de un 80% de polvo mineral y un 20% de una resina no tóxica.

La empresa Terraskin (2014), comercializa en Europa este material desde el año 2010 con el objetivo de convertirse en la alternativa del papel con fibra de celulosa tradicional.

Según Terraskin (2014) se trata de un material muy resistente al agua, a la grasa y a las roturas, características que lo hacen apropiado para la fabricación de bolsas, etiquetas, etc. Además, para su fabricación no es necesaria la utilización de agua ni madera, no necesita ser blanqueado y durante su elaboración, utilizan un 50% menos de energía que el papel convencional. En cuanto a las impresiones realizadas en este papel, necesita un 30% menos de tinta que el papel estándar, es degradable con una exposición al sol de entre tres a nueve meses y en caso de incineración vierte un 50% menos de emisiones de CO² a la atmósfera (ver cartel informativo en Ilustración 11).



Ilustración 11. Panel informativo de Terraskin (2014).

2.1.6.5. Pastas a base especies de plantas invasoras

Un trabajo de investigación que se acerca más a terrenos de ingeniería química, es el desarrollado en la Universidad de Huelva por el químico Sebastián Caparrós Jiménez y presentado como tesis doctoral en el año 2009.

Caparrós (2009) trabaja con dos especies invasoras en España. Se trata de las especies *Arundo Donax* y *Paulownia Fortunei*.

La primera es la caña común, una especie que crece en las orillas de los ríos y canales en el sur de España y que debido a la gran cantidad de agua y minerales que consume, añadido al gran aglomerado que forman sus raíces, es una de las especies de plantas invasoras consideradas “negras”. La caña común, no hace muchos años era muy utilizada como material de construcción para tejados, vallas y como soportes de escoba y similares. Sin embargo, a día de hoy su uso casi ha desaparecido debido a la sustitución por polímeros y otros materiales, por lo que según Caparrós su abundancia podría ser limitada si la industria la vuelve a utilizar como materia papelera.



Ilustración 12. *Paulina Fortunei*

En el caso de la especie *Paulina fortunei* (ver Ilustración 12), Caparrós plantea el cultivo controlado de estas plantas para obtener un papel que puede sustituir al elaborado con plantas frondosas y coníferas forestales de crecimiento lento. *Paulina fortunei* es una planta forestal considerada invasora en los montes españoles, de crecimiento rápido, grandes dimensiones y con grandes contenidos celulósicos. Al mismo tiempo, los

restos no aprovechados de estas plantas, se pueden rentabilizar como combustible en centros de biomasa (Caparrós, 2009).

En esta investigación, el autor realiza la deslignificación y obtención de las fibras con etanol y metanol a una temperatura de 150°C a 200°C, posteriormente realiza la operación de refinado de las pastas mediante la utilización de una pila holandesa.

2.1.6.6. Papeles de olivo, girasol y viñedo

Ildefonso Sánchez Parra realizó su tesis doctoral en la universidad de Córdoba. El nombre de la tesis es *Obtención de papel a partir de residuos agrícolas* (Sánchez, 1991). Dicho trabajo se centra en rastrojos de olivo, girasol, viñedo y algodón como materia principal para la elaboración de pastas celulósicas y papeles (ver Ilustración 13 y Ilustración 14).

Con los residuos agrícolas de estas plantas de cultivo, se obtuvieron pastas crudas y blanqueadas. Según Sánchez Parra estos restos se caracterizan por la determinación de la solubilidad en agua con sosa, sustancias extraíbles en alcohol, benceno y cenizas.

Con las pastas obtenidas se realizaron papeles que fueron sometidos a pruebas para determinar la estabilidad dimensional, la absorción de agua y la resistencia al aire (1991)³.

Sánchez Parra hace un cálculo de la producción y volumen de rastrojos en España con las especies que trabaja. Así mismo hace el cálculo del volumen de pasta celulósica que supondría si estas materias se aprovecharan a nivel industrial para la realización de papel. Por otra parte el

³ Además, en esta tesis se analizan lejías residuales.

autor investiga la distribución de los residuos en el territorio español y realiza un estudio de almacenamiento.

Esta investigación tiene como objeto principal el desarrollo de productos y materias papeleros a partir de restos agrícolas que normalmente son desechados.



Ilustración 13. Tallo de olivo



Ilustración 14. Viñedo

2.2. Sostenibilidad y arte.

En este apartado se va a tratar el concepto de sostenibilidad en relación con el mundo del arte o de la industria artística analizando, por un lado, el ámbito laboral en el que se desenvuelve la industria artística y por otro analizando el concepto de ecología y de sostenibilidad en el arte. Enlazando con el capítulo anterior se analizan proyectos de aprovechamiento de otros recursos naturales relacionados con el papel para uso artístico.

2.2.1. El arte como industria sostenible

El arte es un sector industrial muy difuso (McCann, 2009), que lo configuran artistas y artesanos en muchos casos con una entidad individual o en forma de talleres pequeños que raramente alcanzan un tamaño medio, configurando una especie de microcosmos de difícil interconexión y control. Además, en muchos de los casos, estos talleres son al mismo tiempo la residencia del artista y por tanto, como veremos a continuación, puede ser un inconveniente para trabajar de forma sostenible con el medio ambiente y con el propio trabajador, es decir, el propio artista o artesano.

Según Michael McCann, desde los inicios del hombre, estos grupos de artistas y artesanos han manipulado materiales y sustancias con el fin de producir objetos que en la mayoría de los casos han sido comercializados para satisfacer las necesidades de las personas. En el proceso de elaboración siempre ha sido común la aparición y mala gestión de residuos y la utilización de herramientas y sustancias a veces extremadamente peligrosas. Con la llegada de la modernidad y la industria, los procesos utilizados en la artesanía y el arte crecieron en riesgo y peligro en cuanto a sostenibilidad medioambiental y civil, agudizándose estos riesgos con la evolución de las tecnologías.

Sin embargo, según McCann (2009), a pesar de las escasas dimensiones de los núcleos artísticos y artesanales, si sumamos los individuos que trabajan en este sector a nivel mundial, la cifra de trabajadores es importante, así como también los peligros que afloran para la propia integridad de los artistas y para la protección del medio natural. Por esta razón actualmente existen estudios y normativas específicas en la prevención de riesgos para la salud y el medio ambiente enfocadas al arte y la artesanía. Ejemplo de estos estudios es la tesis doctoral de Carmen Castillo Moriano denominada *Los procedimientos secretos del grabado. Productos y procesos* (Castillo, 2010).

A pesar de ello, precisamente por tratarse de un sector difuso, hay una enorme dificultad para aplicar y controlar el cumplimiento de las normativas existentes.

Lo que si que es claro, es que en el arte la conciencia sostenible no solo recaló en cuestiones referentes a los peligros existentes en los talleres y centros de artesanía, sino también en las líneas y temáticas de trabajo de muchos artistas ligadas “al buen uso” de la naturaleza y la ecología: earthwork, arte povera, land art, arte conceptual, arte procesual, arte de situación o arte ecológico.

Esta conciencia ecológica, como temática, tiene sus orígenes en el arte de finales de los años setenta del siglo pasado con manifestaciones como land art o art povera, y que aparecen como crítica a la gran industria, confrontada con el medio natural. Sin embargo, muchos de estos movimientos, al menos en un primer momento, no pueden ser considerados dentro del concepto de arte sostenible (Castillo, 2010).

Estas actitudes o direcciones del arte ecológico se extendieron hacia diferentes países de todo el mundo, dejando así una imagen global de revolución artística basada en la vuelta y respeto a la naturaleza. Pero como menciona María Novo (2002, p 26), “las revoluciones no pasan de los límites académicos”.

Lo que quiere decir Novo con esta frase, es que esta conciencia tardó mucho tiempo en trasladarse a los campos económicos más importantes, que en realidad son los únicos capaces de frenar la crisis medioambiental.

Una crisis que en el siglo XX no hubo forma de frenar, pero que, según Novo, supone también una ocasión para el cambio. Desde la constatación del fracaso de una modernidad que no ha cumplido las promesas de sus grandes relatos emancipatorios, es posible alumbrar nuevas formas de estar y actuar, otras maneras de mirar, distintos criterios para el avance del conocimiento.

Según Pérez (2005), la definición de arte ecológico se usa generalmente en referencia a un arte que trata temas ecológicos o el medio ambiente, mediante distintas direcciones, pudiendo así distinguir cuatro bastante destacadas:

- 1- Mediante la suscitación de la conciencia de la fragilidad de la naturaleza. Incluye fotografía basada en el paisaje, pintura, dibujos, libros de artista y arte propio de un lugar.
- 2- Mediante la investigación de fenómenos naturales. Incluye ilustración científica así como prácticas artísticas interdisciplinarias.
- 3- Mediante el uso de materiales naturales reunidos en el exterior. Por ejemplo: ramillas, hojas, piedras, suelo, plumas.
- 4- No contribuyendo a la degradación medioambiental. Incluye obras realizadas con materiales biodegradables o reciclados o la Eco escultura, que está sensiblemente integrada en un hábitat natural.

Sin embargo, como menciona McCann (2009), al trabajar todas estas técnicas a nivel artesanal o en pequeña escala industrial, existe una especie de despreocupación por controlar el daño que generan.

En la actualidad existen varias líneas de investigación encaminadas a la búsqueda de soluciones sostenibles en los procesos de creación. Cada vez más artistas y talleres trabajan desde esta perspectiva, es decir, concienciados por los daños o los riesgos que su uso entraña y, por lo

tanto, buscando soluciones alternativas sin por ello renunciar al trabajo creativo, como por ejemplo la reciente aparición de técnicas de grabado no tóxico o menos tóxico (Howard, 2009), o el empleo de materiales y procesos seguros (Castillo, 2010; López 1999), o la preocupación por el reciclaje y el control de los residuos generados. Un ejemplo de ello son los trabajos generados desde la Oficina de Seguridad, Salud y Medio Ambiente ([OSSMA](#), 2013), una plataforma perteneciente a la universidad de Barcelona.

Fruto de este cambio de conciencia, junto a la actitud experimental de un sector artístico, existen numerosos artistas que elaboran obras desde esta perspectiva.

2.2.2. Aprovechamiento de otros recursos naturales relacionados con el papel para uso artístico

En las líneas planteadas en este subapartado, se analizan posibles aplicaciones y utilidades artísticas que algunos investigadores plantean con pulpas extraídas de especies vegetales tradicionalmente no aprovechadas en la industria papelera. Este subapartado continúa con los proyectos planteados en el capítulo 2.1.6 página 30, siendo estos específicamente del ámbito artístico.

2.2.2.1. Papeles a base de partes no comestibles de frutas y hortalizas

Un trabajo muy interesante respecto a materias papeleras, es *Papel elaborado de forma artesanal* de Ellaraine Lockie (2002). Este tratado describe la manera de elaborar papel con materias procedentes de las partes no comestibles de alimentos. Además enumera las cualidades de

cada papel y las variantes que existen para tratar cada una de las materias. Los materiales vegetales en los que el autor basa su trabajo son: perfollos y hojas de las mazorcas de maíz, hojas de piña, piel de cebolla y ajo, troncos de brécol, hojas de alcachofa, cáscaras de melón y sandía, tallos de espárrago, hojas de puerro, zumo de hortaliza, cortezas de calabaza, piel plátano, piel de cítricos y setas silvestres.

Los resultados que Lockie muestra, son un extenso muestrario de posibilidades plásticas que se pueden conseguir con las cortezas, troncos y hojas de muchos frutos, por lo que su estudio también implica la exposición de posibilidades artísticas.

El procedimiento que Lockie (2002) plantea en su manual implica herramientas, materiales y medidas de seguridad muy específicas. El procedimiento se divide en operaciones de lavado, troceado, cocción, refinado y formación de las hojas.

En cada una de los tipos de fibras que plantea, explica cualidades que se ha de tener en cuenta en el proceso de pasteado. Un ejemplo de ello, son las diferencias de tiempo de cocción entre unas fibras y otras.

Para cada una de las fibras, Lockie (2002) muestra algunas de las posibilidades plásticas que ofrece cada una de las fibras utilizadas. Algunas de las posibilidades planteadas es la posibilidad de incluir fibras enteras o semitrituradas en las pastas y entintado de los papeles, o la yuxtaposición de elementos decorativos mientras los papeles aún están tiernos. Todo ello ofrece un abanico de posibles texturas, colores y formas (ver en Ilustración 15).



Ilustración 15. Papeles realizados con el sistema de Lockie (2002)

2.2.2.2. Papeles a base de especies vegetales invasoras de Canarias

La Fundación del artista austriaco Guido Kolitscher (2009) en la isla de la Gomera (Canarias), lleva a cabo desde el año 2008 un proyecto de investigación artística con especies vegetales de Canarias no autóctonas. Este proyecto financiado por el Plan de Medianías del Gobierno Canario, Aider y el Cabildo de La Gomera, cuenta con talleres en los cuales se tratan las fibras vegetales para la realización de obra artística en papel.

Kolitscher, es el principal coordinador de este proyecto. Creada en 2006, la fundación está fomentando la sostenibilidad y el arte en la Gomera. Mediante la utilización de la tradicional elaboración de papel, desarrollan distintos soportes para trabajar diversas técnicas artísticas de dibujo y grabado, eliminan las plantas invasoras y de este modo también ayudan a mejorar el medio ambiente de la isla (Kolitscher, 2009).



Ilustración 16. Fundación Kolistcher (2009)

El trabajo se centra en plantas invasoras como la caña, el papiro, la pinocha, el rabo de gato y la pitera, aunque también están aprovechando hojas de palmeras, cañas, plataneras, pinochas, dragos y tallos de calabaza (ver en Ilustración 16). Este trabajo también investiga la fabricación del papel elaborado a partir de mezclas de algodón con fibras vegetales para suavizar su textura. Además Kolitscher también experimenta con las fibras de prendas vaqueras y césped. Según el artista, cada tipo de fibra da un acabado y color diferente al producto (ver en Ilustración 17) (Kolitscher, 2009).



Ilustración 17. Fundación Kolitscher (2009)

2.2.2.3. Pastas papeleras de plantas autóctonas de Ecuador

La profesora del Departamento de Arte y Diseño de la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador) María Gabriela Punín Burneo (2009), desarrolla un proyecto de investigación artística mediante el estudio y experimentación con las fibras naturales de plantas autóctonas de Ecuador como la yuca, el sisal, el plátano, el algodón, la cabuya, la hierbaluisa, el bambú, la flor de rey o la guadua, que por otro lado son plantas de rápido crecimiento (ver en Ilustración 18).



Ilustración 18. Obra realizada por Punin Burneo (2009)

Además, María Gabriela dirige y coordina numerosos proyectos de investigación que continúan su línea. Uno de los citados proyectos es el que lleva a cabo Oscar Daniel Noriega Ríos (2012). Dicho trabajo es una investigación de texturas y gramajes en el papel de plátano y abacá aplicado al diseño de una colección de objetos para la decoración del hogar (ver en Ilustración 19).



Ilustración 19. Muebles realizados por Oscar Daniel Noriega (2012)

Algunas de las otras manifestaciones científicas realizadas por Punín Burneo y adosadas a esta línea de trabajo son las diversas ponencias y coordinaciones en congresos y publicaciones. Ejemplo de ello es la ponencia en el congreso *Natural Fibres* celebrado en Londres en el año 2009 bajo el título *Extraction and processing of the application for arts*, la ponencia impartida en la *14 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura - Fibras Arte y Cultura/diseño Artesanal y Restauración: Fibratex 2008*. Otras actividades de esta investigadora relacionadas con este proyecto son el *Congreso Internacional de Diseño, Identidad y Comercio* en el año 2010, o la publicación en el año 2011 del artículo *Experiencias ecuatorianas en la aplicación artística del papel de fibra natural* en la revista *Clinicasa* (Punín, 2009).

3. EL PAPEL

El papel es un elemento fundamental para comprender muchos fenómenos sociales e históricos implicados en el desarrollo de nuestra sociedad contemporánea. De hecho, el desarrollo de la tecnología relacionada con la elaboración del papel junto a la incorporación de la reproducción de las imágenes que se produce, han sido factores determinantes para poder comprender el desarrollo del conocimiento científico moderno (Ivins, 1975).

El presente capítulo analiza los diferentes aspectos relacionados con la materia prima y los procesos de elaboración de las pastas papeleras y los papeles. Por esta razón, se ha indagado en todos aquellos materiales, procesos tradicionales, procesos industriales y procesos artesanales actuales que se utilizan en la elaboración de pastas papeleras y papeles.

3.1. Introducción a la industria papelera

Este apartado comienza con la definición del papel y continúa con el desarrollo de cada uno de los materiales y procesos que configuran la mayoría de papeles tanto en la fabricación artesanal como industrial, tanto en las elaboraciones ancestrales del papel como en las actuales.

José Antonio García Hortal (2007), experto en industria papelera y una de las principales fuentes de esta tesis, define el papel como una hoja afieltrada constituida por fibras, fundamentalmente de naturaleza celulósica, formada sobre un tamiz fino a partir de una suspensión acuosa.

Según Josep Asunción (2009), también especialista en materia papelera, el papel es la hoja delgada que se obtiene a partir de la unión física de materiales fibrosos, de un apelmazamiento principalmente de celulosa. Cuando se habla de papel, se habla de la hoja de papel, cualquier otro tipo de formación recibe términos como: pasta de papel, papel maché, cartones, etc.

En los procesos de formación celulósica, las fibras de la celulosa se entrelazan debido a la plasticidad que les da el agua. Las fibras, porosas, actúan como una esponja y se conectan entre ellas. Una vez secas, la celulosa pierde su plasticidad, se contrae y se endurece formando papeles, cartones u otros productos dependiendo del tamiz o molde.

Las cualidades de cada papel se deben a las características de los diferentes substratos que conforman su estructura física. Estas propiedades funcionales dependen de la elección de tipos de fibras y sus proporciones, sus tratamientos, los aditivos empleados y la forma en que operan las máquinas de papel cuando la hoja es formada, consolidada y secada (García, 2007).

Las operaciones que conforman el proceso de obtención del papel son: cocción y blanqueo. Estas deben efectuarse de tal modo que no afecte negativamente en la resistencia de la fibra y que se mantenga al nivel adecuado los contenidos en hemicelulosas (García, 2007).

Por tanto, la calidad de la pasta que conforma el papel depende en gran parte de la fibra empleada, del proceso de obtención, del blanqueo y finalmente del refinado.

3.2. Materia prima de las pastas papeleras

El uso de las distintas sustancias y materias es transcendental para lograr cada uno de los tipos de papel y cartones. En este apartado se analizan los componentes más usados en el terreno papelerero, las fibras, las cargas y las colas.

3.2.1. Las fibras

Las fibras son el componente principal del papel ya que constituyen la base estructural. En este apartado se van a clasificar los distintos tipos de fibras, tanto de origen vegetal, animal, mineral o sintético, haciendo especial alusión a las vegetales, puesto que además de ser las fibras más utilizadas en la industria papelera, son protagonistas en esta tesis al ser la hoja de melocotonero la materia prima de esta investigación.

Para García Hortal (2007), la composición química, anatómica y propiedades de las fibras vegetales (madereras y no madereras) varía ampliamente de una variedad a otra, e incluso dentro de una misma se producen cambios proporcionales importantes. Es más, se pueden llegar a observar cambios dentro de una misma pared fibrosa.

Los factores que intervienen en las variaciones anteriormente mencionadas, son:

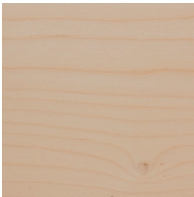
- Altura y edad de la planta. Interviene sobre todo en especies de grandes alturas. Las paredes fibrosas son más compactas en las zonas inferiores y más viejas de la planta. Además, en los anillos de los troncos existen variaciones entre los anillos de la zona medular (albura, duramen, madera juvenil, madera madura).
- Situación geográfica. El clima y los componentes de la tierra donde se encuentra la planta.

En las siguientes tablas, se enumeran las fibras utilizadas en la industria papelera. Algunas de estas fibras se utilizan desde la antigüedad, otras son relativamente nuevas en la industria ya que su introducción va ligada al gran avance industrial propiciado en los últimos dos siglos.

Según García Hortal (2007), las fibras se clasifican según su origen en: vegetal, animal, mineral, artificial y sintético.

Tabla 1. Tipos de fibras para uso papelerero de origen vegetal

TIPOS DE FIBRAS PARA USO PAPELERO. VEGETAL		
DE ORIGEN VEGETAL	A. Del fruto de dicotiledóneas	
	1. Pelos de semillas	
	Algodón	
	2. Vainas	
	Kapok	
	B. Cáscaras de frutos	
	Coco	

C. Del tallo	
1. Madereras	
a) Coníferas (Gimnospermas)	
Pino	
Abeto	
b) Frondosas (Angiospermas)	
De zona templada: abedul	
De crecimiento rápido: eucalipto	
De crecimiento rápido: álamo	
2. Liberianas	
a) Arbustos y árboles:	

	Moreira de papel (Kozo)	
	Mitsumata	
	Gampi	
	b) Dicotiledóneas	
	Lino	
	Cáñamo	
	Ramio	
	Kenaf	
	Esparto	

3. Haces vasculares de monocotiledóneas: gramíneas (pajas y cañas)		
	Bambú	
	Caña común	
	Caña de azúcar	
	Caña de maíz	
	Palustre	
	Phragmites communis (Carrizo)	
	Pajas de trigo	

	Arroz	
	Cebada	
	Avena	
	Centeno	
	Sorgo	
	D. De hojas	
	Abacá	
	Sisal	
	Pita	

	Caroa	
--	-------	--

Tabla 2. Tipos de fibras para uso papelero de origen animal

TIPOS DE FIBRAS PARA USO PAPELERO. ANIMAL		
DE ORIGEN ANIMAL	A) Seda	
	Seda tussah	
	B) Lana, pelos especiales	
	Lana de oveja	
	C) Cuero	
	Cuero	

Tabla 3. Tipos de fibras para uso papelerero de origen mineral

TIPOS DE FIBRAS PARA USO PAPELERO. MINERAL		
DE ORIGEN MINERAL	A) Asbestos	
	Crisotilo (silicato de magnesio)	
	Crocidolita (silicato de hierro)	

Tabla 4. Tipos de fibras para uso papelerero de origen artificial y sintético

TIPOS DE FIBRAS PARA USO PAPELERO. ARTIFICIAL Y SINTÉTICO		
DE ORIGEN ARTIFICIAL Y SINTÉTICO	A) Fibra de vidrio	
	Fibra de vidrio	
	B) Fibras celulósicas	
	1) Celulosa regenerada	
	Rayón Cupramonio	

	Rayón Viscosa	
	2) Esteres de celulosa	
	Rayón acetato (diacetato, triacetato)	
	Éteres de celulosa: Carboximetilcelulosa.	
	C) Fibras no celulósicas	
	De base proteínica (proteína regenerada)	
	Poliamídicas (Nylon)	
	Polivinílicas (Kuralón, Vinylal, Dynel)	
	Poliacrílicas (Orlón, Dralón, Terylene,...)	

	Poliésteres (Tergal, Dacrón, Terylene,...)	
	Polioléfinicas (polietileno, polipropileno)	

3.2.1.1. Fibras madereras

Los árboles son la fuente de fibras que constituyen, con diferencia, la mayor parte de la materia prima que se utiliza para la fabricación de papel. Esto se debe a la gran rentabilidad económica puesto que los árboles concentran más cantidad de fibra, son más fáciles de transportar, de almacenar, tienen un mejor acceso y en definitiva su producción es económicamente menos costosa (ASPAPEL, 2004).



Ilustración 20. Explotación maderera. Brasil

Sin embargo, la madera, como recurso papelerero, tiene poco más de ciento cincuenta años de historia. Anteriormente las plantas eran las primeras suministradoras de fibras papeleras, situación que la mayor parte de los defensores medioambientales intentan recuperar (García, 2007).

3.2.1.2. Fibras vegetales no maderas

Las fibras vegetales no madereras proceden de cualquier tipo de plantas no arbóreas. Son muchas las ventajas que propicia su utilización, sobre todo desde el punto de vista medioambiental pero, también existen una serie de desventajas que no permiten que estas fibras terminen de aflorar en la industria papelera.

3.2.1.2.1. Ventajas de las fibras vegetales no madereras

Según García Hortal (2007), las principales razones que apoyan el uso de las materias primas procedentes de plantas no maderas son las siguientes:

1. Su fácil disponibilidad como residuo agrícola. En la actualidad existe una sobreexplotación de plantas como el trigo, la cebada, la avena, la caña de azúcar, el maíz, etc. De estas plantas son aprovechables partes bastante volumétricas como lo son sus tallos, los bagazos, las pajas, etc. Materiales que constituyen gran cantidad de fibras y a bajo coste. Su utilización permitiría la eliminación de grandes volúmenes de residuos que en la actualidad sólo aportan costes a las explotaciones agrarias y deterioros más o menos acusados en los ecosistemas (incendios, plagas, contaminación, etc.).
2. Constituyen la principal y a veces la única fuente aprovechable de fibras en determinadas zonas geográficas. Determinadas zonas de países en vías de desarrollo e incluso en países enteros, las fibras no madereras son el soporte principal de la producción de papel. La industria de pasta no maderera se halla ubicada casi exclusivamente en los países en desarrollo y fundamentalmente en los países asiáticos y en especial China (produce más de la mitad de las pastas no madereras y más del 80% de la pasta de paja mundial).

En los países desarrollados, la producción de pastas elaboradas con fibras no madereras ni siquiera supone el 1% de su producción total de pasta de papel, sin embargo en países como Cuba, China y Pakistán la producción de pastas no madereras supone más de un 80%.

3. La denominación *Green evolution* ha dado énfasis a la producción agrícola en la mayoría de países con economías de mercado de desarrollo. Esta situación se debe al ofrecimiento de incentivos para promover el cultivo de industrias basadas en la agricultura.
4. Las plantas no madereras proporcionan fibras con una amplia variedad de características que dependen de su morfología (dimensiones fibrosas y composición química). Estas características particulares de cada planta ofrecen un abanico extenso de posibilidades que no permiten las fibras de las plantas coníferas. Esto implica que con las fibras no madereras se puede fabricar cualquier tipo de papel y cartón. Fibras que ofrecen suficiente calidad y resistencia como para sustituir a las pastas de fibras procedentes de árboles. Además las fibras de algunas de estas plantas ofrecen menos coste en cuanto a tecnología, procesos químicos y energía en la transformación a pastas.
5. Interés por reducir la tala indiscriminada de árboles. Esta razón es una de las causas que ha provocado la búsqueda de recursos alternativos a la utilización masiva de la madera. En lo que concierne a la fabricación del papel, existe una creciente utilización de procesos que permite reutilizar el papel e incorporar materias no madereras.
6. Las plantas no madereras presentan ciclos de crecimientos cortos, alcanzando la madurez mucho más rápido que las especies madereras. Además, Las especies no madereras tienen en muchos casos un rendimiento en pasta mayor que las de las especies madereras.

3.2.1.2.2. Inconvenientes de las fibras vegetales no maderas

Uno de los mayores inconvenientes que tienen las plantas no madereras es que solo están disponibles en ciertas etapas del año. Este motivo supone la restricción de las fábricas y resulta una carga desde los puntos de vista de administración, recolección, transporte y almacenamiento. Esta es la razón principal por la cual no existen fábricas de gran tamaño que aprovechen los residuos de la agricultura, y las que hay están situadas en países pobres que por lo general solo disponen de maquinarias obsoletas.

Otro inconveniente, es el elevado contenido en sílice de determinadas plantas como las pajas de cereales y cañas de esparto. Se trata de un elemento desfavorable porque afecta negativamente en las lejías residuales de cocción al hacer inefectivo el proceso de recuperación de reactivos. Esta sustancia contaminante no se suele reciclar ni reutilizar debido al enorme coste que supone a las pequeñas fábricas disponer de sistemas de recuperación de residuos.

Por lo tanto, según García Hortal (2007), se trata de recursos poco competitivos, de manera que, para que las grandes empresas papeleras confíen y produzcan papel de origen no maderero, hace falta desarrollar una tecnología medioambientalmente aceptable y económicamente rentable.

3.2.1.3. Fibras animales, minerales y sintéticas

Como se ha mencionado en la introducción de este apartado, las fibras más utilizadas en la fabricación mundial de papel son las vegetales pero también existen otras fibras, tanto orgánicas como inorgánicas, de origen animal, mineral y sintético (García, 2007).

Las primeras proceden de lanas, pelos de animales y la seda. Estas fibras dotan a los papeles fabricados de particulares características y usos.

Las segundas proceden de derivados de minerales como el magnesio o el hierro como son los casos del crisotilo y la crocidolita.

Las terceras son artificiales, suelen fabricarse a medida y proceden de la manipulación química.

Tanto las fibras animales como las sintéticas, dotan a los papeles de especiales propiedades de estabilidad dimensional, elevadas resistencias mecánicas e inercia frente a determinados agentes biológicos, químicos y físicos.

De las fibras no madereras, las sintéticas y minerales son las más utilizadas. Sus características particulares han alentado a la industria papelera y textil a su utilización desde su aparición a finales de la década de 1950, aunque también en otras industrias.

Las fibras sintéticas son elaboradas artificialmente a partir del plástico mediante la polimeración artificial de los átomos de carbono en las cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales. Un ejemplo claro son las fibras de poliéster¹, una fibra muy resistente a la humedad, a las fuerzas mecánicas y a los químicos (Díaz y Herrero, 2009).

¹ Resinas termoplásticas obtenidas mediante la polimeración de estireno y otros químicos.

Las fibras sintéticas se pueden mezclar con fibras naturales y obtener así papeles con usos muy específicos.

En el caso del papel de poliéster, la producción se destina a la creación de planos y dibujos en disciplinas técnicas. Tienen como características más favorables la permanencia y durabilidad, sin embargo, la falta de absorbencia (al carecer de celulosa) obliga a utilizar tintas de secado rápido. Otra desventaja de estos papeles es que presentan degradación ante las radiaciones ultravioletas.

La combinación de fibras sintéticas y naturales tiene un abanico casi infinito de posibilidades. Esta depende de la longitud de las fibras mezcladas en las pastas (Díaz, 2009).

García Hortal (2007) clasifica las ventajas y desventajas más relevantes de estas fibras.

Ventajas:

- Pueden ser fabricadas a medida. Se puede elegir su longitud y su diámetro.
- Tienen dimensiones uniformes y ausencia de extremos naturales.
- Son menos sensibles a los cambios de humedad, incrementan la resistencia en húmedo y poseen mayor estabilidad dimensional.
- Son más permanentes que las fibras celulósicas.
- Se pueden conseguir resistencias mecánicas mucho más elevadas.
- Tienen un mejor comportamiento frente a los agentes químicos, atmosféricos y microorganismos.
- Se pueden fabricar papeles de gramajes muy bajos.

Desventajas:

- Baja opacidad.
- Hidrofobia.
- Incapacidad de formar enlaces entre ellas.
- Electricidad estática.
- Inestabilidad al calor.
- No son biodegradables.
- Elevado coste.

3.2.1.4. Estructura de las fibras de origen vegetal

En lo que respecta a la estructura de las fibras de origen vegetal, en su estado natural se encuentran formando bloques de tejidos cohesionados.

En el caso de la madera, la fibra se encuentra más compactada y rodeada de la llamada *lámina media o pared celular*, un problema realmente costoso para la elaboración de las pastas (ver ampliamente en el subapartado siguiente). Esta lámina está compuesta fundamentalmente por lignina y tiene la función de enlazar las fibras (ver en el apartado 3.2.1.4.3 en la página 76).

En el caso de los vegetales no madereros, la lámina media no es tan dura ni está tan cohesionada como en el caso de la madera.

Menos problemas producen los pelos de las semillas, en los cuales no existe la mencionada lámina (García, 2007).

Según García Hortal (2007), la lámina media es un bloque en el que se encuentran compactados los demás componentes (celulosa, hemicelulosa, lignina y extractos). La composición química y anatómica, y las propiedades de la lámina media vegetal (maderera y no maderera) varía ampliamente de una variedad a otra, e incluso dentro de una misma se producen cambios proporcionalmente importantes. Es más, puede llegar a observarse cambios dentro de una misma pared fibrosa. Antes de hacer una numeración de los componentes que conforman la lámina media, es oportuno citar diversos factores que intervienen en dicha variación, estos son:

- Altura y edad de la planta. Interviene sobre todo en especies de grandes alturas. Las paredes fibrosas son más compactas en las zonas inferiores y más viejas de la planta. Además, en los anillos de los troncos existen variaciones entre los anillos de la zona medular (albura, duramen; madera juvenil, madera madura).
- Situación geográfica. El clima y los componentes de la tierra donde se encuentra la planta.

Los componentes que conforman la lámina media son los siguientes:

3.2.1.4.1. Celulosa

La celulosa es el componente principal de las fibras vegetales (esqueleto). Determina el carácter de la fibra. Es un polímero totalmente lineal cuya unidad monomérica básica² es D-glucosa³, que se enlaza sucesivamente a través de un enlace glucosídico⁴ en la configuración beta⁵. La linealidad mencionada es la característica transcendental para la formación de unidades celulares dotadas de las propiedades mecánicas características de las fibras papeleras. Las zonas que conforman su estructura son fundamentalmente dos: ordenadas cristalinas y zonas desordenadas amorfas.

Las zonas ordenadas presentan la mayor parte en la fibra de la celulosa (entre 55% y 75%). Son más estables, difícilmente penetrables por disolventes y reactivos, comunican rigidez y presentan elevada resistencia a la solvatación⁶, a la tracción⁷, al alargamiento y estabilidad dimensional⁸. Las zonas desordenadas son más accesibles y susceptibles a todas las reacciones químicas, favorecen el hinchamiento, el alargamiento y la

² La unidad monomérica es la unidad estructural o conjunto de átomos que se repite a lo largo de una macromolécula.

³ Es un derivado análogo de la glucosa que tiene el radical 2-hidroxilo sustituido por un hidrógeno.

⁴ Es el enlace mediante el cual se unen entre sí dos o más monosacáridos formando disacáridos o polisacáridos, respectivamente. Su denominación más correcta es el enlace O-glucosídico.

⁵ Cadenas de D-polisacáridos de glucosa, unidas por enlaces glucosídicos.

⁶ Proceso de asociación de moléculas de un disolvente con moléculas o iones de un soluto.

⁷ Esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

⁸ Hace referencia a las modificaciones en tamaño de una hoja de papel dependiendo de las condiciones de humedad en el ambiente. Esto quiere decir que dependiendo de la humedad el papel tenderá a variar su tamaño; suele hacerlo en la dirección de las fibras (fusiforme) por lo que se puede predecir aproximadamente cómo se deforma.

flexibilidad de la fibra. Ambas zonas no poseen límites bien definidos y constituyen el elemento básico de todos los materiales celulósicos: la microfibrilla elemental⁹ o protofibrilla (García, 2007).

Estos aspectos varían de una especie vegetal a otra y conforman las características fundamentales de cada tipo de fibra.

3.2.1.4.2. Hemicelulosas

García Hortal (2007), plantea que las hemicelulosas son polisacáridos¹⁰ más complejos que la celulosa y están constituidos por combinaciones de diferentes azúcares monosacáridos¹¹. Las hemicelulosas junto a los ácidos urónicos¹² forman estructuras poliméricas¹³. Algunas de las combinaciones de hemicelulosas, forman parte de la denominada porción celulósica de las fibras, sin embargo, otras combinaciones se relacionan más con la lignina.

Las hemicelulosas actúan como soporte para las microfibrillas de la celulosa y dependiendo de la naturaleza de las especies constituye entre el 20% y el 35% de la masa total de dichas microfibrillas. La naturaleza y proporción de las hemicelulosas varía sensiblemente entre las especies vegetales. Por ejemplo, en las coníferas predominan los hexosanós y en las frondosas los pentosanós. Estas variaciones presentan diferente reacción frente a los agentes químicos de coacción.

⁹ Filamentos leñosos formados por fibrillas elementales.

¹⁰ Los polisacáridos son polímeros cuyos constituyentes (sus monómeros) son monosacáridos, los cuales se unen repetitivamente mediante enlaces glucosídicos.

¹¹ Polisacárido más abundante después de la celulosa. Presenta pentosas: xilosa, arabinosa; hexosas: glucosa, manosa y galactosa.

¹² Es un compuesto orgánico de carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno.

¹³ Material cuya estructura interna está formada por polímeros.

Según García Hortal (2007), debido a la menor estabilidad química y térmica que presentan las hemicelulosas respecto a la celulosa y su solubilidad en álcali¹⁴, las hemicelulosas suelen utilizarse para separar la fracción total de carbohidratos¹⁵ y obtener celulosa pura separada totalmente de la lignina. Sin embargo, en procesos de elaboración de pastas para la creación de determinados papeles, las hemicelulosas se retienen y así logran determinadas propiedades de las fibras. Especialmente, las hemicelulosas con estructura ramificada y amorfa, son muy hidrofílicas¹⁶ y desempeñan un papel importantísimo en la de fabricación de papel porque promueven el hinchamiento de la fibra (fibrilación interna) y aumenta su plasticidad, flexibilidad y capacidad de enlace. Como consecuencia, se produce una mejora de la densidad de la hoja y de todas las propiedades físico-mecánicas que dependen de la hoja y de todas las propiedades físico-mecánicas que dependen del área de enlace interfibras.

El inconveniente más importante de la hemicelulosa, es que en el proceso de secado de la fibra, tiende a mantenerse rígida y retrasa los procesos de rehidratación.

¹⁴ Óxidos, hidróxidos y carbonatos (los carbonatos no son bases fuertes, ya que son la base conjugada de un ácido débil y no de un ácido neutro como el agua) de los metales alcalinos. Actúan como bases fuertes y son muy hidrosolubles. De tacto jabonoso, pueden ser lo bastante corrosivos como para quemar la piel, al igual que los ácidos fuertes.

¹⁵ Átomos de carbono unidos a otros grupos funcionales como carbonilo e hidroxilo.

¹⁶ Relativo a la propiedad de atraer moléculas de agua que poseen los radicales polares o iones.

3.2.1.4.3. *Lignina*

Como mencionamos al inicio de este subapartado, la lignina es un material que dificulta la obtención de las fibras porque está incrustado en la celulosa, en la llamada lámina media. Está situado en las paredes de la fibra. García Hortal (2007) plantea que la estructura química es irregular porque sus elementos estructurales no están enlazados entre sí de manera ordenada. La frecuencia de los distintos tipos de enlaces y el contenido de grupos funcionales¹⁷, que afectan a su reactividad y favorecen su eliminación, es una de las razones fundamentales por la que existen los distintos tratamientos de obtención de fibras y eliminación de la lignina, ya que cantidad y características varían de una especie vegetal. Todo lo mencionado se debe a que en las plantas, la lignina es la responsable de la cohesión entre los tejidos y ofrece mecanismos de defensa microbiana.

Los inconvenientes que supone la lignina en los procesos de obtención de pastas son más abundantes que las ventajas que podría suponer. Los inconvenientes son principalmente que la lignina inhibe la absorción del agua y el hinchamiento de la fibra, y dificulta el refinado.

Sin embargo, al ser un elemento termoplástico, la elevación de temperatura produce su ablandamiento, debilita los enlaces interfibras y favorece el desfibrado. Por lo tanto, la lignina puede ser buena (en controladas cantidades) para incrementar volumen, estabilidad dimensional y rigidez (García, 2007).

¹⁷ Parte de una molécula orgánica que está formada por un átomo o grupo de átomos que representa un comportamiento químico característico. Ejemplos de grupos funcionales: Hidroxilo fenólicos, hidróxilo alifáticos, metóxilo, carbonilo.

3.2.1.4.4. Extracto

En general, los extractos son sustancias repartidas en pequeñas cantidades y que no interfieren morfológicamente en las células pero, si pueden dificultar notablemente los procesos de obtención de pasta y papel. Los extractos están constituidos por: sustancias extraíbles por solventes clásicos y elementos y sustancias insolubles (García, 2007).

En la lámina media, la diferenciación entre extracto y hemicelulosas no está del todo clara porque algunos polisacáridos no celulósicos son denominados extractos debido a que son altamente solubles en agua fría pero, existen otros polisacáridos que sí se pueden clasificar como hemicelulosas.

Al igual que los componentes mencionados con anterioridad, los extractos varían de una especie vegetal a otra. En este caso varían ampliamente de forma cualitativa y cuantitativa debido a factores relacionados con los tipos de especies, climatología, posición en la planta, edad, etc.

Según García Hortal (2007), los extractos más comunes suelen ser: terpenos¹⁸, ácidos resínicos, grasas, ácidos grasos, fenoles¹⁹ y sustancias neutras insaponificables²⁰. Todas ellas interfieren en aspectos vitales del árbol como la protección de alimentos, hormonación, enzimas en procesos de síntesis, etc. Además, en cuanto a las propiedades específicas de la

¹⁸ Los terpenos e isoprenoides son una vasta y diversa clase de compuestos orgánicos derivados del isopreno (o 2-metil-1,3-butadieno), un hidrocarburo de 5 átomos de carbono.

¹⁹ Los fenoles o compuestos fenólicos son compuestos orgánicos formados por una molécula de benceno, anillo aromático unido a al menos un grupo funcional (alcohol). Muchos son clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, aquellos productos biosintetizados en las plantas que poseen la característica biológica de ser productos secundarios de su metabolismo.

²⁰ Las sustancias insaponificables son aquellas que no contienen ácidos grasos, por ello no reaccionan con sustancias hidróxidas, las cuales intervienen en la reacción de saponificación.

madera, los extractos influyen en su color, olor, protección de la madera, densidad básica, etc. Todas estas acciones que determinan la calidad de la madera, se producen en ciertos momentos del año, por lo tanto la cantidad de sustancias es bastante variable.

Desde el punto de vista de elaboración de pastas, los extractos ocasionan diversos problemas como son: incremento del consumo de reactivos en la cocción, inhibición de las reacciones de pasteado, ralentización del proceso de deslignificación, entorpecen el blanqueado de la pasta y no todos los extractos son eliminables totalmente, circunstancia que repercute en la calidad de las pastas (García, 2007).

3.2.2. Cargas

Las cargas, aunque no suponen la base estructural del papel como sí sucede en el caso de las fibras, son un condicionante muy importante con respecto a las características finales, acabados y utilidades del papel o el cartón.

Según Díaz (2009), las cargas son sustancias de relleno que se añaden a las materias fibrosas con dos fines: por un lado, para abaratar los costes y por otro, para dar al papel características especiales que no poseería si estuviera hecho solo a base de celulosa pura, como son una mayor blancura, opacidad, finura al tacto, y facilidad y capacidad de impresión. Por otro lado, las cargas también producen aspectos negativos, como la disminución de la resistencia física (consecuencia de la reducción de las uniones entre fibras) o la necesidad del incremento de sustancias encolantes (ver en el apartado siguiente).

Las sustancias más empleadas como cargas son:

- Caolín: silicato de aluminio hidratado; es el más usado debido a su económico coste y por poseer brillantes características de blanqueo, imprimibilidad y opacidad.
- Talco: silicato de magnesio hidratado. Esta sustancia es muy empleada debido a las excelentes características que confiere

al papel y por su rendimiento, que implica un elevado porcentaje que se une a las fibras celulósicas.

- Carbonato de calcio: es una materia muy económica y confiere un alto grado de blancura al papel, sin embargo, tiene un escaso poder cubriente y bajo rendimiento.
- Yeso: sulfato de calcio, sustancia muy utilizada para la creación de papeles corrientes. El mayor inconveniente del yeso es su solubilidad en agua.

El proceso de aplicación de carga más conocido es el estucado:

Una operación donde se modifican las características del papel para permitir mejorar los resultados de la impresión y alcanzar un mayor grado de blancura. El proceso consiste en aplicar sobre una de las dos caras del papel una suspensión líquida en la que el pigmento es, generalmente, un mineral blanco de pequeño tamaño de partícula que contiene uno o más ligantes adhesivos (estuco), los cuales dan al papel gran finura y uniformidad. (Díaz, 2009, p 45).

Las cargas anteriormente mencionadas son las más utilizadas en la industria papelera aunque, existen otras cargas que también han sido bastante utilizadas, estas son: mistrón, diatomeas (sílice fósil), silicatos artificiales, amianto, sulfato de cal, sulfato de bario, carbonato de magnesia, dióxido de titanio y sulfuro de zinc (Navarro,1970; Díaz, 2009).

Navarro (1970) y Díaz (2009), describen el proceso de incorporación de las cargas en la refinadora de cilindro o pila holandesa (ver en el apartado 3.3.2.1.).

3.2.3. Colas

Como sucede con las cargas, las colas no son el componente más importante del papel puesto que es posible la elaboración de papel sin

cargas y sin colas. Sin embargo, las colas otorgan al papel adherencia y flexibilidad.

Según la RAE (2010), 'encolar' es la acción de preparar la pasta de papel con una sustancia adhesiva para que no se embeba y pueda recibir color.

Desde un punto de vista más técnico, según el físico Joaquín Navarro Sacristá (1970), el encolado de la masa de papel consiste en modificar su comportamiento superficial hacia el agua, aumentando el ángulo de contacto que forman los líquidos acuosos. La celulosa se considera como un sólido.

El encolado es una acción que a lo largo de la historia del papel, se ha realizado con diferentes colas y procesos. Con respecto al encolado tradicional, De la Lande (1997) describe como encolaban los papeles en los molinos de mazos tras su realización. Esta consistía en una especie de baño con colas animales (gelatinas).

Actualmente, tal y como mencionamos anteriormente, las colas se incorporan en el proceso de pasteado.

El listado de colas que hace Navarro (1970), son: colofonia, almidón, alginato, gelatinas, parafina, estearatos y aluminato. Sin embargo, existen otras colas como las procedentes de polímeros, que también se utilizan en la industria papelera.

3.3. Procesos de elaboración del papel

En este apartado se van a describir de forma general los procesos de elaboración de papel, desde los inicios hasta los procesos actuales.

3.3.1. Procesos tradicionales

En este subapartado se clasifican de forma cronológica aquellos procesos tradicionales de elaboración de papel. Las diferencias entre un proceso y otro son consecuencia de los avances en la elaboración de pastas que se van produciendo debido, sobre todo, a la progresiva demanda de papel para diversos usos.

García Hortal (2009) describe el proceso básico de elaboración de papel. Consiste en sumergir un tamiz o molde en una tina o cuba que contiene pasta de fibra en suspensión acuosa (ver Ilustración 21). Al sacar el tamiz de la tina y esperar que haya drenado, la hoja se deposita sobre un fieltro o sayal y se recubre con otro. Posteriormente se prensa la hoja para extraer el máximo de agua, se retiran los fieltros y se cuelga en unos tendederos para su secado final.



Ilustración 21. Formación tradicional de las hojas de papel

Previamente al proceso de elaboración de papel, tiene lugar el proceso de elaboración de pasta, que es donde se encuentran las mayores diferencias en cuanto a los resultados finales del papel.

La fibra vegetal, con la que se hace el papel tradicional, pasa por un proceso de obtención de pastas en las cuales la materia es lavada, macerada, cocida, enjuagada, trinchada, machacada y refinada. Posteriormente las pastas son tratadas con productos naturales para su blanqueo, coloreado o entintado.

Este proceso desde sus inicios, se ha realizado en molinos tradicionales de forma totalmente manual. Posteriormente este proceso manual se transformó en mecánico aprovechando la fuerza del agua, la fuerza generada por la combustión de materias inflamables o la fuerza promovida por la energía eléctrica.

De esta manera es como aparecieron los molinos de mazos, los molinos de cilindro, la pila holandesa, la desfibradora de madera y la máquina de papel continuo (García, 2009).

3.3.1.1. Primer proceso de elaboración de pastas

Las primeras pastas de papel tienen su origen en procesos que están presentes en la propia naturaleza. Así, algunas especies de avispas desde hace cientos de miles de años elaboran una masilla de celulosa que servía y sirve para configurar sus colmenas. Es muy probable, que este proceso natural sirviera como referente para la realización de los procesos ancestrales de elaboración de pastas papeleras.



Ilustración 22. Panal de avispas

El nombre de papel viene del latín Papyrus ("Cyperus papyrus") planta lacustre de cuyo tallo los egipcios (3500 años a. C.) confeccionaban hojas para escribir en ellas, separaban la película (líber) del tronco con un cuchillo muy bien afilado, sacando de 12 a 20 tiras sumamente delgadas y tan largas y anchas como permitía el tronco, las humedecían con una especie de cola de harina o almidón y las colocaban una sobre otras en cruz encima de tableros y después de raerlas con un diente o un morisco y prensarlas o batirlas a martillo las sacaban al sol. Del hecho de pegar unas con otras por los extremos dichas hojas por medio de la cola o almidón resultaba el llamado propiamente papyrus. Los griegos llamaron a esta manufactura biblos o chartos y los romanos charta (Aznar, 2003, p 13).

El primer método del que se tiene referencia para la extracción de fibras para uso en materiales similares al papel, consistía en ablandar tejidos en agua y cal mediante la cocción y fermentación. Posteriormente, se trituraban y maceraban en morteros manuales para continuar con el proceso de elaboración de la hoja de papel mediante tamices y prensas. Sin embargo, no se conocen con total exactitud los orígenes de dicho proceso.

Según Josep Asunción (2009), los Incas de las cordilleras sudamericanas utilizaron fibras vegetales autóctonas para fabricar papel semejante al papiro hecho a partir de cortezas. Algunos de los restos de papel a los que se refiere Asunción, podrían tener unos 4000 años de antigüedad.

Sin determinar un periodo preciso de tiempo, también se sabe que los mayas utilizaban unas telas hechas con corteza de higuera como indumentaria y como material para escribir. Por las zonas y temporalización descritas por Asunción (2009) y Turner (1991) deducimos que están hablando del mismo material, por lo que se puede considerar que, al igual que el pergamino, el papiro o el papel de amate, estas materias tampoco se consideran papel tal y como se conoce, puesto que los materiales utilizados no siguen el proceso de fabricación de papel que se originó en china.

De forma similar a los Mayas, los hawaianos producían un papel suave a partir de la corteza de los árboles de higo o de mora. Las técnicas para elaborar esta especie de papeles aún es usada por los indígenas del sureste de México, sin embargo, según los procedimientos y las características del papel (ver en el apartado 3.1, en la página 53), este producto no es clasificable con tal (Turner, 1991).

En oriente, el primer proceso de elaboración de pastas conocido data de en torno al siglo III a. C., según estudios arqueológicos realizados en el Turquestán chino, cerca de la muralla china, y fue llevado a cabo por unos artesanos anónimos.

Sin embargo, no fue hasta la etapa del reinado de Kao Tsu (247-195 a. C.), cuando el chino Han Hsin, artesano de la corte, aprovechó el tejido procedente de los restos de capullos de seda, para conformar una especie de tela compacta que serviría para fabricar la boata²¹.

También es necesario reseñar que en el desierto de Gobi se han encontrado fieltros de seda similares y encolados a tablillas de bambú que contienen textos escritos datados en torno al año 100 a. C., en este caso llevado a cabo, ya propiamente con tejido de seda (Asunción, 2009).

La elaboración de la primera pasta celulósica, con la que se obtuvieron resultados positivos y el primer papel referenciado como tal, data del año 105 d. C., cuando el chino Tsai-Lun (también ortografiado Ts'ai Lun) materializó un encargo del emperador Moung-Tian, la realización de un soporte para poder escribir (Asunción, 2009).

²¹ Abrigo de procedencia asiática.

Esta misma teoría sobre el origen del papel es la que se plantea Noni Lazaga (2002), el cual igualmente considera a Tsai-Lun como el primer creador conocido del papel, lo que confirmaría el origen planteado por De la Lande (1997), en su tratado de 1761, que menciona que fue realizado en el imperio de Oriente.

Tsai-Lun, era un eunuco de la corte China de Central, el cual, gracias a su posición en palacio, tenía acceso a los materiales usados para el desarrollo de la escritura en aquella época y con ayuda de artesanos desarrolló un soporte barato y sencillo de elaborar que sustituyera a la seda, y que además tuviera las mismas cualidades de absorción y ligereza.

Teniendo en cuenta los ensayos realizados con los restos de papel de seda encontrados en el siglo III a. C. y la confirmación aunque algo dudosa del primer papel realizado por Tsai-Lun, implícitamente, *“no se considera la pasta de seda como la primera pasta de papel, considerándose la primera pasta la realizada por Tsai-Lun y configurada por las fibras de trapos, cuerdas, redes de pescar, cortezas de morera, ramio, cáñamo, bambú, lino, etc”* (Lazaga, 2002).

3.3.1.2. Proceso de elaboración del washi

El hallazgo de Tsai-Lun fue solo el inicio del recorrido papelerero. Según intuye Lazaga (2002), la propagación de la receta se hizo a través de la ruta de la seda o bien vía Corea. Los diferentes pueblos chinos y posteriormente los demás pueblos asiáticos, fueron readaptando la receta de fabricación del papel, no sólo se limitaban a seguirla, sino también a experimentar añadiendo diferentes plantas, entre algunas razones porque cada zona tiene un clima concreto y no dispone de las mismas plantas (ver Ilustración 23).

Otro de los cambios que fueron apareciendo durante la propagación del método de fabricación, fue la evolución de las herramientas. En el caso de los tamices, crecieron en tamaño al construir la pantalla original con finas

cañas de bambú unidas por hilos de seda. De esta forma se hizo necesaria la invención de dos cierres que ayudaban a fijar los listones de madera e impedir que la pantalla se descolocara al contacto con el agua.

La palabra 'washi' significa papel realizado con técnicas tradicionales japonesas. 'Wa' significa Japón y 'shi' papel (Lazaga, 2002).

La receta del papel llegó a Japón a manos de un monje budista llamado Doncho en el año 610 d. C., a través de la ruta de Corea. De esta manera fue como el príncipe japonés Shotoku (574- 622 d. C) conoció la receta y promovió el cultivo de plantas papeleras como el kozo y el cáñamo; eran los agricultores quienes recolectaban estas plantas una vez recogidas las cosechas de arroz (Karabacek, 2006).

La creciente demanda de papel de la sociedad japonesa tuvo como consecuencia la creación de la primera fábrica de papel japonés, que se estableció en el año 806 d.C. en el río Shioku-In, en Kioto (Lazaga, 2002).

Así mismo, de este desarrollo semi-industrial fueron surgiendo pastas papeleras y consecuentemente papeles con diferentes matices. Al bambú y el lino, fueron sumándose fibras de plantas como el cáñamo y la mora, el kozo, la mitsumata, el gampi.

El uso del washi no era exclusivo en la escritura, es más, su uso estaba orientado a otras necesidades de mayor importancia como la fabricación de quimonos, vajillas, calzados, etc.



Ilustración 23. Proceso de elaboración del Washi. Lazaga (2002)

Otro de los avances que se produce con el washi hace referencia al proceso de cocción, ya que se comenzaron a utilizar cenizas procedentes de la quema de pajas de arroz u otros tipos de madera con el objetivo de eliminar los elementos inservibles, tales como la lignina, las ceras y las grasas. Además, tanto los pueblos chinos como japoneses provocaban la fermentación de las fibras con otros productos alcalinos como los orines humanos. Posteriormente sustituyeron las cenizas por cal (Lazaga, 2002).

Los japoneses elegían aguas muy limpias y bastante desmineralizadas porque el hierro colorea las pastas y la cal las endurecía. Tras la cocción limpiaban cuidadosamente las pastas mediante el método “chiri tori”, que consistía en limpiarlas a mano extrayendo los elementos oscuros, restos de corteza negra y motas extrañas. Hasta el proceso de elaboración de las hojas de papel, el agua tenía que mantenerse fría para que la fibra no fermentara. Por ello, se aprovechaban los pequeños torrentes procedentes

del deshielo que descendían de las montañas y creaban pequeños canales que todavía hoy se siguen manteniendo. Los niños y las mujeres, arrodillados, eran los que pasaban las horas con las cestas extrayendo las partículas de pasta extraña. La técnica consistía en deslizar la pasta entre los dedos de una mano, mientras con la otra atrapaban los elementos adheridos (Lazaga, 2002).

Tras la limpieza de las fibras, las golpeaban manualmente con mazos para reducirlas y ablandarlas respetando con mucho cuidado la longitud de las fibras. Los mazos utilizados eran cilíndricos, de mango corto con un diámetro aproximado de 30 centímetros y con los radios tallados formando canales. También eran utilizados largos bates lisos y rectangulares de mango largo (Lazaga, 2002).

En la actualidad existen pequeños sectores papeleros que todavía producen papel con los mismos métodos con los que se elaboraba el washi (ver Ilustración 24).



Ilustración 24. Limpieza manual de las pastas

En la actual elaboración artesanal, este sistema se ha mantenido porque ayuda muy eficazmente a repartir de forma homogénea las fibras en la superficie del tamiz.

3.3.1.3. Los molinos de mazos

La fabricación de papel fue durante muchos cientos de años uno de los secretos mejor guardados en Oriente pero, según Karabacek (2006) en su tratado de 1907 sobre el papel, en el año 650 d. C. el papel se introdujo entre los árabes.

La historia desvela que, por motivos comerciales, la expansión del papel había llegado desde China a Turquestán, para ser más concretos a Samarcanda, y que fue a partir del siglo VIII cuando debido a las guerras entre chinos y árabes, los habitantes del norte de África se apropiaron de la receta. Este hecho tuvo lugar en la batalla de Samarkanda (año 751 d. C.) cuando los artesanos de papel fueron capturados y obligados a revelar su secreto: la receta de la elaboración de papel.

Al mismo tiempo, la expansión del Islam ocasionada a partir del siglo VII ayudó a la propagación del secreto del papel pasando por Asia central, Persia, Egipto, península ibérica y resto de Europa (Lazaga, 2002).

Es en este momento histórico en el que el papel pasó a ser una necesidad, en este caso como soporte para la difusión religiosa, lo que provocó la búsqueda de métodos más productivos para aumentar la producción.

La primera fábrica de papel árabe conocida se construyó en el año 793 d.C. en Bagdag (Irak). La materia prima utilizada por los árabes y posteriormente por los españoles y europeos, procedía casi únicamente de trapos.

La aparición de los molinos de mazos supuso una evolución del proceso de elaboración de las pastas, ya que facilitó los mecanismos utilizados para aplastar y separar las fibras, los cuales aceleraban el proceso de maceración (ver a modo de ejemplo la Ilustración 25), sustituyendo a los

mazos manuales empleados en las técnicas tradicionales chinas y japoneses.

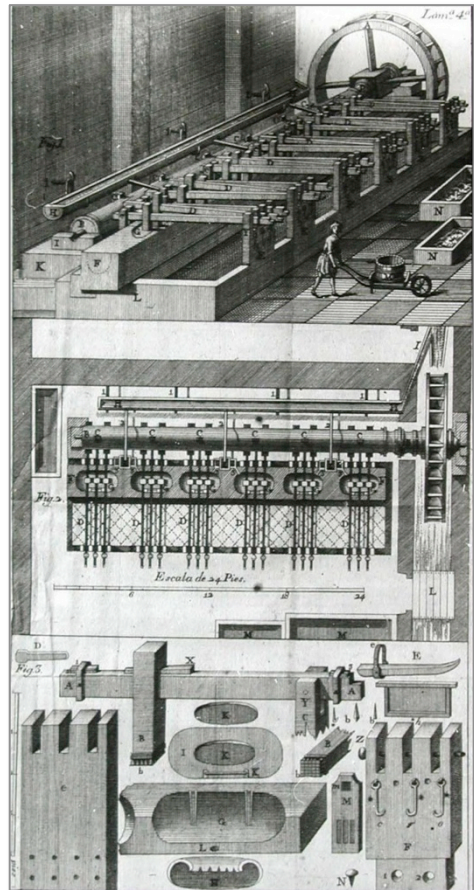


Ilustración 25. Grabado de De La Lande (1997). Tres vistas de un molino de mazos

El mecanismo básico de los mazos es el siguiente: Los mazos son impulsados por una rueda principal que es movida por la corriente de agua que fluye por un canal. La rueda impulsa un árbol de levas que a su vez y a través de una serie de engranajes impulsa los mazos (De La Lande, 1997).

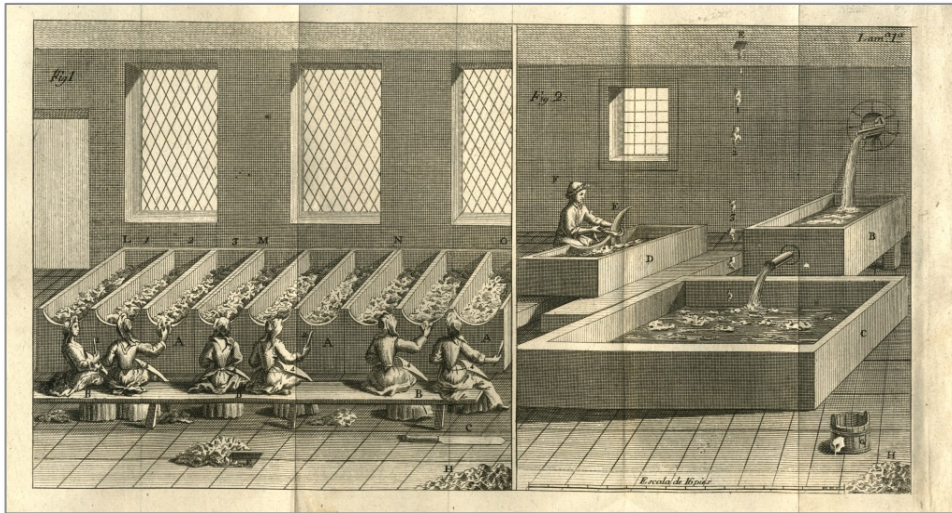


Ilustración 26. Grabado de De La Lande (1997). A la izquierda, limpieza manual de las pastas en un molino de mazos. A la derecha, proceso de limpieza de los trapos

Además, los molinos tradicionales papeleros utilizaban el agua limpia de los ríos para realizar las labores de lavado, macerado, enjuagado y formación de las hojas (ver Ilustración 26).

Los molinos de mazos tuvieron vigencia a lo largo de diez siglos evolucionando y ampliándose hasta constituir industrias con gran importancia económica (ver Ilustración 27, Ilustración 28 y Ilustración 29) (De La Lande, 1997).

La primera fábrica de papel en Europa fue construida en Játiva en el siglo XII (Lazaga, 2002). Esta misma referencia la hace Díaz (2009), cuando menciona que el primer molino papeler europeo y español tuvo lugar en Játiva en el año 1150, primacía basada en el testimonio que da el geógrafo árabe El Edrisi (1100-1172), el cual describía a Játiva como la ciudad que elaboraba el papel máspreciado del mundo.

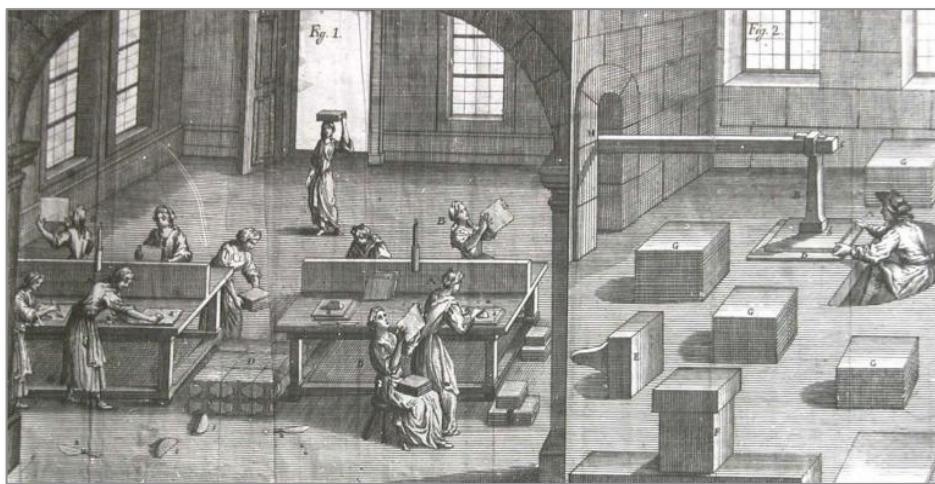


Ilustración 27. Grabado de De La Lande (1997). A la izquierda, comprobación final de las hojas de papel en un molino de mazos. A la derecha, prensado final de las hojas²²

A mediados del siglo XIII, la mayoría de los ríos ibéricos mediterráneos, especialmente en Valencia y Cataluña, gozaban de gran cantidad de molinos. Esta misma ubicación, es decir los ríos, fue la vía de desarrollo de la industria papelera por Europa, especialmente a Italia²³, Holanda y Francia.

²² Aunque los primeras fábricas de mazos aparecieron en Bagdad en el siglo VIII y en España, en el siglo XII, las primeras imágenes que tenemos corresponden a grabados de De Lande realizados muy posteriormente a finales del siglo XVIII.

²³ Fabriano es la ciudad italiana con más importancia histórica en el ámbito del papel y una de las más importantes de Europa. Esta tradición se mantiene hasta la actualidad con una amplia repercusión económica y social, lo que se materializa en la existencia del [Museo della Carta e della Filigrana](#) (2014)

ELABORACIÓN DE PASTAS PAPELERAS PARA USO ARTÍSTICO
A PARTIR DE HOJA CADUCA DE ÁRBOLES FRUTALES

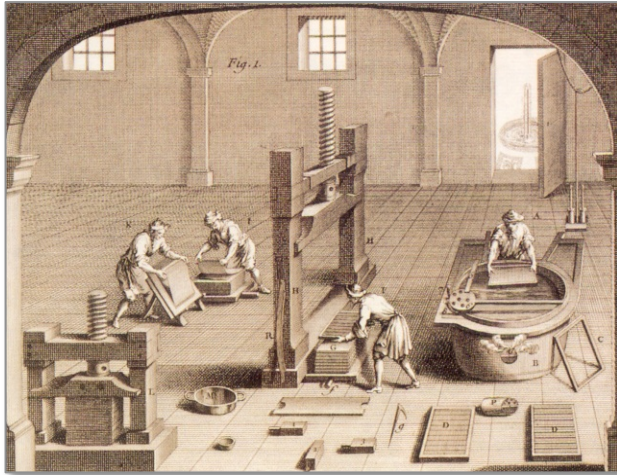


Ilustración 28. Grabado de De La Lande (1997). Proceso de formación de hojas de papel en un molino de mazos



Ilustración 29. Secado de las hojas de papel en un molino tradicional. Capellades (2010)

3.3.1.4. Los molinos de cilindro

Según De La Lande (1997), los molinos de cilindro se pusieron en práctica en Holanda en 1741, en la Manufactura de Langlée, cerca de Montargis. Sin embargo, se ignora el lugar y la fecha de la invención aunque, se cree que fueron los franceses en torno a 1680. La descripción que hace De La Lande (1997, p 59) de este mecanismo es el siguiente. “Una rueda grande de paletas semejante a la de los molinos de mazos, es movida por las aguas de un canal revestido de tablones, que no deja más que dos pulgadas de hueco u holgura a cada lado de la rueda”. Esta rueda mueve una serie de engranajes que revolucionan los cilindros y que a modo de tórculo aplastan y destrozan los trapos (ver Ilustración 30).

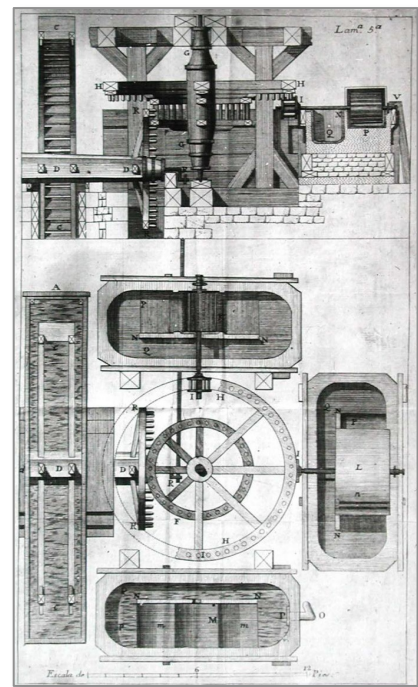


Ilustración 30. Grabado de De La Lande (1997). Dos vistas de un molino de cilindro

3.3.2. Procesos industriales

La elaboración de papel de forma artesanal llegó, a en punto de la historia de la escritura y la información, que se hizo insuficiente, por lo que fue necesario industrializar los procesos de fabricación del papel y optar por otras materias primas más rentables, como la madera, dejando atrás los trapos, las cuerdas y fibras vegetales no madereras como hemos visto en el subapartado anterior.

En los procesos industriales de elaboración de pastas y papeles influyen varios factores: la tecnología, las cualidades específicas de las fibras, los agentes químicos, los aditivos y pequeñas variaciones entre un tratamiento y otro. La interrelación entre todas estas variables configura las diferencias entre unas pastas y otras.

En los siguientes apartados se enumeran y exponen por un lado, los avances tecnológicos que han supuesto una transformación relevante para la obtención del papel y por otro, las transformaciones de los procesos de obtención de pastas industriales.

3.3.2.1. Máquinas para la producción de papel

Como mencionamos en el apartado anterior, la gran demanda del soporte papel lo lleva también a su industrialización. El primer paso que lleva al papel de la elaboración artesanal a la industrial, es la mecanización y adaptación de la maquinaria a nuevas fuentes de energía como son las fósiles y posteriormente la energía eléctrica. Claro ejemplo de ello son la máquina refinadora de cilindro, la máquina de papel continuo y la desfibradora de madera.

3.3.2.1.1. Máquina refinadora de cilindro o pila holandesa

La pila holandesa es una máquina de estructura similar al del molino de cilindro pero propulsado por un motor, lo que supuso la no dependencia de caudales fluviales.

Fue ideada en Holanda hacia el año 1670 aunque, su uso no se hizo inmediato en fábricas, coexistiendo con los molinos de cilindros hasta aproximadamente 1750. En España, no fue hasta 1764 cuando en Alcoy se instaló la primera fábrica de papel con dicha tecnología.

A pesar de que la pila holandesa (ver Ilustración 31) es un invento con casi tres siglos y medio de historia, todavía perdura su concepto de trabajo en el panorama papelerero actual, aunque no es la maquinaria industrial más rentable desde el punto de vista económico (Navarro, 1970).

Las partes de las que consta la pila holandesa son las siguientes: cuba o artesa²⁴, cilindro y platina²⁵ (el organismo de refino), situados en el interior de la cuba y la transmisión²⁶ (Navarro, 1970).

Las tres funciones principales de la pila holandesa son: refinar la pasta, hacerla circular y mezclar y remover los materiales tanto fibrosos como de carga, encolado y coloración. Desde su invención²⁷, la pila holandesa ha ido perfeccionándose mejorando la técnica de construcción y el rendimiento, entre otras razones porque el invento de la máquina de papel continúa obligó a su evolución (Navarro, 1970).

²⁴ Recipiente donde se coloca la pasta.

²⁵ Órganos de trituración o herraje que contiene discos de cuchillas.

²⁶ El mecanismo que imprime rotación al cilindro y que permite que este pueda desplazarse y actuar con más o menos peso sobre la platina.

²⁷ Entre 1670 y 1680.

En la historia de la pila holandesa, son varios los modelos que han ido aportando mejoras. Algunos de los modelos más significativos son: Galliani y Varlot (francesas), Walley y Jones-Bertand (inglesas), Vortex y Roll-O-Finer (americanas), Banning y Silesius (alemanas) (Navarro, 1970).



Ilustración 31. Refinadora de cilindro o pila holandesa. Ministerio de educación, cultura y deporte (2012)

3.3.2.1.2. Máquina de papel continuo

La máquina de papel continuo es uno de los inventos más importantes para la industria papelera. Esta máquina fue inventada por el francés Nicolás Luis Robert en 1789 en el molino de Essones.

El mecanismo de este recurso consiste en la incorporación de un cilindro dentro de la tina con pulpa que al girar creaba una fina película de papel y la transmitía a la cinta. El resultado era una tira continua de papel

que quedaba enrollada formando una bobina. Las primeras máquinas carecían de cilindros secadores, por lo que el papel llegaba húmedo al torno y de allí tenía que ser troceado y conducido a los tendedores para su posterior secado. Este invento revolucionario no paró de evolucionar a manos de distintos papeleros e ingenieros (ver Ilustración 33). Un ejemplo de ello es la invención de los cilindros secadores de Keferstein (1816), quién así evita que el papel tenga que ser troceado y colgado en molinos secadores. (Díaz, 2009).

El cambio que experimentó la sociedad europea a partir de las revoluciones americana y francesa como consecuencia de la desaparición del Antiguo Régimen, el surgimiento de la sociedad industrial y de la ideología liberal, y la triple expansión de la riqueza, de la población y de la enseñanza, tuvo, como es natural, una gran incidencia en la comunicación impresa en general y en el libro en particular. (Escobar, 1993, p 551).

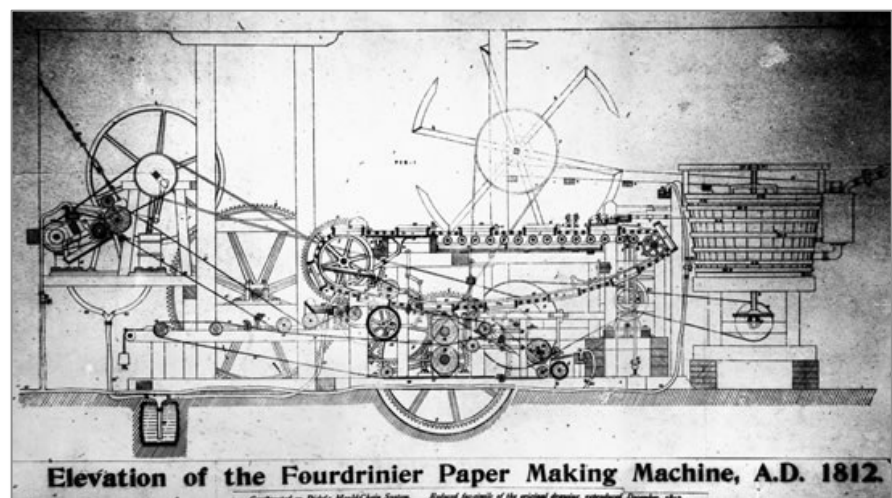


Ilustración 32. Dibujo de la máquina de papel continuo diseñada por los hermanos Fourdrinier. Escobar (1993)

En 1804 la máquina de papel continuo comenzó a funcionar pero no sin la ayuda de Pierre-Francois Didot, quién financió el proyecto. Pocos años antes, en 1799, Léger Didot, hijo de Pierre-Francois, un papelerero inglés, quien con la ayuda de los hermanos Fourdrinier y el mecánico e ingeniero Bryan Donkin, fabricarían la primera máquina basada en los planos de Nicolás-Louis Robert (ver Ilustración 32). Finalmente, y con algunos cambios en algunas de las piezas, la patente definitiva antes de su funcionamiento fue registrada en 1803.

Fue en el molino de Frogmore, Two Waters (Hertfordshire), donde funcionó por primera vez. Hoy en día, la máquina es conocida como “la máquina Fourdrinier”, porque pese al esfuerzo de Robert, los hermanos fueron los que la perfeccionaron.

En la actualidad las máquinas de papel continuo tienen total vigencia e incorporan todas las tecnologías disponibles con el fin de automatizar el proceso y adecuarse a los estándares de calidad de producción necesarios para la industria moderna (Ilustración 34).

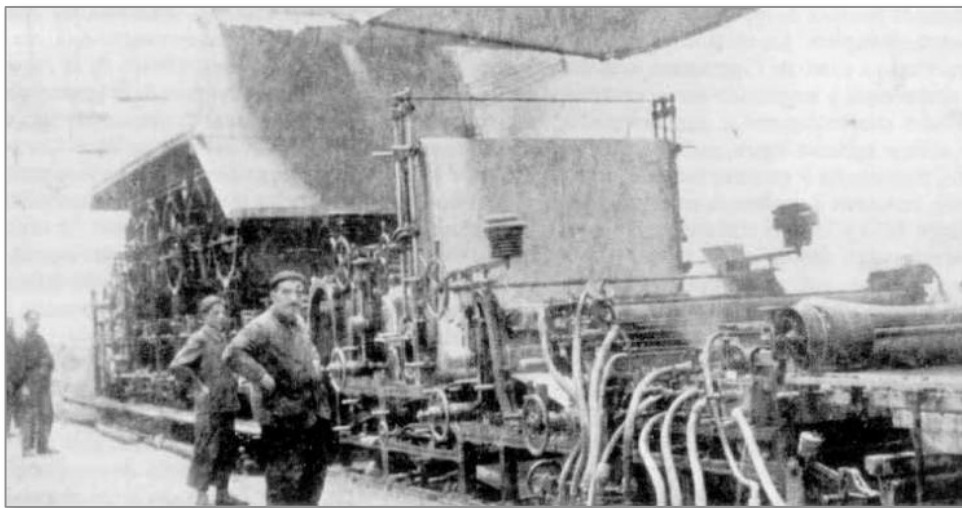


Ilustración 33. Máquina de papel continuo en la fábrica La Esperanza. Lasa (2011)



Ilustración 34. Máquina de papel en Prieto Papel

3.3.2.1.3. Desfibradora de madera

La aparición del papel continuo dio lugar al notable aumento de la producción de papel, circunstancia que obligó a buscar una materia prima más abundante que los trapos: la madera.

De la mano del alemán Friedrich Gottlob Keller apareció la desfibradora de madera (ver Ilustración 35), un invento que desde entonces ha sido casi indispensable para la altamente productiva elaboración de papel. Se trata de un mecanismo de sierras y cuchillas que tritura la madera y la prepara para los procesos de pasteado.

Junto con la desfibradora de madera aparecieron los procedimientos mecánicos que transforman los árboles a pasta papelera (Díaz, 2009).



Ilustración 35. Máquina trituradora de madera

Previamente a los procesos de elaboración de pastas y deslignificación, tiene lugar una serie de acciones estándar. Según María de los Dolores Díaz y Ana María Herrero (2009), el proceso sigue los siguientes pasos:

1. Lavado de madera: realizado mediante aspersión de agua a presión para retirar las partículas adheridas a la madera.
2. Descortezado: mediante el serrado, la corteza es eliminada. Esta acción es importante porque la corteza produce un efecto debilitador desfavorable para el papel.
3. Procesos de obtención de pastas.

3.3.2.2. Procesos de transformación de las materias primas

3.3.2.2.1. *Procesos Mecánicos (PM)*

Los procesos mecánicos industriales son los llamados procesos de obtención de pastas convencionales: de muela, mecánica de refinos y termomecánica. El proceso utilizado consiste básicamente en la aplicación de energía mecánica y altas temperatura en presencia de agua.

Prácticamente todos los componentes de la fibra y la lámina media no son eliminados y, por lo tanto, permanecen en la pasta. Por esta razón las pastas obtenidas contienen fibras muy dañadas que en muchas ocasiones conforman aglomerados y elementos finos. En estos procesos, la deslignificación apenas existe, las fibras quedan rígidas, la capacidad de enlace entre las fibras es muy limitada. Los papeles obtenidos de las pastas tienen bajas características de resistencia, envejecen rápidamente y en muchas ocasiones necesitan el refuerzo de pastas químicas de fibra larga. Sin embargo, los papeles logrados con estas pastas poseen características como: alta opacidad, volumen, lisura, absorbencia y resistencia; características que dependiendo del uso pueden ser beneficiosas. Los cartones son uno de los mejores ejemplos de productos elaborados con procesos mecánicos (García, 2007).

3.3.2.2.2. *Procesos Químico-termomecánicos (CTMP) y Químico-mecánicos (CMP)*

En estos procesos intervienen tratamientos químicos suaves que debilitan el tejido vegetal, y tratamientos mecánicos en refinados de discos²⁸ para desfibrar la madera ya ablandada. Los tratamientos químicos suaves mencionados se aplican antes del desfibrado mecánico y causa transformaciones físico-químicas en el tejido vegetal, transformaciones que afectan al comportamiento del tejido en cuanto a las etapas mecánicas de desfibrado y refinado, al desarrollo de las propiedades específicas de las fibras y al consumo de energía (García, 2007).

La acción de los productos químicos produce una modificación química de la lignina que ocasiona la bajada de su temperatura de ablandamiento y el aumento de su hidrofilia. Los carbohidratos pueden ser alterados mediante hidrólisis²⁹, hinchamiento y disolución parcial. Con estos tratamientos las fibras se separan de la lámina media sin ser tan dañadas como ocurre en los tratamientos mecánicos convencionales y por lo tanto la fibra obtenida es de mejor calidad en cuanto a que contiene menos impurezas y es más larga (García, 2007).

Los productos químicos más utilizados en estos procesos son: sulfito de sodio³⁰ (en el pasteado de fibras coníferas) y el sulfito de sodio combinado con hidróxido de sodio³¹ (en el pasteado de fibras frondosas) (García, 2007).

²⁸ Refinos que constan de un elemento fijo (estator) u otro rotativo (rotor) haciendo pasar la pasta entre ambos.

²⁹ Descomposición de sustancias orgánicas e inorgánicas complejas en otras más sencillas por acción de agua.

³⁰ El sulfito de sodio o sulfito sódico (Na_2SO_3) es un compuesto incoloro, producto de la reacción de ácido sulfuroso (u óxido de azufre (IV)) con un hidróxido.

³¹ Sosa cáustica.

El nivel de pH³² que suele aplicarse en los procedimientos Químicos-térmicos y Químico-mecánicos es de pH 9, lo que indica que los procesos operan en condiciones alcalinas ligeras. Este tratamiento mejora el hinchamiento de las fibras y ayudan al futuro papel a tener propiedades como: mayor resistencia, limpieza, dispersión y eliminación de las resinas. Estas propiedades son ideales para papeles de embalajes para alimentos, productos de usos sanitarios y domésticos (García, 2007).

En general, el pretratamiento químico es lo que determina el rango de características y propiedades de las pastas, de aquí el parecido a algunas pastas obtenidas de procesos químicos y procesos químicos de alto rendimiento. Por esta razón, existe la posibilidad de crear pastas químico-mecánicas adecuadas para papel de prensa, papel de impresión y escritura, papeles absorbentes, papeles estucados y cartones multicapas (García, 2007).

3.3.2.2.3. Procesos Semiquímicos

Estos procesos se emplean, generalmente, para la obtención de fibras de las maderas de especies frondosas. Son varios los procesos que se consideran semiquímicos, entre ellos se encuentran: semiquímico al sulfito neutro, kraft, sin azufre y con sosa cáustica. Todos los procesos tienen un tratamiento mecánico de refino de discos. Las pastas obtenidas son rígidas, duras, fácilmente moldeable, ásperas y con baja capacidad de absorción. Las características de estas pastas son idóneas para fabricar cartones ondulados, tubos y cartones para cajas (García, 2007).

³² El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio [H₃O⁺] presentes en determinadas sustancias.

3.3.2.2.4. Procesos Químicos (PQ)

En los procesos químicos, el tratamiento mecánico apenas tiene presencia. Los más usados son: kraft, polisulfuro³³, sosa, sosa-oxígeno³⁴, sulfito ácido³⁵ y bisulfito³⁶. En estos casos son los distintos reactivos químicos los que hacen la función de separar las fibras y eliminar la lignina y otros componentes de la lámina media. Salvo el proceso de obtención kraft, el nivel de pH óptimo suele ser bastante bajo, lo cual indica niveles altos de acidez. Las propiedades de las pastas químicas son: alta resistencia, fácil blanqueo (excepto el proceso kraft), fácil refinado y medio-alto rendimiento (García, 2007).

El perímetro de elaboración de papeles obtenidos con estas pastas es bastante amplio. Con las pastas kraft se fabrican papeles para sacos y embalajes, con las pastas procedentes de los procesos de bisulfito se fabrican tisúes de impresión-escritura y papel prensa, con las pastas obtenidas con los procesos de sulfito ácido se producen papeles de alta calidad (García, 2007).

³³ Los polisulfuros son sales que se forman por ataque del anión sulfuro sobre el azufre elemental o por oxidación de sulfuros uniéndose de esta manera dos átomos de azufre.

³⁴ Óxido de sodio: es un compuesto químico cuya fórmula es Na_2O . En presencia de agua reacciona formando hidróxido de sodio.

³⁵ La mezcla del ácido sulfuroso con un hidruro.

³⁶ Los sulfitos son sales procedentes del ácido sulfuroso (H_2SO_3). Las sales de sulfito contienen el anión SO_3^{2-} , siendo los más importantes el sulfito de sodio y el sulfito de magnesio. Se forman al poner en contacto el óxido de azufre (IV) (SO_2) con disoluciones alcalinas.

3.3.2.2.5. Procesos de disolución

Según García Hortal (2007), estos procesos incluyen tratamientos ácidos. Los procesos para disolver más significativos son: kraft con prehidrólisis ácida³⁷ y sulfito ácido³⁸. Las pastas obtenidas en ambos casos tienen un alto porcentaje en alfacelulosa³⁹ (en torno al 90%). En el caso de las pastas obtenidas del proceso kraft, mediante un tratamiento químico alcalino al vapor, se obtienen derivados celulósicos. En el caso de las pastas obtenidas del proceso ácido, mediante un tratamiento químico de disolución con sulfito ácido más una etapa alcalina, se obtienen pastas para elaborar productos como celofán⁴⁰ y rayones⁴¹.

3.3.2.3. Tipos de fibras papeleras tras su transformación

Los distintos procesos y tratamientos de elaboración de pastas que hemos visto en el apartado anterior, repercuten en las propiedades de las fibras, que se reflejan durante la elaboración de las pastas y el papel. Estos

³⁷ En medio ácido se produce la hidrólisis del nitrilo a ácido carboxílico.

³⁸ Es un compuesto orgánico que produce cuando el ácido sulfuroso se mezcla con un hidruro metálico.

³⁹ Polímero lineal de unidades de glucosas donde en posición alfa se encuentra el grupo hidróxido en la parte inferior del anillo.

⁴⁰ El celofán es un polímero natural derivado de la celulosa.

⁴¹ El rayón es una fibra artificial celulósica manufacturada y regenerada.

cambios son químicos y físicos y se evidencian sobre todo en el tamaño de los elementos, por lo que dependiendo de un proceso a otro, la distribución del tamaño de las fibras es variable (García, 2007).

Las dimensiones de las fibras se clasifican entre: largas, medias y finos. Estos tamaños tienen unas cualidades que en función de la proporción de cada uno de ellos, dotan a las pastas de unas características especiales y muy concretas.

3.3.2.3.1. Fibras largas y medias

Como se ha mencionado, la distribución de las fibras de distinto tamaño varía dependiendo de los procesos y tratamientos a los que son sometidas. En este sentido, la proporción de fibras largas e intactas en procedimientos mecánicos clásicos suele ser del 20% del total, en orden al 40% en las pastas elaboradas con procedimientos químicos-termomecánicos y alrededor de un 90% en las pastas elaboradas con procesos químicos; aunque en estas últimas, las fibras suelen ser la mitad más pequeñas que las obtenidas en las pastas mecánicas y por lo tanto se pueden considerar fibras de tamaño medio. En función de la combinación de los procesos mencionados, la cantidad de fibras medias y largas (ver Ilustración 36 y Ilustración 37) también es variable (García, 2007).



Ilustración 36. Microscopía digital de fibra larga y media de pino. García (2007)



Ilustración 37. Microscopía digital de fibra muy larga de algodón. García (2007)

3.3.2.3.2. *Finos*

Según García Hortal (2007), los finos son la fracción que pasa a través de la tela de 200 o 100 mesh⁴² del fraccionador Bauer-McNett⁴³. Los finos se clasifican en primarios o secundarios. Los primarios son los que están originalmente presentes en las pastas sin refinar y corresponden a material celular no fibroso de pequeño tamaño (células leñosas). Los secundarios se producen mediante la desintegración mecánica y el refinado de las pastas (láminas y fibrillas procedentes de la pared de la fibra). El porcentaje de finos en las pastas mecánicas es del orden de entre el 20% y el 40%, y menos del 10% en las pastas químicas.

La combinación de elementos fibrosos de distintos tamaños constituye las diferencias físicas que determinan las distintas propiedades de las pastas, pero es sobre todo en los tamaños pequeños, en los finos, donde se dan mayoritariamente las diferencias químicas. Estas diferencias repercuten sobre todo en aspectos como la densidad y la opacidad del papel resultante (García, 2007). A continuación se expondrán las diferencias entre los finos de las pastas químicas y de las mecánicas:

En las pastas químicas los finos contienen mayor cantidad de hemicelulosas que las fibras medias y largas. Esta característica produce la mejora de los enlaces entre las fibras debido al hinchamiento de las hemicelulosas. Estas adquieren la cualidad de absorción del agua e hinchamiento, lo cual es muy positivo para la consolidación de la hoja.

En las pastas mecánicas, debido a que los finos proceden en gran parte de la lámina media y paredes de las fibras ricas en lignina, los contenidos

⁴² Unidad de orificios que tiene una unidad de superficie. Número de mallas por pulgada.

⁴³ Clasificador de fibras en los procedimientos industriales de elaboración de pastas.

de los finos contienen un alto porcentaje de lignina hidrofóbica. El contenido de lignina en las pastas tiene consecuencias en el producto final (papel) como: opacidad, aumento de rigidez y reducción de la capacidad de hinchamiento, consecuencias que repercuten negativamente en los enlaces de las fibras al no enlazarse. Todo ello da lugar al aumento del área superficial específica no enlazada y del número de interfaces aire-fibra, por lo que el papel fabricado con este tipo de pastas es menos resistente (García, 2007).

3.3.2.4. Tipos de pastas papeleras tras su transformación

Como consecuencia de lo mencionado en el apartado anterior, las propiedades de las fibras determinan la configuración de las pastas papeleras y del papel, por lo que resulta indispensable enumerar los diferentes tipos de pastas que podemos disponer.

3.3.2.4.1. *Pasta mecánica*

La norma UNE 57-003-78 (IRANOR, 1978) define a las pastas mecánicas como: Pasta fabricada mediante procesos mecánicos, a partir de madera o de plantas.

Las pastas mecánicas son:

- a) De refino. Obtenida mediante el procesado de astillas de madera o serrín en refino.
- b) Cruda. Fabricada a partir de madera cocida o tratada al vapor.

- c) De muelas. Obtenida mediante el desfibrado de la madera al ser presionada contra la superficie abrasiva de una muela.
- d) De muela presurizada⁴⁴. El desfibrado de la madera se realiza bajo presión y a elevada temperatura.
- e) Termomecánica. Las astillas de madera se someten a un tratamiento con vapor, se refinan a elevada temperatura y presión. Finalmente se someten a otro refinado a presión atmosférica⁴⁵.
- f) Químico-mecánica. Primeramente, tiene lugar un pretratamiento con productos químicos: se separan las fibras mediante un desfibrado de refino presurizado⁴⁶. Posteriormente, se realiza el recalentamiento de las astillas a una temperatura de 100°C y con la presencia de productos químicos.
- g) Químico termomecánica blanqueada. Pasta que se blanquea hasta alcanzar una blancura alta superior a 70° según las normas de blancura ISO/UNE (Educagráfica, 2007).

3.3.2.4.2. Pasta química

La norma UNE 57-003-78 (IRANOR, 1978) define a las pastas químicas como: Pasta obtenida a partir de la eliminación de una parte considerable de los componentes no celulósicos de la materia prima mediante un tratamiento químico denominado cocción de lejiado.

⁴⁴ Muela en la que el desfibrado de la madera se realiza bajo presión y a elevada temperatura.

⁴⁵ Pasta mecánica producida mediante un proceso en el que las astillas de madera se someten a un tratamiento con vapor, se refinan a elevada temperatura y presión y finalmente se someten a un segundo refinado a presión atmosférica.

⁴⁶ A presión atmosférica.

Se trata de procesos químicos de obtención de celulosa de madera a partir de tratamientos con reactivos químicos. Los tratamientos más destacados son:

- a) Con sosa cáustica. Descubierta por Hugo Burgess y Charles Watt en 1851.
- b) Con bisulfito⁴⁷. Descubierta por Benjamín Chew Tilghman en 1880.
- c) Con bisulfito neutro⁴⁸.
- d) Con sulfato⁴⁹ y pasta kraft⁵⁰. Descubierta por Carl Dahl en 1884.

3.3.2.4.3. Pasta semiquímica

La norma UNE 57-003-78 (IRANOR, 1978) define a las pastas semiquímicas como: "Pasta obtenida mediante una combinación de un tratamiento químico y otro mecánico".

Las pastas semiquímicas más destacadas son:

- a) Al Bisulfito neutro. Obtenida mediante la utilización de un licor o la lejía de cocción, formando una mezcla de sulfito de sodio y suficiente cantidad de carbonato sódico para asegurar que el licor o la lejía permanecen ligeramente alcalinos durante el proceso.

⁴⁷ Sal ácida muy inestable que al reaccionar con el oxígeno se convierte en sulfato de sodio.

⁴⁸ Licor o lejía que contiene, esencialmente, una sal de sulfito.

⁴⁹ Sales o los ésteres del ácido sulfúrico.

⁵⁰ Hidróxido de sodio y sulfato de sodio usados juntos para extraer la lignina y obtener la pasta.

- b) Kraft de alto rendimiento.
- c) Al sulfito de alto rendimiento. En la lejía de cocción predomina una disolución de carbonato sódico, a la cual se añade una pequeña cantidad de hidróxido sódico con el fin de mantener una determinada alcalinidad.
- d) Al carbonato sódico. En la lejía de cocción predomina una disolución de carbonato sódico a la cual se añade una pequeña cantidad de hidróxido sódico con el fin de mantener una determinada alcalinidad.

3.3.3. Papel reciclado

El papel reciclado es el resultado del aprovechamiento de otros papeles ya usados. Normalmente se trabaja de forma industrial y en grandes volúmenes (ver Ilustración 38). En la actualidad, existen multitud de fábricas que elaboran papel con fibras procedentes de otros papeles ya utilizados, pero la mayoría utilizan las fibras recicladas en combinación con fibras vírgenes.

Según Díaz (2009), el llamado papel reciclado se elabora con fibras secundarias, con fibras de papel usado. Su producción se debe a la búsqueda de una solución a la tala indiscriminada de árboles y a la gran cantidad de recursos generados.

Existen dos conceptos que tenemos que tener en cuenta: el papel reutilizado y el papel reciclado propiamente dicho.

El primero procede de residuos y excedentes de papel blanco, por lo que el resultado es un papel de mejor calidad, menos utilizado, más limpio y homogéneo.

El segundo procede de cualquier tipo de papel y cartón y necesita tratamientos de blanqueo concretos para eliminar cualquier color. Además, el papel reciclado suele tener bastante suciedad acumulada que debe ser

eliminada. Para lograr estos tratamientos de blanqueo y limpieza, la fibra sufre una pérdida de calidad que debe ser amortiguada con pasta virgen.

En ambos casos, recuperar la pasta del papel una vez utilizado parece que no es una tarea difícil, al no ser que sufra fuertes contaminaciones con otros productos no compatibles o costosamente compatibles con los procesos de reciclados de pastas. La recuperación de papel viejo o papelote es una técnica antigua que presenta actualmente un alto interés por determinados motivos relacionados mayormente a la sostenibilidad medioambiental.

El papel recuperado procede en su mayoría de plantas de reciclaje de residuos, de archivos de centros educativos, de distintas empresas, de instituciones, etc.

A nivel mundial, son muchas las fábricas de papel que complementan las pulpas que proceden de fibras vírgenes con las que proceden de fibras recicladas, e incluso muchos fabricantes producen papel exclusivamente con pastas recuperadas, especialmente en naciones que tienen que importar pasta virgen al no disponer de suficientes recursos forestales (Díaz, 2009).



Ilustración 38. Depósito de papel de una fábrica de papel reciclado.

La fabricación combinada de papeles con pastas recicladas y vírgenes depende del uso final. Normalmente los productos fabricados con estas combinaciones o con papel reciclado son cartones, envases, embalajes, tisús (higiénicos) y papel de prensa. En el proceso de recuperación de pastas, se eliminan tintas, plásticos, metales, polvo y otras materias con procesos como: decantación, vibración y depuración cíclica (Díaz, 2009).

3.3.3.1. Factores de la calidad de las pastas

Como se ha mencionado anteriormente, las fibras secundarias son inferiores a las vírgenes. Los inconvenientes de las fibras recicladas respecto a las fibras vírgenes son bastantes y a menudo, a medida que aumenta el número de reciclados, la calidad de la fibra disminuye.

Según García Hortal (2007), los factores que intervienen en la calidad de las pastas con fibras de papel reciclado son:

- Daños en las fibras: acortamiento de las fibras y creación y acumulación de finos. Si bien el acortamiento tiene poca influencia, los finos afectan significativamente al proceso y las propiedades del producto, ya que contiene dos veces más carga que los finos recientemente creados; disminuyen la eliminación por desgotado y la porosidad.
- Cambios en las propiedades físicas: hinchamiento, flexibilidad y área de enlace relativa.
- Cambios en las propiedades superficiales que afectan a la fuerza de los enlaces, reducen el hinchamiento y la eficiencia de los aditivos.
- Acumulación de aditivos, especialmente cargas inorgánicas. Las pastas recicladas tienen una mayor densidad de carga que las pastas químicas.

3.3.3.2. Efectos de las pastas con papel reciclado

Según García Hortal (2007), los tres efectos más importantes del reciclado que intervienen en las pastas son:

- Pérdida de resistencia y densidad (cornificación) en las pastas químicas refinadas.
- Ganancia en resistencia y densidad (aplanado y flexibilización) en las pastas mecánicas.
- Ganancia en resistencia con sólo un cambio muy pequeño en densidad (eliminación de ondulación y abarquillado) en las pastas químicas no refinadas.

3.3.3.3. El blanqueo

La tonalidad de las pastas es un aspecto fundamental en la utilización final del papel. Determinados usos del papel exigen una tonalidad blanca total o en su defecto acercarse lo máximo posible al blanco. En el caso de los papeles realizados en este trabajo de investigación, la blancura del papel no es una cuestión primordial, sin embargo el blanqueo sí forma parte de ella (ver en el apartado 7.2.3.1 “Elaboración de las pastas”). La medición de la blancura se rige por las normas ISO, en estos momentos la norma vigente más actual es ISO 12647-7:2007 (Educagráfica, 2007).

3.3.3.4. Primeros blanqueos

Los primeros procesos de blanqueo de las pastas papeleras tuvieron lugar en Japón. Como se menciona en el apartado 3.3.1.2 “Proceso de elaboración del washi”, los japoneses comenzaron a utilizar cenizas

procedentes de la quema de pajas de arroz u otros tipos de maderas con el fin de eliminar los elementos inservibles como la lignina, las ceras y las grasas. Además, tanto los pueblos chinos como japoneses provocaban la fermentación de las fibras con otros productos alcalinos como los orines humanos. Posteriormente, el empleo de las sustancias mencionadas han sido sustituidas por otras más efectivas como la cal, el carbonato sódico o la sosa caustica (Lazaga, 2002).

3.3.3.5. Motivos del blanqueo

Los usos del papel dependen imprescindiblemente de las características físicas de las fibras y los tratamientos de refinado y de disolución y eliminación de materias no fibrosas. En este sentido, los tratamientos blanqueadores tienen una función vital.

Como se menciona en el apartado 3.3.3.3, las pastas se deben blanquear dependiendo de los diferentes usos que vaya a tener cada papel.

Según García Hortal (2007), algunos de los motivos más importantes del blanqueo de las pastas son:

- Mejora de la limpieza de la pasta mediante la eliminación de haces de fibras y partículas de corteza no eliminados en la cocción.
- Eliminar problemas de amarilleamiento del papel ocasionados por la exposición a la luz.
- Eliminación de extractos con la consiguiente mejora de la absorbencia (importante en productos de higiene y sanitarios).

3.3.3.6. El cloro

El cloro es un elemento químico básico descubierto por el químico sueco Carl Wilhelm Scheele en 1774. Tiene su origen en una época de escasez de trapos existente en el siglo XVIII, que produjo un estancamiento de la materia que obligó a no exportar trapos al extranjero y a utilizar trapos sucios y de color. El descubrimiento del cloro significó la solución al problema del color y de la suciedad de las fibras procedentes de los trapos.

Actualmente el cloro, pese a ser considerado un problema en cuanto a la eliminación de sus residuos, es el elemento más utilizado en los tratamientos blanqueadores de las pastas papeleras, (Díaz, 2009).

3.3.3.7. Tratamientos blanqueadores

Como se ha mencionado en los subapartados anteriores, los tratamientos blanqueadores tienen un papel fundamental con respecto a las características finales del papel.

Los tratamientos químicos de blanqueo eliminan o modifican las sustancias que dan color a las pastas, normalmente se trata de restos de lignina y extractos. El proceso de blanqueo es una continuación de los procesos de obtención de pastas y deslignificación iniciados en la cocción y seguidos en etapas que consisten en añadir a las pastas agentes oxidantes que generan grupos de ácidos en la lignina residual⁵¹ y otros que eliminan productos de degradación de la lignina insolubles en agua.

⁵¹ Es la lignina sobrante en los procesos de elaboración de pastas.

Como ya mencionamos, el elemento más utilizado en los tratamientos blanqueadores es el cloro, pero también existen otras sustancias muy utilizadas.

Según García (2007), los tratamientos más utilizados son:

- Cloración (medio ácido). Produce la oxidación y cloración de la lignina.
- Dióxido de cloro (medio ácido). Oxida, blanquea y solubiliza la lignina. Combinado con cloro protege a la celulosa frente a la degradación.
- Hipoclorito (medio alcalino). Oxida, blanquea y solubiliza la lignina.
- Oxígeno (alta presión, medio alcalino). Oxida y solubiliza la lignina.
- Peróxido hidrógeno (medio alcalino). Oxida y blanquea la lignina en pastas químicas y de alto rendimiento.
- Ozono (medio ácido). Oxida, blanquea y solubiliza la lignina.
- Hidrosulfito (sólo para pastas mecánicas). Reduce y decolora la lignina en pastas de alto rendimiento.
- Extracción alcalina. Hidroliza cloroligninas y solubiliza lignina.

3.3.4. Proceso artesanal de elaboración de papel

En este subapartado se muestra uno de los procesos de elaboración de pastas y papel. De especial interés es “Papel elaborado de forma artesanal” (Lockie, 2002), un manual en el que figuran los métodos de aprovechamiento y adaptación de fibras de restos de frutas y hortalizas para la realización de papel artesanal. Lockie muestra métodos caseros de preparación de fibras vegetales, elaboración de las pastas, coloreado de las pastas y formación de las hojas de papel (ver en el apartado 2.2.2.1 “Papeles a base de partes no comestibles de frutas y hortalizas”, en la página 45).

3.3.4.1. Preparación de la fibra

En el repertorio de Lockie se indica los tiempos de cocción para cada materia con la que trabajar, por lo tanto, en cada tipo de fibra, debe realizarse un estudio para averiguar el tiempo de cocción y la preparación más idónea.

Los pasos de preparación de fibra son los siguientes (Lockie, 2002):

1. Cortar las partes no comestibles en trozos. Posteriormente han de ser lavados y dejados en agua durante unas 24 horas.
2. Depositar los trozos en un recipiente tipo caldera, llenándolo hasta la mitad o tres cuartas partes. Añadir agua hasta completar la altura de los trozos.
3. Calentar 300 ml de agua y añadir 200 gr de sosa cáustica. Verter la solución en la caldera.
4. Poner la caldera en un fogón eléctrico al aire libre y dejar en ebullición de 2 a 5 horas hasta que las fibras sean viscosas.
5. En un cubo colador, enjuagar la fibra hasta que el agua salga clara.

3.3.4.2. Elaboración de las pastas

Para la elaboración de las pastas, Lockie advierte de que en determinadas plantas, y partes de plantas en especial de frutas y hortalizas, las fibras son más cortas y quebradizas, por lo que necesitan consolidarse con fibras más resistentes como las de abacá o de papel reciclado.

Los pasos para la elaboración de pastas son los siguientes (Lockie, 2002):

1. Introducir en un recipiente la materia cocida con dos tercios de agua. Accionar una batidora y triturar durante 30 segundos.
2. Comprobar si la pulpa está bastante batida echando un poco en un jarro de agua. Tapar el jarro y agitarlo. Si las fibras se reducen a una finura homogénea, tienen una consistencia adecuada.
3. Añadir colas a la pulpa para volverla impermeable.

3.3.4.3. Coloreado del papel

El coloreado y el aclarado de la pulpa son indispensables dependiendo de la finalidad del papel. En la elaboración tradicional del papel, son varios los métodos empleados (Lockie, 2002):

- Aclarado. Para aclarar las fibras muy oscuras, se pueden introducir en una solución de agua oxigenada (peróxido de hidrógeno). Para ello, se debe verter unos 500 ml por cada 10 litros de pulpa. A continuación se debe remover y dejar en un lugar fresco, protegida de la luz solar directa, hasta que la pasta alcance el grado de claridad deseado.
- Mordentado. La mayoría de sustancias empleadas para colorear la pasta requieren que la pulpa se vierta en un mordiente porque de esta forma el color del tinte se fijará en la fibra. Un mordente muy adecuado es el alumbre (sulfato amonioaluminico).

Los pasos para realizar el mordentado son los siguientes:

1. Disolver 200 gr de alumbre en 470 ml de agua caliente. Verter en una caldera de 20 litros que contenga pulpa. Con cantidades menores de pulpa, adaptar la proporción en cada caso. Dejar reposar de 6 a 10 horas.
 2. Filtrar la pulpa y añadir agua limpia. Colorear la pasta con cualquier tinte que requiera el mordentado.
- Mordientes incorporados. Existen sustancias naturales que poseen un mordiente incorporado, algunas de ellas son: azafrán, café, té, alheña, pimienta, etc. Normalmente las sustancias han de verterse a la pulpa con agua caliente y dejando reposar la mezcla durante unas dos horas.

3.3.4.4. Formación de las hojas de papel

El método de formación de hojas es el siguiente (Lockie, 2002):

1. Llenar la tina de agua hasta los dos tercios y añadir pasta. A mayor cantidad de pulpa, mayor será el grosor de los papeles. Cada vez que forme una nueva hoja, añadir la cantidad de pasta requerida dependiendo del tamaño del tamiz utilizado.
2. Humedecer la malla del tamiz. Sujetar el tamiz con una mano, con la cara de la malla hacia arriba y apoyando el marco encima. Con la otra mano, remover la pasta de la tina. Es importante remover sólo en sentido longitudinal para que el agua no se desborde de la tina.

3. Sujetar el tamiz con las dos manos de modo que quede horizontal, sumergirlo en el fondo de la tina y subirlo lentamente hasta la superficie. Sacudir ligeramente el tamiz con suaves movimientos de vaivén. Esperar hasta que escurra la mayor cantidad de agua sobrante.
4. Retirar el marco del tamiz. Con la malla y la pasta hacia abajo, depositarla sobre bayetas absorbentes.

Es necesario tener en cuenta que las fibras procedentes de plantas menguan y se arrugan considerablemente tras el secado de las hojas.

4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: EL PAPEL EN LA CREACIÓN ARTÍSTICA

La invención del papel supuso una de las mayores revoluciones en cuanto a la escritura y el arte, algo equiparable a la aparición de las computadoras en el siglo XX.

El uso del papel en las artes plásticas existe desde la invención de aquel, pero las técnicas empleadas para la construcción o aplicación en las obras de arte han ido evolucionando de manera natural a medida que se han ido incorporando “nuevas tecnologías” y “nuevos lenguajes”.

En este capítulo se trata el uso del papel por los artistas como técnica, especialmente aquellos procesos y obras en los que se manipula la pasta papelera en el mismo proceso de elaboración.

4.1 . El papel en las técnicas artísticas tradicionales

El papel ha sido y es un soporte ideal para técnicas de dibujo, de pintura. También para las técnicas tradicionales directas e indirectas de grabado que con los avances tecnológicos como por ejemplo la fotografía, se han ido desarrollando nuevas posibilidades plásticas.

Como soporte tridimensional, existen gran cantidad de recursos plásticos y técnicos a partir del plegado del papel, el uso de cartones y la yuxtaposición de papeles.

A lo largo de la historia aparecieron recursos como la litografía, la serigrafía, el frottage, el porchoir, el estarcido, etc., que teniendo como soporte el papel, daban soluciones técnicas a problemas de tipo social. Del mismo modo, a principios del siglo XX se generalizó el uso del collage, un recurso expresivo muy apreciado por los artistas cubistas (Martínez, 1998).

Según Martínez Moro (1998), el uso del collage por estos artistas tiene sus antecedentes en determinadas técnicas del grabado tradicional que en algunos casos empleaban papeles muy finos de estraza para crear tonos y medias tintas (ver Ilustración 39).

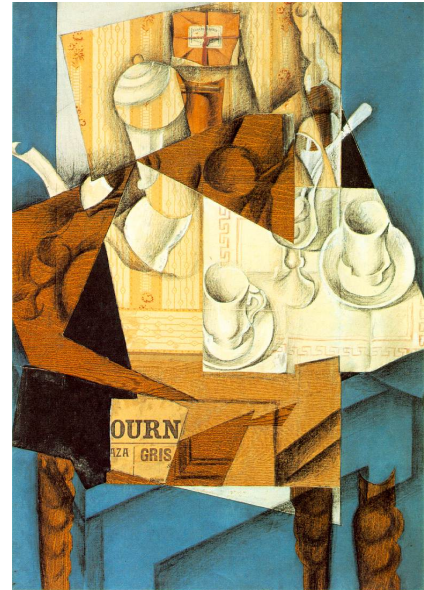


Ilustración 39. (Webmuseum Paris, 2002). Juan Gris. *Still lives*

Estos papeles se estampaban al mismo tiempo que otros de mayor gramaje, con el objetivo de conseguir registros más fidedignos de las líneas. Los papeles finos mencionados, por efecto de la cola se adherían a los gruesos integrándose, y se situaban únicamente en la superficie de la imagen. Los márgenes quedaban con el papel soporte, produciendo una doble calidad y un sutil juego en el resultado final de la estampación.

En la técnica del collage se combinan distintos tipos de papeles y cartulinas, fabricados o no industrialmente, con distintos tipos de pintura o dibujo e incluso con técnicas escultóricas. Todo ello con la finalidad de conseguir ricos efectos a base de texturas, colores y calidades gráficas.

4.2. La pulpa de papel como material de creación artística

Como hemos mencionado en el apartado 1, el uso del papel en el terreno artístico, no se limita a su uso como soporte, sino que también se utiliza como materia sustancial y expresiva en diferentes técnicas de dibujo, el grabado, pintura y escultura.

El objeto de estudio de este apartado es la revisión de vertientes que usan la pulpa papelera como técnica para conseguir efectos plásticos. Se trata de una tendencia artística con distintas denominaciones y que se está trabajando aproximadamente desde el último cuarto del pasado siglo.

A continuación vamos a enumerar las líneas más claras en las que suele trabajarse la tendencia de experimentación con pulpas paperas anteriormente mencionada. Las líneas son:

1. Impresión sobre papel artesanal. Además de la impresión tradicional se incluyen obras realizadas mediante manipulación indirecta creando diferentes moldes o gofrados y/o añadiendo texturas mediante el arañado, rascado o el flotado.
2. Escultura e instalaciones realizadas con papel.
3. Por manipulación de la pulpa pigmentada. Modelado de formas que se estructuran en el plano a modo de relieve y sin ningún otro tratamiento.
4. Por manipulación de la pulpa pigmentada en combinación con otros elementos como telas y maderas. Además los artistas rascan, arañan y flotan la materia buscando diferentes texturas.

La inclusión de los artistas en cada una de estas líneas, se debe a los intereses personales plásticos que persigue esta investigación, sobre todo porque están relacionadas con las técnicas, procedimientos, materiales y

cualidades plásticas. Sin embargo, pensamos que es necesario mencionar que existen otros muchos artistas de gran interés y que por la razón argumentada anteriormente no se ha introducido.

4.2.1. Impresión sobre pulpa de papel o papel artesanal

Son numerosos los artistas que utilizan medios de impresión para configurar obras con ciertos efectos y elementos cromáticos y gráficos. En este caso, los artistas seleccionados realizan impresiones no como metodologías aisladas, sino como un componente más de un conjunto de acciones plásticas.

Un caso muy particular e interesante en esta línea de trabajo es el “grabado matérico”, el cual en EE.UU y Europa ha tenido otras denominaciones como “collagraph”, “monotipe” o “técnicas aditivas”. Pese a las distintas nomenclaturas dadas a estas líneas de trabajo, todas coinciden en que los artistas tenían la necesidad de renovar la estética de la gráfica conforme a las necesidades que las nuevas corrientes de vanguardia planteaban. Algunos de los espacios artísticos en los cuales se planteaban estos cambios eran en Pratt de New York, en Tamarind de Los Ángeles, o en Gemini G.E.L.

Desde el punto de vista técnico, los artistas trabajan esta modalidad de grabado adaptando los medios a sus intereses plásticos. En esta línea hemos incluido a los artistas Kenneth Polinskie, Helen Frederick, Jennifer Cohen, José Fuentes y Juan García Ripollés, aunque podríamos haber incluido a otros artistas como Chuck Close (ver en la página 150), Lucio Muñoz (ver en la página 163) y Laurence Barker (ver en la página 166), pero por razones metodológicas de sus trabajos con pulpas papeleras, los hemos incluido en otras líneas.

En estos casos se combinan pastas de papel con otros materiales simultáneamente cuando las pastas están tiernas. El elenco de materiales utilizados es indeterminado, son los que cada artista considera más oportunos. Algunos de ellos son: pigmentos, cualquier tipo de fibra, virutas,

otros papeles, resinas, e incluso cualquiera de los materiales utilizados en otras técnicas artísticas (acrílico, acuarela, grafito, etc.). Por otro lado, también hay artistas que incorporan objetos más voluminosos como maderas o cuerdas, por lo que también se podría hablar del concepto de ensamblaje.

Respecto a las metodologías empleadas, en estos casos cada artista suele crear un sistema específico de moldes que se adapta a sus necesidades creativas. El resultado son obras en la que soporte y material plástico forman un todo (Martínez, 1998).

4.2.1.1. Ken Polinskie

Kenneth Polinskie (Polinskie, 2010), nació en 1952 en Astoria, New York (EEUU).

Según el propio artista, su obra es un compromiso con lo natural de por vida. El tema es la naturaleza a través de las relaciones afectivas, como metáfora, como fábula (ver Ilustración 42). En sus temas figurativos los animales representan complejos dilemas de la condición humana. Todo ello con profundo anhelo de liberación emocional (Frederick, 2008).

La metodología que utiliza Polinskie es bastante variada. En primer lugar realiza los papeles a mano con fibras de algodón. Tras el proceso de fabricación y estando la materia todavía húmeda, transfiere simples coloreados o imágenes parciales que servirán de base para la posterior elaboración de imágenes finales (ver Ilustración 41). Posteriormente imprime imágenes o las ilustra con técnicas pictóricas como el gouache, la acuarela o tintas. A veces Polinskie también incrusta hojas secas en las láminas formadas. (Asunción, 2009).

En el proceso Polinskie espera posibles accidentes que puedan alterar la homogeneidad de las superficies. Además, en las intervenciones que el artista realiza con los papeles ya elaborados y preparados, suele verter pulpa encima de los colores o líneas ya configuradas. Todo ello provoca en

las imágenes realizadas una gran atmósfera, solidez estructural y dinamismo (Frederick, 2008).

El proceso de creación de imágenes que realiza Polinskie, integra los elementos configurados en el mismo proceso de elaboración de papel con los realizados posteriormente con otras técnicas como la acuarela, la tinta china, el acrílico, el carboncillo o la impresión digital. Además como podemos observar en la Ilustración 40, el artista puede llegar a incluir elementos tridimensionales que acentúan la lectura de la obra.



Ilustración 40. (Polinskie, 2010). *Ken Polinskie's happy medium*



Ilustración 41. (Polinskie, 2010). *Ken Polinskie's happy medium*



Ilustración 42. (Polinskie, 2010). *Ken Polinskie's happy medium*

4.2.1.2. Helen Frederick

Helen Frederick (Frederick, 2008), nació en 1951 en Pennsylvania (EEUU). Profesora de arte y tecnología visual en la Universidad George Mason.

Frederick es una artista que elabora gran cantidad de objetos, por lo que no se cierra a trabajar en ningún formato. Todo lo que realiza Helen está hecho con papel a mano: pinturas, dibujos, monotipos, instalaciones y libros de artista, etc. Es una artista muy experimental que emplea fibras como el kozo, gampi y algodón. En el proceso de elaboración incorpora todo tipo de pigmentos, filamentos de metales oxidados, otros papeles y técnicas húmedas y secas como pueden ser la acuarela y el grafito.

El resultado de las obras de Helen son composiciones muy ricas y contrastadas en texturas y en cromatismos. El reparto de elementos es muy homogéneo en la mayoría de las composiciones (Frederick, 2009).

En el trabajo de Frederick se integran las diferentes pastas, desteñidos y degradados del color de otros papeles con los márgenes orgánicos de los planos. Sin embargo, es la incorporación de elementos impresos que posteriormente integra en sus composiciones lo que nos suscita mayor interés. Estas impresiones son realizadas para, a continuación, intervenir sobre ellas con pastas preparadas, acuarelas o collages (ver Ilustración 43, Ilustración 44 e Ilustración 45).



Ilustración 43. (Frederick, 2009). *Paper works*



Ilustración 44. (Frederick, 2009). *Paper works*



Ilustración 45. (Frederick, 2009). *Paper works*

4.2.1.3. Jennifer Cohen

[Jennifer Cohen](#) (Salón 94, 2012), escultora, pintora y grabadora nacida en 1974 en Nueva York (EEUU).

Los temas con los que trabaja están basados en un juego de sensaciones. Cohen confronta la calma y la agresividad por mediación de contrastes de elementos básicos como: manchas, texturas y líneas. En ocasiones son sutiles, en otras están muy cargadas de fuerza.

Cohen es una artista que trabaja en serie. Posiblemente la serie más importante es *Mono-grabados*. En estos trabajos la artista combina elementos figurativos con otros plenamente matéricos, ofreciendo un efecto muy escultórico.

En cuanto a las metodologías empleadas, construye los papeles con algodón y otros papeles reciclados de forma bastante experimental. La artista recurre continuamente a la prensa para incrustar las materias y convertir sus piezas en una especie de ensamblaje (ver Ilustración 46, Ilustración 47 e Ilustración 48).

En muchas ocasiones Cohen realiza impresiones a color que combina con sutiles coloraciones grises. Finalmente la artista suele intervenir con alguna técnica directa como puede ser la acuarela o el gouache (Dieudonne, 2010).



Ilustración 46. (Salón 94, 2012). Jennifer Cohen



Ilustración 47. (Salón 94, 2012). Jennifer Cohen



Ilustración 48. (Salón 94, 2012). Jennifer Cohen

4.2.1.4. José Fuentes

José Fuentes (Fuentes, 2010), grabador y profesor de la Universidad de Salamanca, nacido en 1951 en Torrellano (Elche).

Con respecto a la metodología que utiliza, Fuentes produce distintas pastas de diversos orígenes y colores que yuxtapone y prensa directamente para dar lugar a imágenes y manchas que en algunas ocasiones retoca grabando finos surcos, en otras utiliza planchas xilográficas para producir bajorrelieves (ver Ilustración 49 e Ilustración 50). En este caso busca un encuentro de símbolos y elementos matéricos (Cuevas, 2005).

José Fuentes trabaja en series. Su ímpetu por investigar las posibilidades plásticas en el terreno del grabado, le llevó a trabajar el “grabado matérico”. Frente a la limitación que ofrece el grabado tradicional, el grabado matérico daba a Fuentes la posibilidad de trabajar con materiales desarrollados “en su propia cocina”. Ejemplos de ello son los papeles hechos a mano en su serie “Zooides”. En esta ocasión el artista ilicitano realiza tratamientos de arena coloreada que otorga a la obra de un cierto aspecto de fósil (Aracil, 2001). Por otro lado, en el caso de otra serie denominada “tijeras”, combina técnicas de cerograbado y barniz blando con elementos corpóreos como masas líquidas y papeles arrugados realizados en masilla sintética de poliéster coloreada.

La obra de José Fuentes es un auténtico ejemplo de versatilidad experimental a la que puede someterse el papel y demuestra que la pulpa papelera puede combinarse con gran cantidad de técnicas de pintura y grabado. Prueba de ello, es que sus métodos y sus creaciones papelera son muy investigadas por diversos colectivos y universidades. Un ejemplo de ello es la tesis *El molde de bloque como matriz. Una mirada personal al relieve en la gráfica contemporánea*. Este trabajo es de María Del Carmen Ruiz presentada en el año 2007 en la Universidad Politécnica de Valencia y dirigida por el profesor Antonio Alcaraz Mira.



Ilustración 49. (Fuentes, 2010). José Fuentes



Ilustración 50. (Fuentes, 2010). José Fuentes



Ilustración 51. (Fuentes, 2010). José Fuentes



Ilustración 52. (Fuentes, 2010). José Fuentes

4.2.1.5. Juan Ripollés

[Juan García Ripollés](#) (García Ripollés, 2011a), pintor, escultor y grabador, nacido en 1932 en Valencia.

Aunque este artista es más conocido por sus estrambóticas esculturas, también realiza unas series de grabados en las que utiliza una técnica que el mismo denomina “grabado matérico”. En este caso Ripollés fabrica pastas de papel en las cuales incluye y mezcla con materiales de toda índole como son: Planchas de desguaces, pigmentos, residuos de metales, serrín, etc. En el proceso de trabajo Juan va prensando las pastas, o va realizando pequeños surcos, incorporando en las pulpas de materias como papeles triturados, serrín o virutas que están distribuidas de forma muy ordenada y con la intención de delimitar los planos que siluetean formas (ver Ilustración 53, Ilustración 54 e Ilustración 55).

Las imágenes de Ripollés están configuradas con las propias materias que va incorporando, creando un especial dialogo entre la materia y la iconografía que configura.



Ilustración 53. (García Ripollés, 2011b). *Grabado*

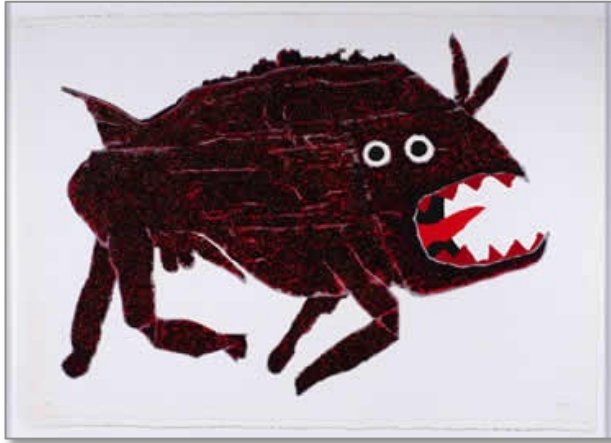


Ilustración 54. (García Ripollés, 2011b). *Grabado*



Ilustración 55. (García Ripollés, 2011b). *Grabado*

4.2.2. Escultura e instalaciones realizadas con papel.

La segunda de las cuatro líneas en las que englobamos a los artistas que trabajan con pulpas papeleras, hace referencia a esculturas e instalaciones. Los artistas que trabajan esta tendencia, manipulan las pastas y materias celulósicas para configurar elementos tridimensionales. Las obras realizadas precisan en muchos casos de elementos rígidos en los que sustentarse; en otros, es la propia pasta celulósica la que distribuida de forma contundente ejerce la fuerza necesaria para mantener su propia estructura. En esta línea hemos incluido a los artistas Alejandro Volij, Nanci Cohen y Caroline Greenwald.

4.2.2.1. Alejandro Volij

[Alejandro Volij](#) (Volij, 2008), artista nacido en 1959 en Buenos Aires. Profesor de pintura en la Escuela Nacional de Bellas Artes Prilidiano Pueyrredón (Argentina).

Volij investiga a través de la materia temas relacionados con la religión cristiana.

En cuanto a la metodología, realiza obras de carácter pictórico-escultórico a partir de pulpa de papel que él mismo fabrica. Las fibras que utiliza pertenecen a plantas de algodón, formio, lirio, alcaucil y yuca, las cuales mediante una elaboración artesanal, se convierten en pulpas que mezcla y superpone con otras fibras menos elaboradas. El resultado son sensibles bajorrelieves y esculturas que conservan el color natural de la planta de origen y que al mismo tiempo recuerdan a imágenes casi abstractas que podrían encontrarse en el medio natural (ver Ilustración 56, Ilustración 57 e Ilustración 58).



Ilustración 56. (Bolíj, 2008). *Papel artesanal*



Ilustración 57. (Bolíj, 2008). *Papel artesanal*



Ilustración 58. (Bolíj, 2008). *Papel artesanal*

4.2.2.2. Nancy Cohen

[Nanci Cohen](#) (Cohen, 2012), pintora y escultora nacida en 1962 en New Jersey (EEUU).

Cohen es una artista multidisciplinar que trabaja con gran cantidad de materiales. La artista conforma composiciones mediante la repetición de elementos geométricos.

La técnica empleada por Nancy son generalmente impresiones sobre previas composiciones de color configuradas con pulpas de abacá coloreadas y caucho líquido que provocan la rigidez del papel (Ilustración 61).

En ocasiones Cohen provoca oxidaciones (Ilustración 59) y otras reacciones que enriquecen de efectos sus obras.

Por otra parte la artista de New Jersey realiza instalaciones en las que distribuye papeles colgados acompañados de estructuras metálicas cubiertas de pasta de papel (Ilustración 60). En la misma línea se sitúan los objetos-mueble que crea (sillas, hamacas, tumbonas, etc.). Estos objetos son una combinación de papel hecho a mano, cemento, cuerdas, etc.



Ilustración 59. (Cohen, 2012). Nancy Cohen



Ilustración 60. (Cohen, 2012). Nancy Cohen



Ilustración 61. (Cohen, 2012). Nancy Cohen

4.2.2.3. Caroline Greenwald

[Caroline Greenwald](#) (Greenwald, 2004), nacida en 1936 en el estado de Wisconsin (EEUU).

Greenwald elabora ligeras esculturas, libros de artista e instalaciones. Sus obras la exponen como una continuación de los elementos y fenómenos naturales como el agua, el viento o el movimiento de los tifones (ver Ilustración 62, Ilustración 63 e Ilustración 64).

Estas obras de arte son las grabaciones de los vientos que pasan encima de la tierra, las lluvias que descienden hacia la superficie, ondas que se estrellan sobre sus bordes, el agua de los ríos o el modelo que talla la tierra. Dibujo como se mueve el aire

*sobre la piel, la niebla, el tifón; como la ondulación de las plumas
que se mueven sobre la superficie de un lago.*¹ (Greenwald, 2004)

Greenwald elabora sus obras de papel realizando procesos artesanales con fibras como abacá, amate, tengujo, guampi y con otras materias como pelos blancos de crin de ciervo.



Ilustración 62. (Greenwald, 2004). *The art of Caroline Greenwald*

¹ Traducción del autor.

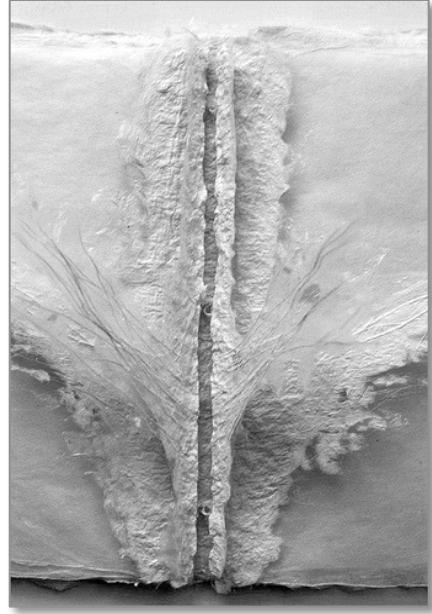


Ilustración 63. (Greenwald, 2004). *The art of Caroline Greenwald*

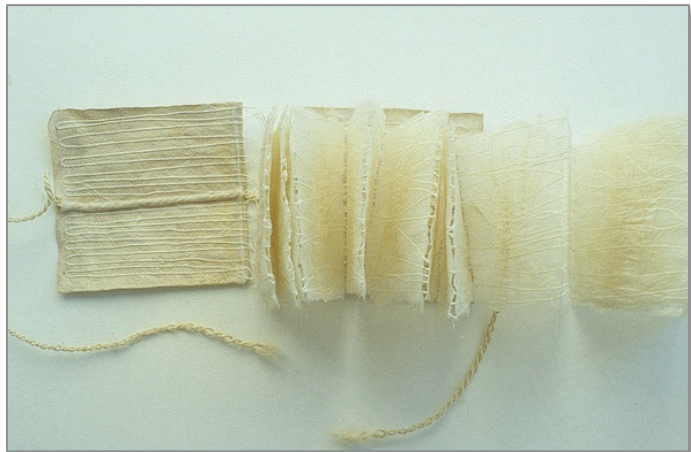


Ilustración 64. (Greenwald, 2004). *The art of Caroline Greenwald*

4.2.3. Manipulación de la pulpa pigmentada.

En este tercer apartado se muestra una selección de artistas que trabajan con pastas pigmentadas. Los artistas de esta tendencia, trabajan las pulpas sin añadir otros elementos salvo tintes y pinturas que mezclan o yuxtaponen a las pastas. En esta línea hemos incluido a los artistas Charles Thomas Closet, William Weege, Rafael Caldach, David Hockney y Amanda Guest.

4.2.3.1. Chuck Close

[Charles Thomas Closet](#) (Close, 2012), nacido en 1940 en Washington (EEUU). Pintor hiperrealista, fotógrafo fotorrealista y profesor de arte en la Universidad de Massachusetts.

Los temas que trabaja siempre han girado en torno al retrato. Según Martínez Moro (1998, p 151), “organiza su trabajo, tanto en pintura como en grabado, a partir de retratos fotográficos que interpreta de forma minuciosa y casi virtuosa en las distintas técnicas que ofrece el medio”.

Antes de analizar la obra de Close que más nos interesa para este trabajo de investigación, hemos de mencionar que este autor también encajaría en el apartado 4.2.1 “Impresión sobre pulpa de papel o papel artesanal”, pero debido al procedimiento tan laborioso centrado en el entintado de las pastas, se ha decidido hablar de su obra en este apartado.

Desde la pintura hiperrealista hasta la actual, en Close ha habido una interesante deriva técnica fruto de una actitud experimental que le llevó a trabajar sus obras mediante la plasmación de huellas y otras técnicas y métodos como la acuarela y pulpas papeleras grises hechas a mano.

Con la última técnica, Close trabaja con pulpas de papel y moldes. Según Martínez Moro, el procedimiento es el siguiente:

En las obras que realiza mediante la construcción de enormes estructuras de celdillas, cada una de las cuales hace de molde para una pequeña porción de pasta de papel. El proceso consiste en que una vez secos y unidos sobre un soporte los cientos de fragmentos de pulpa de papel que componen las imágenes, se retira la estructura de pequeños moldes, pudiéndose repetir la operación con objeto de reproducir una serie idéntica de estampas. El resultado es algo así como un mosaico en el que las teselas son unidades de pasta de papel de distinto grado tonal. (Martínez, 1998, p 151)

Según Asunción (2009), un artesano americano llamado Joe Wilfer colaboró con Close en este tipo de obras. Curiosamente, Wilfer también colaboró con William Weege, otro artista de interés para la presente tesis, analizado en el apartado anterior. (ver Ilustración 65, Ilustración 66 e Ilustración 67).



Ilustración 65. (Dieu Donné, 2010). Chuck Closet



Ilustración 66. (Dieu Donné, 2010). Chuck Closet



Ilustración 67. (Close, 2012). Chuck Close

4.2.3.2. William Weege

[William Weege](#) (U.S Department of State, 2013), nacido en el año 1935 en Wisconsin (EEUU). Conocido como Bill Weege, profesor de arte en la Universidad de Wisconsin (Winconsin Visual Art, 2012).

Este particular artista es considerado uno de los primeros que a partir de 1960 hacen renacer la tradición del papel hecho a mano. Su entusiasmo y amplia comprensión de todos los aspectos de la elaboración del papel le permiten desarrollar nuevos caminos artísticos.

Desde el punto de vista metodológico, Weege suele superponer dos o más capas de papel artesanal creando volúmenes. Las pastas que realiza, en ocasiones están coloreadas y en otras yuxtapone capas de pintura. Además en muchas de sus obras realiza incisiones geométricas con formas rectilíneas y circulares (ver Ilustración 68) (Asunción, 2009). La actitud totalmente experimental de Weege le llevó incluso a proyectar pintura y pastas de papel coloreado con una escopeta. El artista crea contrastes ayudándose con rodillos y pinturas acrílicas. Por otro lado, Weege también emplea otras acciones en los papeles ya elaborados como tejer, cortar, imprimir y taladrar (ver Ilustración 69 e Ilustración 70).

Los efectos espaciales, las múltiples direcciones de los elementos y el equilibrio cromático de que dota Weege a su obra, son los detonantes del gran interés por este autor en este trabajo.



Ilustración 68. (Patwhyte, 2008). Bill Weege



Ilustración 69. (U.S. Department of State, 2008). Bill Weege



Ilustración 70. (U.S. Department of State, 2008). Bill Weege

4.2.3.3. Rafael Calduch

Rafael Muñoz Calduch, nacido en 1943 en Valencia y profesor en la facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia.

Una de las obras de mayor interés de Calduch es la serie *Escrituras del límite*, en la que en muchas de sus obras el artista trabaja creando geometrías directamente con pulpa de papel coloreada. Sus obras tienen mucha fuerza, expresividad y sobre todo materialidad, esta última cualidad reforzada con la creación de relieves y texturas que obtiene a partir de los tratamientos que ejerce sobre las pastas de papel reciclado. Calduch

combina pigmentos y papel simultáneamente cuando las pastas están tiernas. En ocasiones el artista utiliza telas como soporte, en otras el resultado son obras en las que el propio papel configurado es soporte, técnica y obra (ver Ilustración 71, Ilustración 72 e Ilustración 73) (Telefónica, 1994), mediante un marcado carácter expresivo, resaltado por la materialidad, sin manipular en exceso las cualidades innatas de las materias. Otro aspecto importante con respecto a la manipulación de las pastas, es la manera tan natural con la que Calduch ensambla cada una de las pastas. En estos casos el artista deja que los límites entre unos planos y otros los establezca la propia materia. De esta forma, los planos no quedan rígidos ni encasillados, sino que se interrelacionan de manera muy fluida.



Ilustración 71. (Fundación Telefónica, 1993). Calduch. *Escrituras del límite*



Ilustración 72. (Fundación Telefónica, 1993). Calduch. *Escrituras del límite*



Ilustración 73. (Fundación Telefónica, 1993). Calduch. *Escrituras del límite*

4.2.3.4. David Hockney

[David Hockney](#) (Hockney, 2006), artista nacido en 1937 en Bradford (Inglaterra).

Junto a Andy Warhol, es uno de los artistas que más destacaron en el istmo denominado “Pop art”. Su obra desarrolló distintas disciplinas como son la ilustración, el dibujo, la pintura y la escenografía.

Los géneros que Hockney trabajó giraban en torno al paisaje y la figura humana. Algunas de las obras que más repercusión causaron fueron las correspondientes a una serie denominada “piscinas”. Una de las técnicas que Hockney trabajó en dicha temática tiene mucha relación con este trabajo de investigación, se trata de la construcción de obras a base de pastas de algodón coloreadas, con la cual el artista trabajaba la construcción de planos.

Las pulpas que David Hockney (2006) manipula proceden de papel reciclado que más tarde colorea con pigmentos y aglutina con polímeros acrílicos (látex). La metodología utilizada consiste en ir superponiendo capas de pulpa muy húmeda. Por esta razón los bordes de cada plano tienen una apariencia bastante limitada y rígida (ver Ilustración 74, Ilustración 75 e Ilustración 76). A pesar de las diferencias plásticas que existen con las obras realizadas con otras técnicas como la acuarela o el óleo, Hockney consigue un nivel de figuración bastante similar que le permite continuar trabajando con la misma línea temática.



Ilustración 74. (Hockney, 2006b). David Hockney



Ilustración 75. (Hockney, 2006b). David Hockney



Ilustración 76. (Hockney, 2006b). David Hockney

4.2.3.5. Amanda Guest

[Amanda Guest](#) (Dieu Donné, 2008), artista nacida en 1952 en Astoria, New York (EEUU).

Guest realiza sus obras de papel hecho manualmente utilizando sobre todo fibras de algodón y lino.

En sus composiciones abstractas configuradas en la mayoría de los casos con formas geométricas, Guest combina pulpas de distintas tonalidades cromáticas (La Rocco, 2004).

El elegante proceso de producción empleado por Guest, conforma una combinación de sutiles texturas y contrastes. La elección de las delicadas fibras y los exquisitos sombreados dota su obra de un aire minimalista. En

definitiva se trata de un resultado limpio, ordenado y muy atractivo (ver Ilustración 77).

Son bastantes los aspectos que resultan interesantes, sobre todo los relacionados con las cualidades cromáticas: la combinación de los sutiles juegos tonales con las texturas bastante lisas (ver Ilustración 78) y otras ligeramente más toscas (ver Ilustración 79).

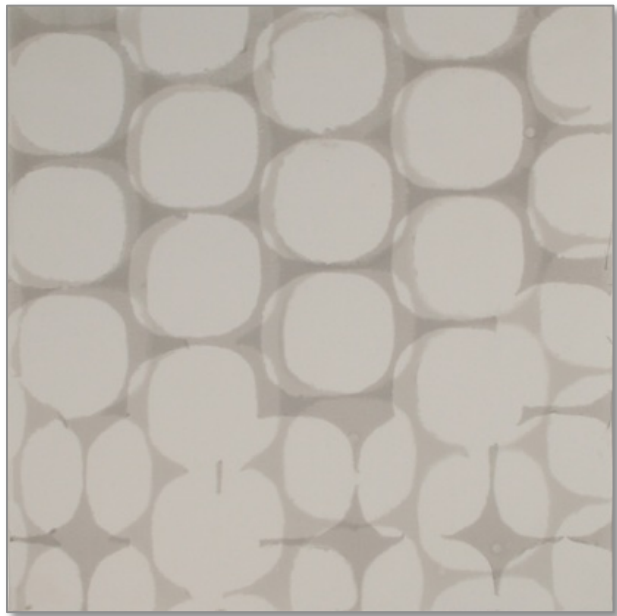


Ilustración 77. (Dieu Donné, 2010). *Amanda Guest*



Ilustración 78. (Dieu Donné, 2010). Amanda Guest

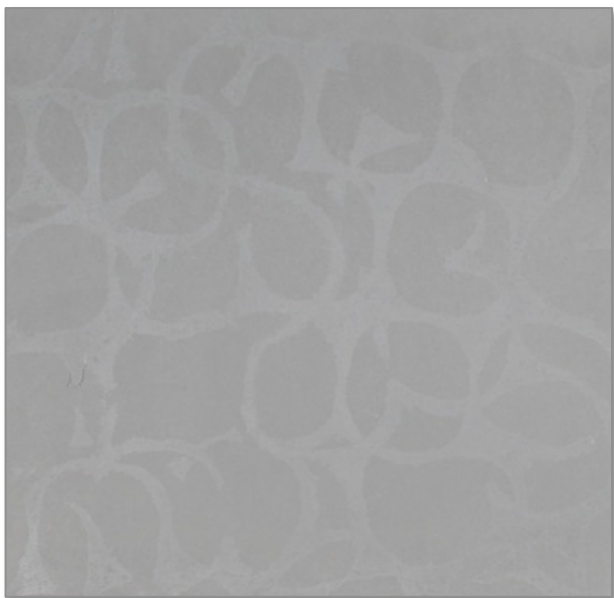


Ilustración 79. (Dieu Donné, 2010). Amanda Guest

4.2.4. Manipulación de la pulpa pigmentada en combinación con otras materias no celulósicas.

En las últimas dos décadas, es bastante frecuente encontrarse con artistas, grabadores en la mayoría de los casos, que manipulen pastas papeleras pigmentadas en combinación con otros materiales de origen no celulósico. Los artistas seleccionados en esta tendencia son Lucio Muñoz, Laurence Barker y Elana Herzog. Todos ellos también trabajan con pastas pigmentadas, pero además buscan otro tipo de elementos y relaciones plásticas más volumétricas y táctiles. Para ello experimentan con otras materias como las maderas, virutas, telas, etc. Para conseguir ciertos efectos, en numerosas ocasiones los artistas operan mediante acciones como rascar o flotar.

4.2.4.1. Lucio Muñoz

[Lucio Muñoz](#) (Mundo media, 2002), pintor y grabador madrileño (1929-1998).

Es uno de los máximos exponentes de las Vanguardias e informalismo español. Entre otros galardones, Muñoz logró en 1983 el premio Nacional de Artes Plásticas y en 1993 la Medalla de Oro al Mérito en las Bellas Artes (EPDLP, 2010).

Tras su formación en la academia de Bellas Artes de Madrid, fue becado por el gobierno francés en 1956, lo cual le facilitó conocer el Art Autre, a Tapies y a Dubuffet. Desde entonces Muñoz siempre se ha preocupado por cuestiones matéricas, lo que le llevó a trabajar con materiales de naturalezas muy variadas, como papeles, maderas o metales. Una de las características de la obra de Lucio es el gran potencial expresivo, potencial logrado gracias a la variedad de acciones que

empleaba en sus procesos de elaboración: ensamblar, arañar, quemar, tallar, perforar, enmohecer (ver Ilustración 82), etc. (Mudmedia, 2002).

En los últimos años de su vida (entre 1992 y 1997), la evolución de su obra gráfica con la que Muñoz experimentó tantos años atrás, le llevó a desarrollar una interesante investigación en torno al papel y la madera. En el proceso de elaboración, el artista utilizaba papel de una manera muy libre.

En la creación de su propia pasta de papel insertaba materias procedentes del entorno natural (maderas), creaba diferentes texturas y en la mayoría de veces finalizaba añadiendo color (Hoyesarte, 2011). Todas estas últimas acciones llevadas a cabo con sus obras (ver Ilustración 80 e Ilustración 81), encajarían en el apartado 4.2.1 Impresión sobre pulpa de papel o papel artesanal, pero debido a la gran cantidad de elementos no celulósicos que Muñoz incluye, hemos decidido incluirlo en el apartado de Manipulación de la pulpa pigmentada en combinación con otras materias no celulósicas.

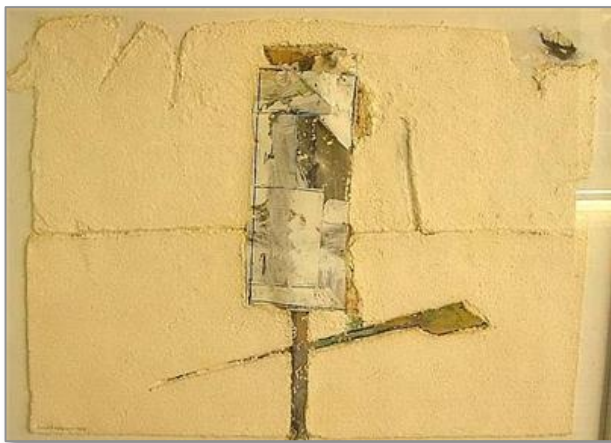


Ilustración 80. (EPDLP, 2010). Lucio Muñoz

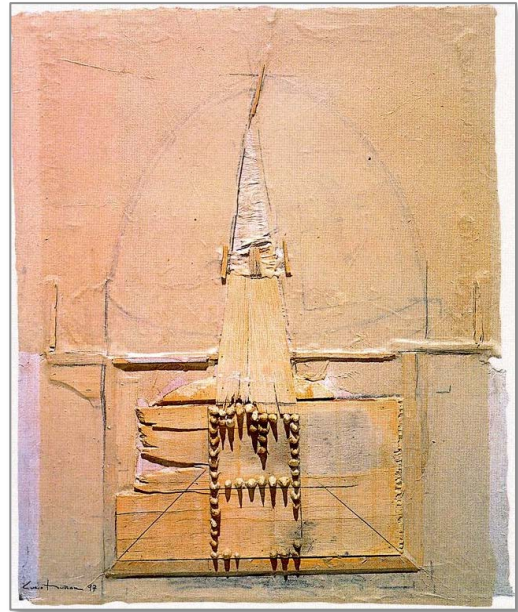


Ilustración 81. (EPDLP, 2010). Lucio Muñoz



Ilustración 82. (EPDLP, 2010). Lucio Muñoz

4.2.4.2. Laurence Barker

[Laurence Barker](#) (Barker, 2006), artista nacido en 1930 en Texas (EEUU).

Barker ha dirigido instituciones y talleres como la Academia Cranbrook de Arte (Bloomfield Colinas, Michigan). Además el artista también ha ocupado parte de su vida en elaborar manualmente diferentes tipos de papeles para uso artístico. Un ejemplo de ello es el taller que instaló en Barcelona en la década de 1970, donde fabricó papel para artistas como Roy Lichtenstein, Robert Rauschenberg, Jasper Johns, Joan Miró, Mark Tobey, Antonio Tapies, Eduardo Chillida, David Hockney y Kenneth Noland entre otros (Barker, 2006).

Respecto a la obra propia de Barker, en la amplia metodología que emplea, buena parte consiste en crear diferentes pulpas coloreadas que aplica a plantillas en sabia combinación con otras materias como cuerdas, maderas (ver Ilustración 83) y pintura proyectada (Ilustración 84). Además el artista realiza perforaciones, añade grafismos realizados con grafito y otros materiales de dibujo (ver Ilustración 85). Las pulpas utilizadas son elaboradas a partir de otros papeles y telas que combina con diversas fibras vegetales como algodón o lino (Barker, 2006).

La obra de Barker, debido a la gran experimentación a la que somete las pulpas, también encajaría en el apartado 4.2.1 “Impresión sobre pulpa de papel o papel artesanal”, pero debido a la gran cantidad de elementos no celulósicos que incluye, hemos decidido incluirlo en el apartado de Manipulación de la pulpa pigmentada en combinación con otras materias no celulósicas.

La razón principal de la obra de Barker como referente es la propia experimentación de la materia. Sus piezas son símbolos de tamaño irregular en las que combina iconos rectilíneos con otros orgánicos. Se trata de obras muy personales y cargadas de materialidad en la que se interrelacionan gran cantidad de elementos gráficos. Los elementos voluminosos crean juegos de sombras que dotan la obra de cierto carácter tridimensional.

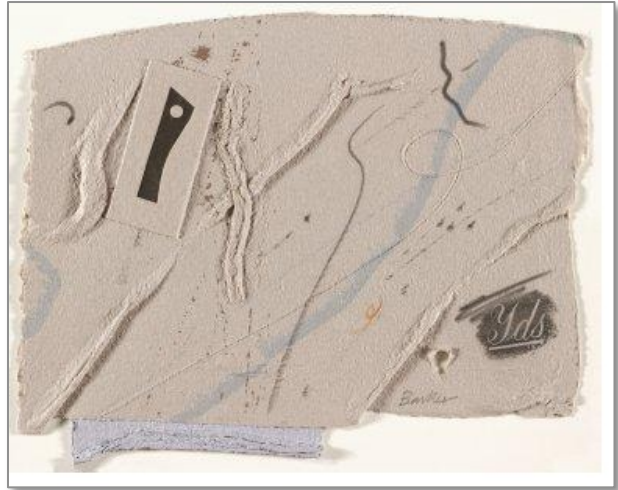


Ilustración 83. (Gallery MDA. 2012). Barker, Laurence

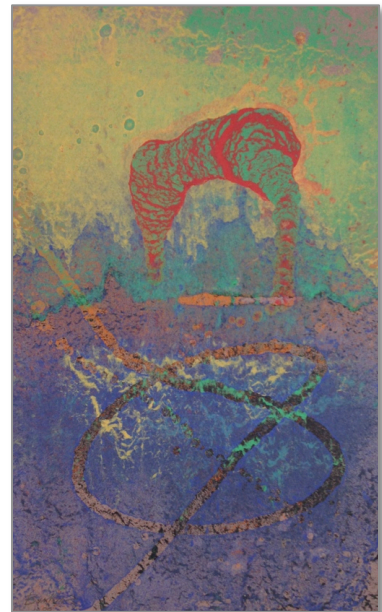


Ilustración 84. (Gallery MDA. 2012). Barker, Laurence



Ilustración 85. (Gallery MDA. 2012). Barker, Laurence

4.2.4.3. Elana Herzog

[Elana Herzog](#) (Herzog, 2011), artista estadounidense nacida en 1950.

Herzog trabaja varias series en las cuales realiza libros de artista, esculturas en madera, instalaciones, esculturas en tela y obras con papel hecho a mano y telas. En esta última serie obtiene papeles coloreados de algodón, lino, y abacá que recorta formando cuadrículas (Herzog, 2010).

El procedimiento que Elana utiliza es el siguiente: Produce el papel en un tamiz. Una vez formado utiliza un objeto punzante para recortar trozos rectilíneos. Recortados los papeles en tierno, Herzog los superpone sobre una tela. Las telas que emplea suelen ser muy diferentes: vaqueros, arpilleras, algodón, lino, lana, etc (Herzog, 2011). Al prensar y secar los papeles junto a la tela, consigue una obra con un efecto pulcro, y cromática y texturalmente contrastados (ver Ilustración 86, Ilustración 87 e Ilustración 88).



Ilustración 86. (Dieu donné, 2010). Elana Herzog

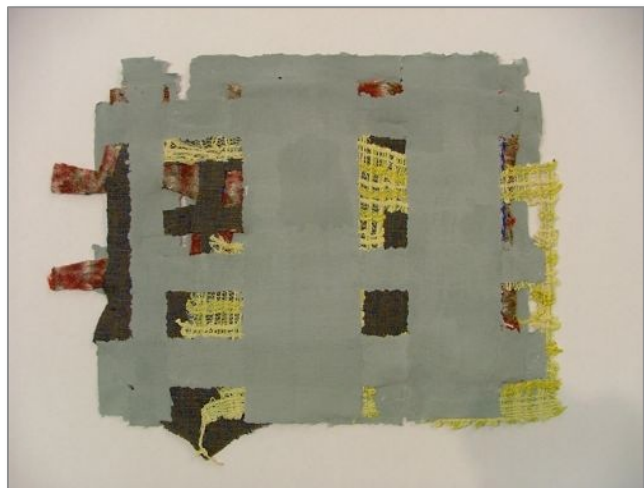


Ilustración 87. (Herzog, 2011). Elana Herzog.

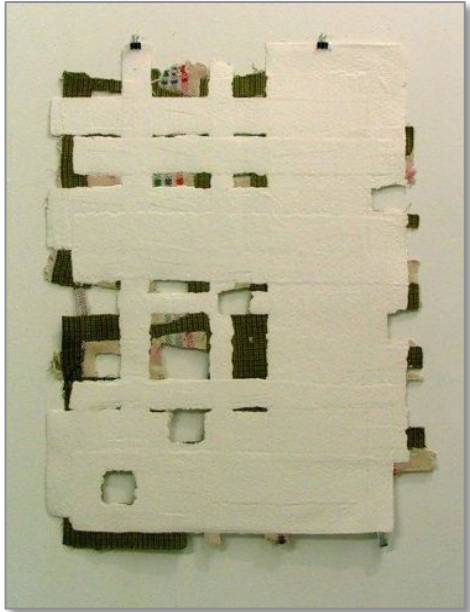


Ilustración 88. (Herzog, 2011). Elana Herzog

5. HIPÓTESIS

En los apartados anteriores:

- Se ha identificado y analizado los parámetros de sostenibilidad medioambiental en los que se encuentra la industria papelera.
- Se ha analizado los proyectos de producción de papel que emplean materias primas poco usuales desde una perspectiva comercial y que producen pastas papeleras y papel.
- Se ha analizado proyectos papeleros con finalidades artísticas que aprovechan y reciclan recursos naturales poco usuales.
- Se ha identificado y analizado las producciones que llevan a cabo diversos artistas que trabajan creando y manipulando diversas pastas papeleras.
- Se han identificado los distintos tipos de fibras, cargas y colas que son utilizados en el campo papelerero.
- Se ha identificado y analizado los procesos tradicionales e industriales de elaboración de pastas papeleras.

Llegados a este punto nos planteamos dos preguntas:

¿Sería factible la fabricación de pastas papeleras cuya materia prima sea celulosa obtenida de la hoja de melocotonero? ¿Podrían elaborarse obras artísticas con pastas celulósicas procedentes de hojas de melocotonero?

Como consecuencia lógica de los anteriores interrogantes, planteamos la siguiente hipótesis:

Si analizamos todos los procedimientos de fabricación de papel o pulpa papeleras, podríamos estar en disposición de obtener un proceso de elaboración de pastas con materias primas agrícolas sin uso comercial, en especial con la hoja de melocotonero. A partir de este punto podríamos establecer si de este proceso se podrían obtener materiales estables. En caso afirmativo, estaríamos en disposición de verificar si dichos materiales son adecuados para uso como técnica artística.

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para la consecución de la hipótesis planteados en el punto anterior se utilizará un método experimental, para establecer una posible generalización dentro de un marco de innovación artística.

El análisis de diversas variables dependientes e independientes nos va a permitir relacionar los resultados técnicos iniciales en comparación a una estructura estándar de papel y en relación a las propias características conseguidas. Para ello, seguiremos los siguientes pasos:

- Búsqueda documental de fuentes bibliográficas e informes técnicos procedentes de museos, Institutos agrarios, laboratorios, archivos y bases de datos.
- Pruebas iniciales para comprobar la factibilidad de la hoja de melocotonero al ser transformada a papel.
- Recogida y selección de la hoja para su posterior secado y análisis en laboratorio. En este proceso se experimenta con las diversas variedades de la hoja para comprobar la evolución del secado y la transformación de los elementos orgánicos.
- Elaboración de papeles resultantes de cada variedad de hoja y así recoger los resultados obtenidos.
- Análisis de los resultados obtenidos en función de las variables dependientes.
- Análisis de los resultados obtenidos en función de las variables independientes.

A partir del punto anterior y tras conocer las cualidades de cada pulpa de papel, en caso de resultar viable, realizar una propuesta artística mediante la incorporación de otro tipo de variaciones. Para ello, seguiremos los siguientes pasos:

- Realización de obras iniciales con incorporación de variaciones técnicas.
- Realización de obras de aplicación de variaciones mediante técnicas tradicionales.
- Por último, realización de obra artística final.

Las fuentes de información son muy variadas puesto que es una suma de información procedente de distintos organismos oficiales y privados, bibliografía y la experiencia personal previa a esta investigación.

En primer lugar, es muy relevante la información recogida procedente de fuentes bibliográficas y de webs especializadas.

En segundo lugar, las contribuciones de la Oficina Comarcal Agraria “Vega Alta” y el laboratorio PPAF nos aportarán importantes conocimientos y soporte, a nivel técnico y científico.

7. REALIZACIÓN DE PAPEL CON HOJA DE MELOCOTONERO

En este capítulo se analiza, mediante un caso concreto, la transformación a pastas papeleras y papel de la hoja caduca de una especie de árbol frutal.

La transformación requiere de un estudio y análisis pormenorizados del árbol y sus hojas, en este caso el melocotonero. Es por ello que previamente a la estructuración del proceso de transformación, llevado a cabo en tres fases, se ha analizado la morfología de la hoja.

Las fases en las que hemos estructurado el proceso de transformación son las siguientes:

- 1- Observación de las circunstancias iniciales de las hojas y elaboración de las primeras pastas y papeles.
- 2- Estudio físico y químico de la hoja, y elaboración de pastas y papeles en laboratorio haciendo uso de diferentes técnicas, procesos, herramientas y sustancias.
- 3- Elaboración de pastas y papeles realizando variaciones en un único proceso de elaboración de pastas y papel. Estas variaciones se han realizado con respecto a las partes seleccionadas de las hojas, los porcentajes de sustancias blanqueadoras, sustancias de carga y sustancias colorantes.

De todas las pruebas realizadas en las tres fases, se han recogido los resultados que han sido contrastados y evaluados a través de elementos perceptivos y cualitativos.

7.1. La hoja de melocotonero

La hoja caduca del árbol “melocotonero” (ver Ilustración 89) y las fibras de cada uno de sus constituyentes son el objeto de estudio de este trabajo.

Del latín *malus cotonus* (manzana algodonosa) y denominado originalmente *amygdalus pérsica*, es como se ha clasificado a la actualmente denominada en botánica la especie de *prunus pérsica* (Srinivasan, Padilla y Scorza, 2005).



Ilustración 89. Interior de una de las explotaciones agrícolas

La clasificación botánica actual distingue como plantas dicotiledóneas a las variedades de melocotonero por su morfología foliar (ver en el apartado 7.1.1 “Morfología de la hoja de melocotonero”, en la página 177).

Originaria de China, Afganistán e Irán, según estudios arqueológicos y antropológicos, la planta *plunus pérsica* fue introducida en el imperio

romano que la tomó como originaria de Persia, de aquí su nombre. En la península ibérica fue introducida durante la invasión romana (Srinivasan, 2005).

En la excavación realizada por Joaquín Salmerón Juan¹ en la cueva de la Serreta (Cieza), se han encontrado semillas de esta especie en una hoguera junto con monedas romanas que datan hacia el 240 d.C. En el yacimiento árabe de Siyâsa (Cieza), también han aparecido huesos de melocotón en el interior de pozos negros abandonados colmatados entre 1243 y 1290 (J. Salmerón, comunicación personal, 8 de julio de 2013).

Se sabe que durante el periodo árabe el melocotonero era un frutal muy apreciado y cultivado, pero es a partir de la segunda mitad del siglo XIX cuando se produce la expansión de la especie, motivada por la política hidráulica de regulación de la cuenca del Segura, por la demanda del fruto y por el auge de la industria conservera (Regmurcia, 2011).

Por lo tanto, podemos constatar que la planta cuya hoja es objeto de estudio en esta tesis, ya era cultivada en la misma zona de Cieza durante la edad antigua y media.

7.1.1. Morfología de la hoja de melocotonero

Para el adecuado estudio y clasificación de la hoja de melocotonero es necesario conocer aspectos de botánica y de las hojas vegetales.

Según el diccionario de la real academia española (RAE, 2010), la ‘hoja’ en su acepción referente a lo vegetal es:

¹ Joaquín Salmerón Juan, arqueólogo, director del Museo Siyasa de Cieza y director de las excavaciones.

Del latín. *folia*, en plural *folium*.

1.f. Cada una de las láminas, generalmente verdes, planas y delgadas, de que se visten los vegetales, unidas al tallo o a las ramas por el pecíolo o, a veces, por una parte basal alargada, en las que principalmente se realizan las funciones de transpiración y fotosíntesis.

Así mismo, parece pertinente tratar aspectos morfológicos de la hoja vegetal o, lo que es lo mismo, la ‘morfología foliar’ que, según Jürgen R. Hoppe (2002), es el término adecuado para categorizar la multiplicidad de tipos de hojas que presentan las plantas vasculares.

Las hojas de las plantas se clasifican dependiendo del tipo de planta al que pertenecen, la forma de la lámina foliar y de la organización de sus partes. En el caso de la hoja de melocotonero, como mencionamos en el apartado 7.1, pertenece a una gran familia de plantas llamadas dicotiledóneas; plantas fanerógamas angiospermas, cuyos embriones de las semillas presentan dos cotiledones u hojitas iniciales, opuestos por lo común.

Las partes de las hojas de dicotiledóneas, y por tanto de melocotonero, son (González, 2006):

- Lámina foliar o limbo: porción verde, aplanada, delgada, con dos caras: la adaxial, superior, ventral, haz o epifilo dirigida hacia el ápice, y la cara abaxial, inferior, dorsal, envés o hipofilo dirigida hacia la base del tallo. Cuando ambas caras son del mismo color, la hoja se llama concolora; cuando son de distinto color, generalmente la adaxial es de color verde más oscuro, se llama discolora.
- Nervadura: es la distribución de los nervios que componen el tejido vascular de la hoja. Se ubican en el estrato esponjoso del mesófilo; a través de ellos circula la savia, comunicando los órganos de la hoja con el resto de la planta.

- Pecíolo: parte que une la lámina con el tallo. Generalmente es cilíndrico y estrecho.
- Base foliar o vaina: es la porción ensanchada donde el pecíolo se inserta en el tallo.
- Estípulas: situadas sobre la base foliar, a ambos lados del pecíolo. Son apéndices de forma diversa, a veces foliáceos. Las diversas partes de la hoja (ver Ilustración 90) pueden presentar desarrollo y forma muy variables, explicándose así la gran variabilidad morfológica de las hojas en este grupo vegetal.

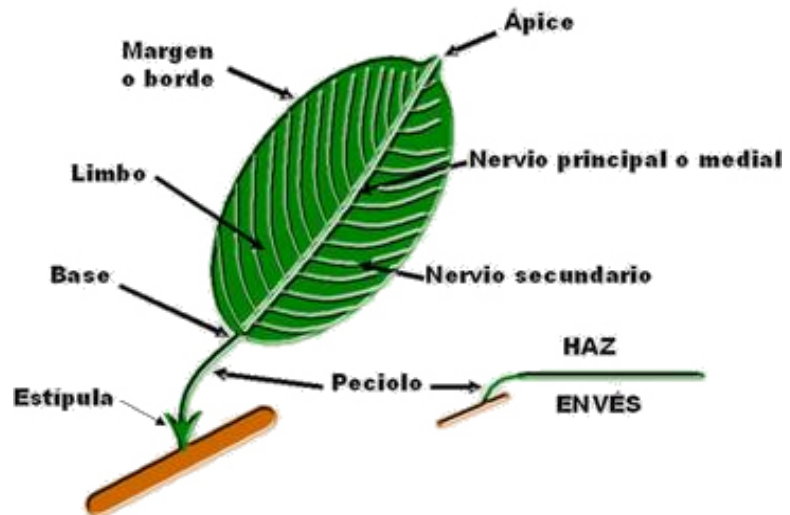


Ilustración 90. Partes de la hoja. González (2006)

En este trabajo de investigación se trabaja concretamente con la lámina foliar, nervios y pecíolo de la hoja del melocotonero.

7.1.2. Clasificación foliar de la hoja de melocotonero

Dependiendo de los criterios de clasificación foliar que hace Ana María González (2006) (ver en el apartado 7.1.1 “Morfología de la hoja de melocotonero”, en la página 177), la hoja de melocotonero/duraznero (ver Ilustración 91) se clasifica como:

- Hoja perteneciente científicamente a la especie *Pérsica*, género *Prunus*, de la familia *Rosaceae*. Las subespecies son cada una de las variedades de melocotonero, paraguayo y nectarina.
- Discolora. Porque la cara adaxial es más oscura que la cara abaxial.
- Entera y unifoliada. Porque consta de una sola lámina foliar.
- Hendida y palmatífida. Hendida porque las incisiones son menores que el 50% del total de la anchura de la lámina foliar. En este caso es hendida-palmatífida porque las divisiones son muy poco profundas.
- Lanceolada. Por la forma general de la lámina foliar.
- Cuneada. Por la forma de la base de la lámina foliar.
- Aguda. Por la forma del ápice de la lámina foliar.
- Entera. Por la forma lisa y no dentada de sus márgenes.



Ilustración 91. Hojas de melocotonero

7.2. Fases de la investigación.

Las diversas fases de la investigación se han ido materializando en el cuaderno de campo, que es el registro de todas aquellas observaciones realizadas desde las ideas previas hasta la confirmación de la viabilidad de la pasta celulósica de hoja de melocotonero como material para elaborar papel. El cuaderno ha sido una herramienta insustituible para este trabajo pues en él se reflejan y analizan todos aquellos datos para su posterior evaluación, reflexión y toma posterior de decisiones.

Las fases en las que se ha desglosado el cuaderno de campo han estado totalmente influenciadas por las evoluciones del objeto material. Las fases han sido las siguientes:

- 1) Fase inicial experimental. Consiste en la observación de las circunstancias iniciales de la materia y en la primera experimentación en cuanto a transformación a papel.
- 2) Segunda fase. Consiste en el análisis y estudio físico y químico de la materia así como la experimentación haciendo uso de diferentes herramientas, procesos y aditivos. Se comprueba rigurosamente y cuantitativamente todas aquellas cualidades que podrían repercutir en el desarrollo de los procesos de elaboración de pastas y papel realizados.
- 3) Tercera fase. Consiste en verificar y refinar los procesos realizados en la fase anterior que, por los resultados obtenidos, apuntan a rendimientos viables.

7.2.1. Fase inicial experimental

El objetivo de esta fase es conocer el alcance de los materiales que son objeto de esta investigación, es decir, conocer de una forma orientativa la magnitud del campo. En un principio, lo que llevaba adelante esta iniciativa era saber si sería factible la elaboración de una pulpa de papel con residuos agrícolas como la hoja de melocotonero, y responder a dudas iniciales

relativas a la hipótesis de este trabajo. Para este propósito las técnicas empleadas fueron sobre todo las observaciones directas realizadas en zonas agrícolas y en el estudio propio.

Los recursos utilizados en esta fase fueron muy limitados. Los recursos y fuentes más relevantes en esta etapa de la investigación son:

- La investigación directa, la experiencia de los agricultores más cercanos.
- Las consultas realizadas a técnicos de la Oficina Comarcal Agraria “Vega Alta” de Cieza.

En esta fase se realizan las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I) (ver en el apartado 7.2.1.1 “Configuración de pastas”, en la página 184).

Los materiales objeto de la investigación son de naturaleza eminentemente ecológica. Estos materiales de procedencia vegetal se pierden al descomponerse y fusionarse al material orgánico (humus) y por tanto no son comercializados, salvo los rastrojos que, en los últimos años, son incinerados en centrales de biomasa. Además, el melocotonero es una especie muy abundante en la vega alta de la región de Murcia, por lo que sus hojas caducas son un material muy abundante y fácil de conseguir en la zona donde nos situamos.

Anotadas las primeras intenciones del proyecto experimental, se concretó una fecha determinada para la recogida de la hoja de melocotonero de una determinada variedad o subespecie.

La elección de la fecha y la variedad se debe a varias razones:

- No dañar el árbol. La hoja tiene que ser recogida directamente del árbol en la etapa en la que desprende la hoja de forma natural². Hay que tener en cuenta de que se trata de especies de hoja caduca.
- No recoger la hoja directamente del suelo. Para evitar la contaminación de la hoja al estar en contacto con otras materias.
- Cuanto mayor fuera el tamaño de la hoja, más rentabilidad tendrá el proceso.

Una vez recogida la hoja, se extiende en la caseta agraria en una superficie de unos cuatro metros cuadrados y se deja secar durante aproximadamente 70 días. Seca la hoja se extraen pequeñas cantidades para elaborar pastas.

Con respecto a lo realizado en el estudio, primeramente se fabricaron unos tamices artesanales con telas metálicas finas, se utilizaron batidoras convencionales, cubas, báscula, probetas, telas absorbentes y ventiladores. Algunas de estas herramientas son semejantes a las utilizadas en el proceso tradicional de elaboración del papel.

A continuación se estableció una mecánica de trabajo basada en una variada manipulación del material para obtener la mayor cantidad posible de información. Para ello ha sido necesaria la elaboración de tablas de registros.

Además de las herramientas mencionadas, se utilizaron sustancias y otras materias para dar consistencia a los papeles o cartones obtenidos, estos son: látex, cola de conejo (ver en el apartado 3.2.3 “Colas”, en la página 79), antioxidantes y pulpa de papel reciclado.

² Normalmente a finales de octubre o primeros de noviembre.

7.2.1.1. Configuración de pastas

Las primeras pruebas consistieron en la fabricación de masas elaboradas con hoja, y en la elaboración de papel con distintas proporciones de pasta de papel reciclado (mencionado en el apartado 3.3.3 “Papel reciclado”, en la página 114).

El proceso de creación de estas pruebas en el estudio comienza con la introducción de la hoja en cubas con agua, añadiéndole desinfectante para la eliminación de bacterias y hongos.

Al cabo de 24 horas, la hoja es triturada, escurrida y expuesta para su secado. De esta manera se obtiene un material vegetal a la espera de ser manipulado con otras materias.

A continuación el papel es escurrido y triturado con una batidora convencional, volviendo a ser escurrido, pero esta vez la masa una vez triturada.

Paralelamente, el papel usado es introducido en otra cuba junto con una gran cantidad de hojas secas semi-trituradas, además de 50 ml de desinfectante para eliminar hongos y bacterias. Una vez transcurridas las horas 24 horas, la pasta es escurrida.

Una vez configuradas, las pastas de papel usado y hojas se han ido mezclando variando las proporciones de cada pasta. Estas pulpas han sido prensadas manualmente con dos tamices con el fin de escurrir el agua y prepararlas para extenderlas en unas lonetas absorbentes.

El tiempo de secado ha oscilado entre 12 a 15 días.

Los resultados y observaciones de los papeles realizados (referencias P.P.I. 01 a P.P.I. 13) han sido los siguientes:

P.P.I. 01



Ilustración 92. P.P.I. 01

Resultados: Tono verde oscuro, alto granulado, opacidad total, brillo moderado y capacidad dimensional nula (rigidez total).

Observaciones: Apariencia de masa vegetal aplastada y compacta. Se localizan claramente trozos de la nervadura y lámina foliar. Es una especie de aglomerado. El papel ha menguado en el proceso de secado.

P.P.I. 02



Ilustración 93. P.P.I. 02

Resultados: Tono gris claro, granulado medio, opacidad total, brillo moderado y capacidad dimensional nula (rigidez total).

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado.

P.P.I.3

Sin imagen por destrucción de la prueba.

Resultados: Tono gris claro, granulado medio, opacidad total, alto brillo y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado.

P.P.I. 04



Ilustración 94. P.P.I. 04

Resultados: Tono verde claro, granulado medio, opacidad total, alto brillo y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado. Los trozos de la hoja quedan dispersos a modo de motas verdes.

P.P.I. 05



Ilustración 95. P.L.I. 05

Resultados: Tono verde medio, granulado medio, opacidad total, alto brillo y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado. Los trozos de la hoja quedan bastante unificados con respecto a la pasta de papel, aunque se localizan claramente trozos de la nervadura y lámina foliar.

P.P.I. 06



Ilustración 96. P.P.I. 06

Resultados: Tono verde medio, granulado medio, opacidad total, brillo medio y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado. Los trozos de la hoja quedan localizados claramente.

P.P.I. 07



Ilustración 97. P.P.I. 07

Resultados: Tono verde medio, granulado medio, opacidad total, brillo bajo y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado. Los trozos de la hoja quedan localizados claramente a modo de motas.

P.P.I. 08



Ilustración 98. P.P.I. 08

Resultados: Tono verde oscuro, alto granulado, opacidad total, brillo alto y capacidad dimensional nula.

Observaciones: Apariencia de masa vegetal aplastada y compacta. Se localizan claramente trozos de la nervadura y lámina foliar. Es una especie de aglomerado. El papel ha menguado en el proceso de secado.

P.P.I. 09



Ilustración 99. P.P.I. 09

Resultados: Tono verde claro, granulado medio, opacidad total, brillo moderado y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado. Los trozos de la hoja quedan dispersos a modo de motas verdes.

P.P.I. 10



Ilustración 100. P.P.I. 10

Resultados: Tono verde oscuro, granulado alto, opacidad total, brillo moderado y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un aglomerado. Se localizan claramente trozos de la nervadura y lámina foliar. El papel ha menguado en el proceso de secado.

P.P.I. 11



Ilustración 101. P.P.11

Resultados: Tono verde medio, granulado medio, opacidad total, brillo bajo y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado. Los trozos de la hoja quedan localizados claramente.

P.P.I. 12



Ilustración 102. P.P.I.12

Resultados: Idéntico al P.P.I.13. Tono verde medio, granulado medio, opacidad total, brillo bajo y capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado. Los trozos de la hoja quedan localizados claramente.

P.P.I. 13



Ilustración 103. P.P.I.13

Resultados: Tonos Grises y verdes claros e intermedios. Granulados medios y bajos. Opacidad total. Brillo bajo. Capacidad dimensional casi nula.

Observaciones: Aparentemente es un cartón. El papel ha menguado en el proceso de secado. Los trozos de la hoja quedan localizados en forma de motas, más claramente en segmentos cuya proporción de hoja de melocotonero es mas baja.

Los segmentos quedan perfectamente fusionados formando un solo pliego.

7.2.1.2. Observaciones de la fase inicial

- Aparece una posibilidad visual con la que no se contaba: una escala de verdes.
- A medida que se aumenta la proporción de la cola de conejo en las masas, la tensión final en el papel es mayor.
- A medida que se aumenta la proporción de látex en la composición, la tensión también aumenta, pero no tanto como sucede con la cola de conejo. El látex aporta brillo, cuanto más látex contenga la mezcla, más brillo tendrá el papel.
- El producto final carece de flexibilidad. Tiene apariencia de aglomerado.
- Algunas de las herramientas y materias utilizadas en esta fase como los tamices y las cubas (tinas), son semejantes a las utilizadas en el proceso tradicional de elaboración del papel, sin embargo, los resultados obtenidos no se asemejan a los conseguidos en los procesos papeleros. Por lo tanto, en la adecuación de la hoja de melocotonero a los procesos papeleros, es imprescindible la utilización de otros procesos y otros materiales.

Este estudio llevado a cabo demuestra que se pueden conseguir posibilidades plásticas mediante la transformación de la hoja de melocotonero, sin embargo se podrá investigar el material de forma más profunda si se incorporan herramientas tecnológicas de ámbito químico y técnico del papel.

7.2.2. Segunda Fase. Desarrollo experimental

Una vez analizados los resultados de la fase anterior, se decide llevar a cabo una segunda fase aplicando medios tecnológicos y conocimientos procedentes de diversos campos científicos de una manera estricta.

7.2.2.1. Objetivos

El objetivo principal de esta fase es estudiar el tipo de fibra de la hoja de melocotonero y su adecuación a los procesos papeleros. Este objetivo implica otros, no menos importantes como: conocer la situación y el estado de las fibras en la hoja, conocer los componentes que acompañan a la fibra en la hoja, separación de las fibras de los demás componentes de la lámina media y formación de papeles con las fibras trabajadas (ver en el apartado 3.2.1.4. “Estructura de las fibras”, a partir de la página 72).

Los medios y conocimientos mencionados proceden de distintos organismos oficiales como la Oficina Comarcal Agraria “Vega Alta” (público), Servicio de Apoyo a la Investigación (SAI) de la Universidad de Murcia (UMU) y el laboratorio PPAF (privado). Este último es donde mayores operaciones se han realizado debido a la cercanía con respecto a las explotaciones agrícolas, por la alta cualificación de sus técnicos y porque sus medios tecnológicos son numerosos y sofisticados.

7.2.2.1. Desarrollo metodológico

Una vez expuestos los objetivos de esta fase, tiene lugar la planificación de trabajo, que depende de los medios materiales y los medios tecnológicos.

En primer lugar, dada la suerte de disponer de dos grandes explotaciones agrícolas (“El Morrón” y “Los Albares”), las cuales disponen de abundantes variedades de melocotón, paraguayo y nectarina; se toma la decisión de no trabajar con una sola variedad como ya se hace con la etapa anterior, sino que se opta por trabajar con 15 variedades de melocotón, 1 de nectarina y otra de paraguayo. Además, puesto que todavía queda abundante hoja recogida en el año 2009 y 2010, está la posibilidad de contrastar propiedades de las hojas de esos años con las recogidas de la misma variedad en 2011.



Ilustración 104. 15 variedades de hoja de melocotonero

En segundo lugar, con la finalidad de lograr los objetivos anteriormente marcados, se toma la decisión de establecer un plan de trabajo en el laboratorio PPAF y llevar a cabo una serie de operaciones con herramientas y mecanismos muy concretos.

7.2.2.1.1. Recogida de las hojas

Los tres tipos de muestras recogidas para esta fase (ver en “Tabla 5. Información de la hoja recogida”, en la página 201), son las siguientes:

1. 100 gr de hoja elegida al azar. Es etiquetada, envasada y enviada directamente al laboratorio para comprobar sus cualidades iniciales. Humedad, componentes, etc.
Los envases son herméticos para que las cualidades iniciales no sean alteradas por ningún factor.
2. 500 gr de hoja larga y sana. Es etiquetada y colocada en el secadero para ir comprobando la evolución de secado y portarla al laboratorio cuando fuera necesario y realizar las pruebas oportunas.
La colocación es de forma extendida en envases de poca profundidad y con gran cantidad de orificios para que el aire llegue a la hoja y esta no corrompa anticipadamente.
3. 3000 gr de hoja elegida al azar. Es etiquetada y colocada en el secadero para portarla al laboratorio cuando sea necesario y realizar las pruebas oportunas.
La colocación es de forma extendida en envases de poca profundidad y con gran cantidad de orificios para que el aire llegue a la hoja y esta no pudra anticipadamente.

Las hojas de las variedades extraídas son pesadas y registradas en una primera ficha en la cual consta: variedad y código otorgado, pie de la variedad, fecha de recogida de la hoja, calidad de la hoja³, fecha de recogida del fruto, lugar de recolección y humedad inicial. La obtención de

³ Estado de la hoja en el momento de su recolección con referencia a la hoja estándar entera, de color verde y sin hongos.

estos datos se debe a lo especificado en el apartado 3.2 “Materia prima de las pastas papeleras” (página 56), ya que las cualidades de las fibras varían dependiendo de la especie vegetal, el clima, las cualidades de la tierra, etc. Además, consideramos que existen otros factores como la fecha de obtención del fruto, que pueden alterar las características de las fibras.

Previamente a la muestra de la ficha mencionada, es necesario decir que las variedades y sus datos de recolecta que se exponen a continuación fueron verificadas por técnicos de la Oficina Comarcal Agraria “Vega Alta” de Cieza.

Tabla 5. Información de la hoja recogida

CÓDIGO	VARIEDAD	FECHA RECOGIDA	CALIDAD	FECHA RECOLECCIÓN FRUTO	PARAJE	HUMEDAD INICIAL (%)
011-01	Amarillo Temprano	26/10/2011	Media	10-25/6	Los Albares	59,4
011-02	Baby Gold 6	26/10/2011	Media	18-30/7	Los Albares	60,5
011-03	Baby Gold 7	26/10/2011	Mala	24/7-10/8	Los Albares	60,5
011-04	Baby Gold 8	26/10/2011	Buena	22/8-8/9	Los Albares	60,3
011-05	Carson	26/10/2011	Buena	15-30/7	Los Albares	61,5
011-06	Florida	26/10/2011	Buena	20/5-5/6	Los Albares	63,5
011-07	Early Grande	26/10/2011	Media	20/5-5/6	Los Albares	60,5
011-08	Pascualón	26/10/2011	Buena	18-30/8	Los Albares	64,6
011-09	Tirrenia	26/10/2011	Muy Buena	28/6-12/7	Los Albares	63,2
011-10	Transvalia	26/10/2011	Media	12-27/6	El Morrón	64
011-11	Rojo de Rito	26/10/2011	Muy Buena	10-25/9	El Morrón	61,5
011-12	Alejandro Dumas	26/10/2011	Buena	5-20/10	El Morrón	63,8

ELABORACIÓN DE PASTAS PAPELERAS PARA USO ARTÍSTICO
A PARTIR DE HOJA CADUCA DE ÁRBOLES FRUTALES

011-13	Mont Gold	2/11/2011	Muy Buena	23/7-7/7	Los Albares	62,2
011-14	Nazario	2/11/2011	Media	20/5-5/6	Los Albares	61,9
011-15	Alicia (Nectarina)	2/11/2011	Buena	18-25/5	El Morrón	63,9
011-16	Ufo 3 (paraguayo)	2/11/2011	Buena	1-15/6	El Morrón	61
011-17	Red Candol	26/10/2011	Buena	8-25/5	El Morrón	64,9
011-18	Red Candol	25/10/2010	Buena	8-25/5	El Morrón	15,1*
011-19	Red Candol	10/2009	Buena	8-25/5	El Morrón	9,9*

*análisis tras proceso de secado.

7.2.2.1.2. Trabajo de laboratorio

Una vez portadas al laboratorio PPAF las muestras recogidas en las fincas agrícolas, como mencionamos en el apartado 7.2.2 “Segunda Fase. Desarrollo experimental” (página 198), con el fin de obtener la mayor información respecto a las posibilidades de las fibras de la hoja de prunus pérsica, se inicia una serie de pruebas en cuanto a posibles pastas papeleras y su transformación a papel (ver Ilustración 105).



Ilustración 105. Primeros procesos de tamizado

Las acciones realizadas en esta fase fueron: Pruebas de humedad (por disecación), cromatografías, microscopías, pruebas de ceniza, procesos de pasteado y elaboración de los primeros papeles.

7.2.2.1.2.1. Pruebas de humedad

Esta prueba se lleva a cabo en primer lugar con la finalidad de poder conocer la cantidad de agua inicial en la hoja. El método escogido es la *desección*. Para este fin se emplea un horno de mufla con temperatura de 110°C. Para cada variedad de hoja se utilizan 50 gr. Finalizada la desecación y con ayuda de un desecador y una báscula electrónica, se vuelve a pesar la hoja para comprobar el porcentaje de agua perdida y poder verificar de este modo cuál es el porcentaje de humedad de cada variedad. La utilización del desecador consiste en aislar del ambiente las hojas secas hasta el momento de ser pesadas. Al mismo tiempo, una vez desecadas las hojas, se toman notas y fotografías de su color (ver Ilustración 106). Los resultados de esta prueba son los siguientes:

Tras perder el agua, se observan diferencias cromáticas significativas entre unas hojas y otras, circunstancia que podría interesar puesto la gama de verdes observada hace pensar en posibilidades prácticas futuras (ver en la “Tabla 6. Datos cromáticos de las cenizas”, en la página 205).



Ilustración 106. Cenizas de todas las variedades de hoja

Estos matices se han clasificado en tonalidades amarillentas, anaranjadas y azuladas. Dependiendo de la intensidad de los citados matices también se han clasificado en: ligeramente, media (sin especificar) y alto (bastante).

Tabla 6. Datos cromáticos de las cenizas

Código	Observaciones (tendencias cromáticas)
011-01	Ligeramente anaranjado
011-02	Anaranjado
011-03	Anaranjado
011-04	Ligeramente amarillenta
011-05	Ligeramente anaranjado
011-06	Amarillenta
011-07	Bastante Amarillenta
011-08	Amarillenta
011-09	Anaranjado
011-10	Amarillenta
011-11	Ligeramente anaranjado
011-12	Ligeramente anaranjado
011-13	Azulada
011-14	Amarillenta
011-15	Amarillenta
011-16	Azulada
011-17	Anaranjado
011-18	Bastante Amarillenta
011-19	Amarillenta

7.2.2.1.2.2. *Cromatografías*

Dada la necesidad de obtener datos cromáticos de los pigmentos que contiene la hoja, se hacen cromatografías en dos de las variedades, concretamente en la 011-02 y 011-04. Las hojas escogidas forman parte de las muestras conservadas en los recipientes herméticos.

La elección de esta técnica se debe a que permite la separación de las sustancias disueltas en una mezcla y que tienen afinidad diferente por el disolvente en que se encuentran (ver Ilustración 108). De tal manera que al introducir una tira de papel en la disolución, el disolvente arrastra con distinta velocidad los pigmentos y los separa, permitiendo identificarlos perfectamente dependiendo de las franjas de color que forman (ver Ilustración 107).

En las cromatografías realizadas (ver Ilustración 109) se pueden observar los matices de las sustancias clorofílicas, responsables de la pigmentación de la hoja. Las franjas coloreadas corresponden a: Clorofila A (verde azulado), clorofila B (verde amarillento), carotenos (naranja y rojizo), Xantofilas (amarillo).

Para esta prueba el disolvente utilizado es alcohol de 96°.

El proceso que se utiliza es el siguiente:

1. Se colocan las hojas en un mortero. A medida que se trituran se añade alcohol hasta el punto que se obtiene un líquido verde intenso.
2. Se filtra el líquido para eliminar restos de hoja. El líquido se vierte en un recipiente ancho.
3. Se recortan unas tiras de papel absorbente blanco y se introducen de forma vertical en el recipiente haciendo contacto con el líquido.

4. Al cabo de 30 minutos habían aparecido una serie de franjas horizontales coloreadas que indicaban la pigmentación de cada sustancia.

Resultados:

En la cromatografía realizada con la muestra de la variedad 011-02, se observa en cada uno de los componentes tendencias anaranjadas.

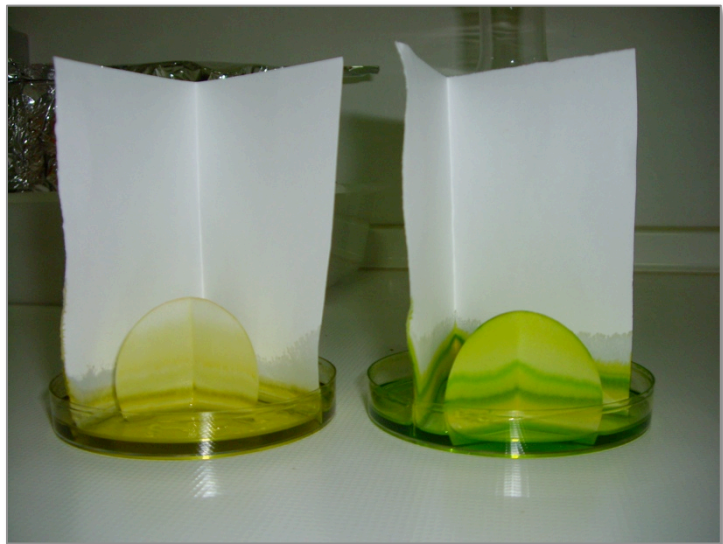


Ilustración 107. Cromatografías



Ilustración 108. Disolución de alcohol y clorofila



Ilustración 109. Cromatografías

En la cromatografía correspondiente a la muestra de las hojas 011-04, se observan tendencias amarillentas en cada uno de los componentes. Estos datos revelan la correspondencia entre las tendencias cromáticas de las hojas una vez realizada la desecación y las sustancias húmedas y disueltas en alcohol correspondientes a las cromatografías (ver en el apartado 7.2.2.1.2.1. “Pruebas de humedad”, en la página 204).

Tabla 7. Cromatografías

Variedad	Observaciones y resultados
011-02	Tendencias anaranjadas de los componentes (clorofila A, clorofila B, carotenos y Xantofilas).
011-04	Tendencias amarillentas de los componentes (clorofila A, clorofila B, carotenos y Xantofilas).

7.2.2.1.2.3. Microscopías

Para la realización de estas pruebas, se han seleccionado pequeñas cantidades de hoja machacada perteneciente a las variedades 011-02 y 011-04. Con el fin de observar microscópicamente los componentes de las hojas, se ha utilizado un microscopio óptico de inmersión TIGHTEN SER.NO.95/359. Colocadas las muestras en dos placas de vidrio (ver Ilustración 110), las observaciones son las siguientes: la fibra va recubierta por una especie de caparazón marrón-verdoso (lignina). No se observa nada más pues la lignina impide visionar la fibra, aunque puede observarse que el tamaño de las fibras es muy variado, es decir, que en la hoja de melocotonero existen fibras largas, medias y finas (ver en el apartado 3.3.2.3.1 “Fibras largas y medias”, en la página 108). Por tanto, son necesarios procedimientos de pasteado que rompan la estructura formada en la lámina media.

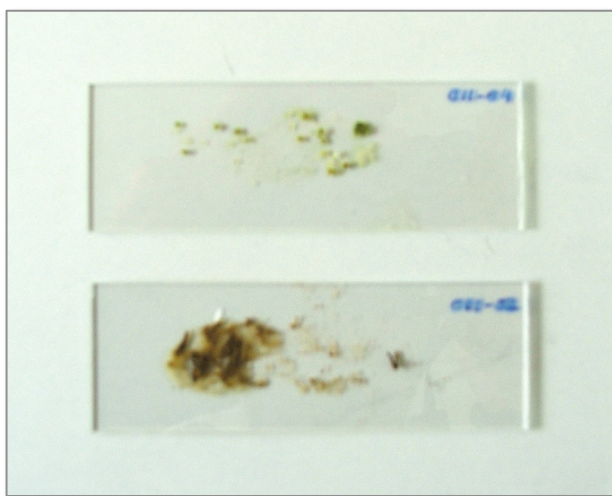


Ilustración 110. Microscopías

7.2.2.1.2.4. Pruebas de ceniza

Los dos propósitos que tienen estas pruebas son, por un lado, conocer el grado de concentración de sales y minerales que contiene la hoja. Por otro lado y como se menciona en el apartado 7.2.2.1.2.3. “Microscopías” (página 209), se trata de separar las fibras de los demás elementos que contiene la lámina media (ver en el apartado 3.2.1.4, “Estructura de las fibras de origen vegetal”, en la página 72), por lo cual es necesario realizar procesos de pasteado.

El primer propósito que citamos, se debe a que la ceniza es uno de los álcalis utilizado en los procesos tradicionales de elaboración de papel y por tanto (ver en el apartado 3.3.1.2 “Proceso de elaboración del washi”), en los procesos de pasteado de esta fase (ver página 220), se van a utilizar las cenizas como reactivo para separar las fibras de la lámina media.

En cuanto al primer propósito, el procedimiento que se ha llevado a cabo ha sido el siguiente: colocar 3 gr por variedad en crisol (cápsulas de

porcelana) e introducidos en el horno de mufla a 550°C durante 24 horas. La materia obtenida es la concentración de sales y minerales mencionada, cantidad que siendo pesada y contrastada con los 3 gr iniciales, sirve para calcular el porcentaje de ceniza. (Ver “Tabla 8. Pruebas de ceniza”, en la página 201):

Tabla 8. Pruebas de ceniza

Código	Porcentaje de ceniza (%)
011-01	16,33
011-02	11,33
011-03	12
011-04	13,66
011-05	13
011-06	13,33
011-07	12,33
011-08	15
011-09	12,33
011-10	15,66
011-11	10,33
011-12	15,33
011-13	13,66
011-14	11
011-15	10,33
011-16	17
011-17	12,66
011-18	17,33
011-19	20

7.2.2.1.2.5. Procesos de pasteado

Para los primeros procesos de pasteado realizados en el laboratorio PPAF, se han utilizado las variedades 011-02 y 011-04. Con cada una de las variedades son tres tipos de pasteados los que se trabajan: uno aprovechando la parte de la nervadura de la hoja, otra aprovechando la lámina foliar de la hoja (sin nervadura) y otra mixta que contenga toda la lámina foliar.

Como menciona García Hortal (2007), en los procesos de pasteado una de las principales tareas es disolver la lignina. Para ello, en estos procesos, se recurre al desfibrado y a procesos de ebullición en una manta eléctrica ayudada de un agitador magnético y sin añadir ningún álcali.



Ilustración 111. Pasteado manual de la fibra

El proceso de desfibrado utilizado en este caso es manual (ver Ilustración 111), similar al tradicional cuando machacaban y golpeaban la fibra manualmente con mazos para reducirlas y ablandarlas (ver en el apartado 3.3.1.2 “Proceso de elaboración del washi”). En este caso se han machado

10 gr de hoja en un mortero para posteriormente cocerla en 200 ml en agua destilada durante 3 tandas de 45 minutos. Transcurridas estas operaciones, antes de proceder a la realización de papeles y con el fin de observar la cantidad y el tamaño de los elementos suspendidos en el agua, procedemos a realizar dos procesos de decantación utilizando tres conos de Imhoff⁴ (Ilustración 112).

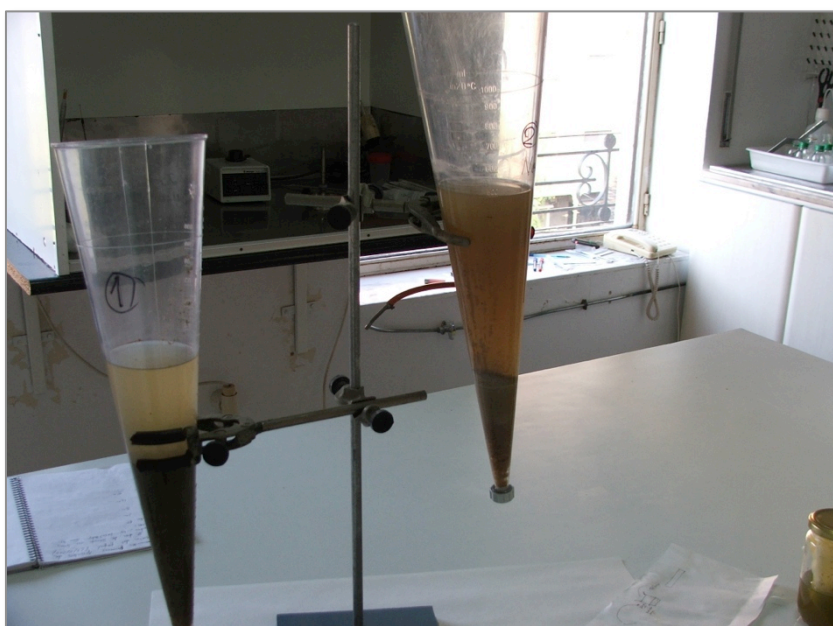


Ilustración 112. Pruebas de decantación

Los resultados de las observaciones son los siguientes:

La primera vez que se realiza este proceso, se observa que la pasta realizada exclusivamente con nervadura contiene una serie de elementos

⁴ Cono de decantación simple.

más claros y de mayor tamaño que los elementos que componen la pasta realizada con la parte exterior de la hoja (lámina foliar sin nervadura). Con respecto a la pasta mixta (lámina foliar entera), se observa como los elementos procedentes de la nervadura se separan del resto y quedan depositados en el fondo, quedando los elementos más finos arriba y los más gruesos abajo, al igual que en los casos anteriores. Con respecto al color marrón verdoso del agua, es un indicador de que buena parte de la lignina ha quedado disuelta.

Una vez realizadas las observaciones oportunas, se filtra la materia no disuelta y se vuelven a añadir 200 ml de agua destilada para realizar nuevas observaciones 72 horas después.

Transcurridas las 72 horas, se observa que la fibra se ha hinchado, que su apariencia es poco homogénea y que el tamaño de los elementos es demasiado grande como para poder realizar un adecuado y estable proceso de tamizado. Por lo tanto de las observaciones realizadas deducimos que en los procesos de pasteado realizados hasta la fecha, las fibras no han sido suficientemente separadas de la lignina. Con el fin de eliminar una mayor cantidad de sustancias no fibrosas y poder realizar los primeros papeles con las fibras manipuladas, se vuelve a cocer la pasta resultante durante 45 minutos para posteriormente lavarla y filtrarla.

7.2.2.1.2.6. Realización de papel

Una vez realizado el proceso de pasteado (ver en el apartado 7.2.2.1.2.5. “Procesos de pasteado”, en la página 211), se inician las primeras pruebas de realización de papel (ver Ilustración 115) utilizando una adaptación del método tradicional (ver Ilustración 113 e Ilustración 114) (ver en el apartado 3.3.1 “Procesos tradicionales”).



Ilustración 113. Proceso de tamizado

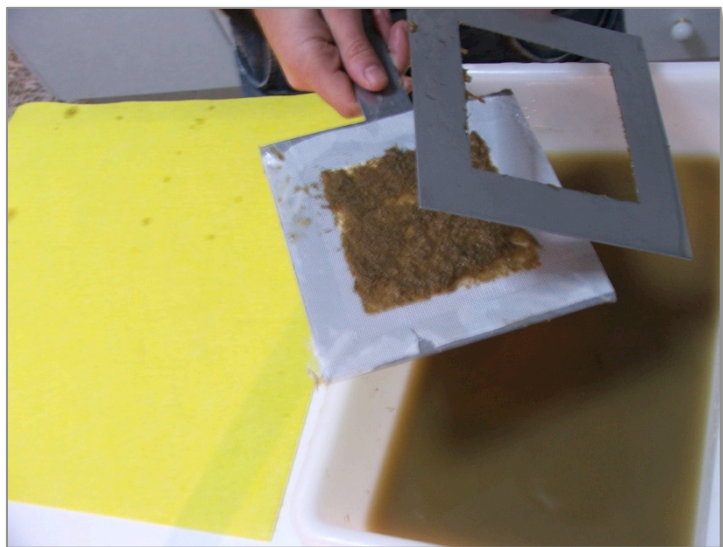


Ilustración 114. Proceso de tamizado



Ilustración 115. Papeles en proceso de secado

Estas pruebas se realizan con los tres tipos de pastas obtenidas de:

- nervaduras,
- lámina foliar sin nervadura
- y lámina foliar entera.

El tamiz utilizado (ver en el apartado 7.2.2.1.2.9. “Tamiz”, en la página 227), es un papel de filtro ensamblado a un marco de acero inoxidable, cuadrado y con una parte centrada y hueca de 16 cm². Posteriormente, en una cubeta se introducen, una a una, cada una de las pastas, se introduce el tamiz y se depositan en lonas absorbentes los papeles húmedos. Los resultados y observaciones extraídos tras haber realizado los primeros papeles son los siguientes:

P.L. 01



Ilustración 116. P.L. 01

Resultados: Las partículas se muestran finas y unidas aunque no tanto como en algunas zonas del papel realizado con pasta de nervadura. El papel es poco flexible (capacidad dimensional muy baja).

Observaciones: Previo al secado de las hojas, la distribución de la fibra se muestra homogénea. Tono verde oscuro.

P.L. 02



Ilustración 117. P.L. 02

Resultados: Aparentemente es el más leñoso de los tres papeles. Su aspecto también es frágil y poco flexible, parece un fino aglomerado. En un primer momento la distribución de las fibras es homogénea, posteriormente, tras el secado, se observan partes con fibras más unidas y encajadas entre si y otras más desordenadas y con apariencia leñosa.

Observaciones: Previo al secado de las hojas, la distribución de la fibra se muestra homogénea. Tono verde oscuro.

P.L. 03



Ilustración 118. P.L. 03

Resultados: Aparición de elementos finos y otros un poco más gruesos y leñosos. Distribución homogénea. Tono verde oscuro. Capacidad dimensional muy baja.

Observaciones: Escasa capacidad dimensional del papel.

7.2.2.1.2.7. Disolución con cenizas

Con la intención de acrecentar la separación y la degradación de la lignina de las fibras debilitándola, se opta por utilizar un álcali natural que rompa esa estructura tan unida formada en la llamada lámina media (ver en el apartado 3.2.1.4.3 “Lignina”, en la página 76). Con la finalidad de utilizar un método efectivo lo menos perjudicial para el medio, se ha optado por la ceniza como sustituto de medios sódicos. La ceniza que tiene un PH alcalino, ya era utilizada para separar las fibras en los procesos de elaboración del whasi (ver en el apartado 3.3.1.2, en la página 86).

El procedimiento es similar al anteriormente citado en los procesos de pasteado (ver en el apartado 7.2.2.1.2.5. en la página 211). En este caso se añade a la cocción cantidades de ceniza procedente de las pruebas previamente realizadas y filtradas (ver en el apartado 7.2.2.1.2.4. “Pruebas de ceniza”, en la página 210).

Posteriormente a los tratamientos de pasteados a los que se ha añadido álcalis, ha tenido lugar la realización de papeles. El procedimiento llevado a cabo ha sido idéntico al ejecutado en el apartado 7.2.2.1.2.6. “Realización de papel” (ver en la página 214). La cantidad de fibra utilizada ha sido de 10 gr por tipo de pasta. En estas pruebas también se ha empleado pasta procedente de la nervadura de la hoja, pasta procedente de la lámina foliar sin nervadura y pasta procedente de la lámina foliar completa. La cantidad de agua destilada ha sido de 500 ml en cada caso, añadiendo otros 500 ml tras la cocción y para contrarrestar el agua perdida en la ebullición y poder filtrar adecuadamente las fibras en el tamiz. La variedad de las fibras trabajadas es 011-05.

Los resultados extraídos tras haber realizado los papeles, son los siguientes:

P.L. 04



Ilustración 119. P.L. 04

Papel realizado con nervadura.

Resultados y observaciones: el reparto de las fibras es homogéneo y sin impurezas. El tono es ligeramente más claro con respecto a los demás papeles conseguidos con ceniza y anteriormente sin ceniza. El papel es poco flexible pero, por primera vez tiene apariencia de papel.

P.L. 05



Ilustración 120. P.L. 05

Papel realizado con lámina foliar sin nervadura.

Resultados y Observaciones: reparto homogéneo, las partículas se muestran finas y unidas. El papel es poco flexible y ligeramente más oscuro que los realizados en P.L.4 y P.L.6.

P.L. 06



Ilustración 121. P.L. 06

Papel realizado con lámina foliar completa.

Resultados y observaciones: El resultado es similar al realizado en P.L.4. Las partículas se muestran finas y unidas. El papel es poco flexible.

7.2.2.1.2.8. Realización de papeles con hoja deshidratada y molida

El procedimiento utilizado en estas pruebas ha sido el siguiente: deshidratar la hoja en un horno eléctrico de mufla a temperaturas no muy alta (90°C) durante 1 hora. Después la hoja ha sido molida a presión utilizando un rodillo (ver Ilustración 122). Una vez aplastada, se añaden 800 ml de agua destilada a cada variedad y se deja fermentar durante 20 días. La fermentación provoca la aparición de bacterias y hongos que también ayuda a hacer desaparecer la lámina media. La hoja con la cual se realizan estas pruebas procede del secadero. Las variedades trabajadas son: 011-05 (150 gr) y 011-14 (172 gr), de las cuales una vez secas se utilizan 50 gr para cada variedad.



Ilustración 122. Aplastamiento de fibra con rodillo

En la Ilustración 123 se pueden comprobar las diferencias entre el estado de las diferentes partes de las hojas tras el proceso de deshidratación (nervadura y lámina foliar) y el estado de las fibras deshidratadas y molidas con rodillo.



Ilustración 123. Comparativa de fibras en diferentes estados

Posteriormente, las fibras de las variedades 011-05 y 011-14 son lavadas y cocidas durante tres tandas de 45 minutos con 800 ml de agua y 5 gr de ceniza en cada caso. A continuación se realizan papeles con un tamiz de 60 mm de diámetro. Para finalizar esta operación, se secan los papeles con bayetas, papeles absorbentes y superposición de cargas.

P.L. 07

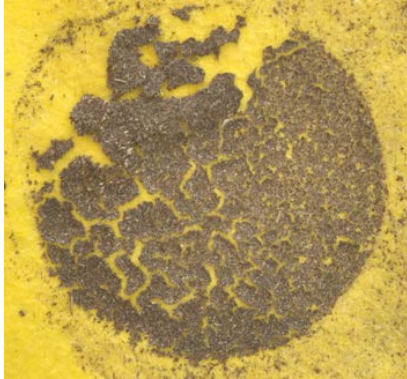


Ilustración 124. P.L. 07

P.L. 08



Ilustración 125.P.L. 08

Resultados: Papel débil, frágil y nada flexible.

Observaciones: Las fibras no están muy enlazadas. La hoja ha estado demasiado tiempo en el horno de mufla y con una temperatura demasiado alta. En el proceso, las fibras han perdido la capacidad de unión física.

7.2.2.1.2.9. Tamiz

La creación de un tamiz compatible con las cualidades de las fibras es indispensable. Todos los filtros no son adecuados debido sobre todo al tamaño de las fibras y sus peculiaridades. En este trabajo, debido a la ausencia de referencias con fibras de hoja de melocotonero, ha sido necesaria la experimentación con diversos filtros y telas hasta llegar a los materiales con los que pueden darse resultados favorables. En esta línea, el tamiz utilizado inicialmente consistió en una tela de filtro de plástico que ofrecía dificultades para desprender la fibra de la tela, la fibra queda atrapada y no deja que se deposite la totalidad de las fibras sobre la lona absorbente (ver Ilustración 126).



Ilustración 126. Colocación de papeles en bayetas absorbentes

Después de trabajar con diversas telas textiles, se decidió trabajar con una tela metálica fina cuyo entramado se asemeja al de una loneta tradicional de elaboración de papel. En esta fase al final se optó por la utilización de un filtro de acero inoxidable semi-rígido de 0,35 mm por orificio (ver en el apartado 7.2.2.1.2.6. “Realización de papel”, en la página 214). El sistema adoptado para su óptimo rendimiento, consiste en flotar con una esponja la parte posterior del filtro una vez formada la hoja de papel (ver Ilustración 127). De este modo la hoja se desprende fácilmente sobre las lonas absorbentes.



Ilustración 127. Tamiz de acero inoxidable

En las posteriores elaboraciones de papel (ver en el apartado 7.2.3.2 “Elaboración del papel”, en la página 235), el filtro utilizado para la

construcción de los tamices, es una malla de acero inoxidable con un poro de 135 micras montada sobre un bastidor de madera (ver Ilustración 128).

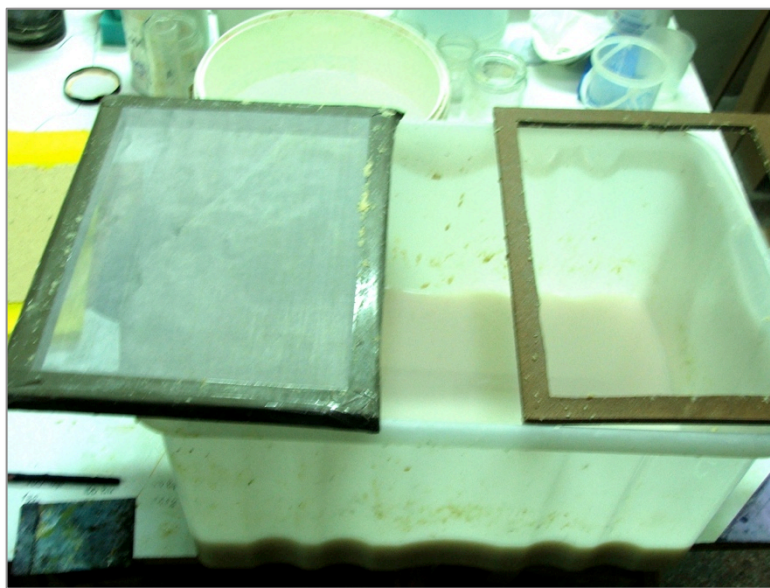


Ilustración 128. Tamiz y su respectivo marco

7.2.3. Tercera fase. Depuración técnica del proceso de elaboración de pastas y de papel

Esta fase tiene lugar una vez se han obtenido los datos necesarios para continuar con la experimentación de pastas y creación de nuevos papeles. El lugar donde se traslada la investigación es el estudio propio, el cual dispone de una mesa de trabajo, prensa hidráulica, secadero o tendedero, espacio al aire libre y acceso amplio a zonas donde lavar y almacenar la fibra (Ilustración 129).



Ilustración 129. Estudio de José Víctor Villalba

En la tercera fase, la información obtenida en las dos primeras (cuaderno de campo) es analizada con el objetivo de mejorar y depurar los aspectos técnicos del papel a las fibras de hoja de melocotonero. A lo largo de esta etapa se realizan gran cantidad de papeles con el fin de obtener una fórmula o proceso viable de elaboración de pastas y papel. A partir de ese momento se sistematizará todo el proceso para evitar variables y permitir la replicación de los resultados. Una vez obtenidos los resultados y elegidas las mejores opciones, se realiza una serie de obras artísticas que nos permiten evidenciar las potencialidades artísticas de los materiales realizados.

Las secciones en las que dividimos esta fase son: elaboración de las pastas y elaboración del papel.

7.2.3.1. Elaboración de las pastas

A raíz de los descartes en las anteriores fases, de aquellos procesos no compatibles con el material objeto de la investigación, además de la información obtenida acerca de la morfología y cualidades de las fibras, se decide trabajar con una metodología base de preparación de las pastas.

Dadas las posibilidades que ofrecen las partes de la hoja, al igual que en la segunda fase, las pastas son elaboradas de tres maneras distintas: nervadura, lámina foliar y mezcla mixta entre ambas, siendo esta última la más utilizada.

Tras las pruebas de realización de papel dadas en la segunda fase en los apartados anteriores y sus resultados no viables, se llega a la conclusión de que el método utilizado para romper la lámina media y separar la celulosa es insuficiente, puesto que los primeros papeles obtenidos son tan frágiles y rígidos que ni siquiera pueden ser considerados como tales, por lo que se decide que para obtener celulosa limpia, es imprescindible contar con sustancias más eficientes.

En este caso, la sustancia que se decide introducir es la sosa cáustica. A partir de este momento y con la posterior incorporación de hipoclorito sódico y ácido clorhídrico, sumados a otras materias; aparece un gran elenco de posibilidades que sirve para elaborar distintas pastas y en consecuencia distintos papeles. Las variedades de hoja utilizadas son importadas del secadero.

El proceso de pasteado llevado a cabo es una mezcla a pequeña escala de varios procesos industriales y artesanales. Las fibras son tratadas con sosa cáustica (ver en el apartado 3.3.2.2.3 “Procesos Semiquímicos”, en la página 105), por lo que el PH es superior a 7 (en torno a 9). Los tratamientos químicos también elevan el PH en torno a 9 para producir el hinchamiento de las fibras. Por otro lado, el proceso también puede ser denominado “Químico-mecánico” puesto que primeramente tiene lugar un

pretratamiento con productos químicos (sosa cáustica) a una temperatura de 100°. Posteriormente, las pastas y las lejías son neutralizadas con ácido clorhídrico, por lo que al final del tratamiento, tanto las lejías como las pastas tienen un nivel de PH 7.

Los tratamientos de lavado son prácticamente los mismos que se empleaban en la elaboración del washi (ver en el apartado 3.3.1.2, en la página 86). El refino de las pastas es semejante al empleado en la mecánica de refinados (ver en el apartado 3.3.2.2.1 “Procesos Mecánicos (PM)”, en la página 103). Los tratamientos de blanqueo de las pastas utilizados son: al hipoclorito sódico y al peróxido de oxígeno (ver en el apartado 3.3.3.3 “El blanqueo”, en la página 117). Las colas empleadas son látex y almidón (ver en el apartado 3.2.3 “Colas”, en la página 79). La sustancia encargada de aportar lisura (cargas), es el caolín o sulfato aluminico (ver en el apartado 3.2.2 en la página 78). El alumbre es el mordiente utilizado para amordentar las fibras. Los colorantes utilizados son pigmentos naturales en polvo, acrílicos, tinta china y colorantes alimentarios (ver en apartado 3.3.4.3 “Coloreado del papel”, en la página 122). En los casos en los que se añaden cargas a las pastas, la sistemática llevada a cabo para su refino, ha sido la indicada por Joaquín Navarro Sacristá (1970), es decir, en primer lugar se añaden las fibras, en segundo lugar se añade la carga mineral y en tercer lugar la cola.

Finalmente el proceso base que se ha empleado para obtener las pastas es el siguiente:

Trocear y poner la hoja en agua durante 8 horas⁵ (ver en el apartado 3.3.4.1 “Preparación de la fibra”, en la página 121).

1. En una caldera de 20 litros, llenar de hoja hasta $\frac{3}{4}$. Añadir agua hasta cubrir toda la hoja (ver en el apartado 3.3.4.1 “Preparación de la fibra”).
2. Disolver 220 gramos de sosa cáustica (ver en el apartado 3.3.2.4.2 “Pasta química”, en la página 112) en agua caliente, añadir a la caldera, remover y tapar. En un hornillo eléctrico de 360 W, cocer a fuego medio durante 2 horas o hasta que la textura de la fibra esté gelatinosa (ver en el apartado 3.3.4.1 “Preparación de la fibra”, en la página 121).
3. Retirar el agua de la fibra cocida. Enjuagar tantas veces hasta que el agua sea clara (ver en el apartado 3.3.4.1 “Preparación de la fibra”, en la página 121). Las lejías han de ser neutralizadas con ácido clorhídrico antes de ser arrojadas. Comprobar con un medidor de PH.
4. Introducir la fibra en una disolución de hipoclorito sódico o peróxido de oxígeno (ver en el apartado 3.3.3.7 “Tratamientos blanqueadores”, en la página 119). El porcentaje dependerá del nivel de blanqueo que se quiera obtener (Ilustración 130).
5. Enjuagar la fibra tres veces con agua potable hasta que el PH llegue a 7. Comprobar con un medidor de PH. Es necesario neutralizar con ácido clorhídrico y lavar las fibras.
6. Refinar la fibra con pila holandesa. En su ausencia, utilizar una trituradora o batidora doméstica y batir la fibra unos 10 segundos por cada 100 gramos. Para evitar que la batidora se dañe, la

⁵ En todo el proceso el agua utilizada es dura (160 partes por millón de carbonato cálcico) y con una conductividad media (600 mili siemens por metro). Con otro tipo de agua existirían diferencias cromáticas.

proporción ha de ser de 5 partes de agua por cada una de fibra. En este caso la batidora utilizada tiene una potencia de 170 W y dos cuchillas de 12 mm

7. Añadir cargas y colas a la fibra y remover. Para una óptima mezcla de las sustancias, han de juntarse todos los componentes antes de ser triturados.

En los procesos de elaboración de las pastas se han realizado las siguientes variantes:

- A mayor cantidad de carga mayor es la lisura pero, la capacidad dimensional⁶ disminuye.
- La cola utilizada puede ser almidón de arroz pero, el látex aporta mayor impermeabilidad (ver en el apartado 3.2.3 “Colas”, en la página 79).
- En el caso de colorear la pasta con pigmentos, para la pintura acrílica, tinta china y otros, la fibra ha de ser amordentada con alumbre (ver en apartado 3.3.4.3 “Coloreado del papel”, en la página 122). En este caso es necesario disolver 2 gr de alumbre por cada 100 gr de pulpa y dejarlo reposar durante 8 horas. A continuación se añade el pigmento y se calienta la fibra a 90°C durante una hora. Existen colorantes alimentarios que tienen un mordiente incorporado (café y azafrán) y que no requieren de ningún mordiente más para su aplicación.

⁶ Flexibilidad del papel. Capacidad al doblado o plegado de la hoja sin romperse.



Ilustración 130. Pastas aclarada

7.2.3.2. Elaboración del papel

Una vez preparadas las pastas se ha llevado a la práctica un proceso adaptado del tradicional tamizado (ver en el apartado 3.3.1 “Procesos tradicionales”, a partir de la página 81). Previa elaboración del papel, ha sido necesario investigar con varios materiales hasta encontrar los más apropiados para la fabricación de tamices (segunda fase).

En esta ocasión, como se menciona en el apartado 7.2.2.1.2.9. “Tamiz” (ver en la página 227), se ha optado por una malla de acero inoxidable con un poro de 135 micras montada sobre un bastidor de madera. También se ha elaborado una tapa-marco de DM plastificado, para que al salir la pasta de la tina quede acumulada en la superficie del tamiz y no se deforme lo que en potencia es el papel.



Ilustración 131. Elaboración de papel en el estudio

Los tamices han sido diseñados para obtener papeles de las siguientes medidas: 80 x 80 mm, 140 x 140 mm, 230 x 340 mm y 550 x 550 mm, aunque tras el secado y prensado, la hoja mengua algún centímetro (ver en el apartado 3.3.1 “Procesos tradicionales”, a partir de la página 81).

El proceso de elaboración del papel es el siguiente:

La pasta es introducida en una tina. Una vez removida, ha de introducirse el tamiz y sacarlo lentamente (ver Ilustración 132), dejar que escurra unos veinte segundos para posteriormente darle la vuelta y depositarlo sobre bayetas absorbentes húmedas (ver Ilustración 131). Como mencionamos en el apartado 7.2.2.1.2.9. “Tamiz” (página 227), a continuación, con la intención de absorber la mayor cantidad posible de agua y ayudar la separación del papel del tamiz, se frota la parte posterior con una esponja. Una vez separado el papel, es necesario portarlo a una

prensa hidráulica y someterlo a presión⁷ (ver en procesos tradicionales) durante unos minutos para volver a eliminar la mayor parte del agua. Seguidamente, con unas pinzas se coloca el papel cuidadosamente en un tendedero para que seque (ver Ilustración 133).



Ilustración 132. Proceso de tamizado en el estudio

⁷ Al menos a 4000 kg



Ilustración 133. Secado en tendedero de diversos papeles

La humedad ambiental debe de estar en torno al 60%, por lo que se trabaja en entornos bajo control termohigrométrico. No obstante, el papel resultante tiende a arrugarse y a enrollarse, por lo que será preciso aplanar y alisar el papel en la prensa tantas veces como sea necesario. Se finaliza el proceso colocando la hoja entre papeles absorbentes y aplicando presión.

Variantes.

Otro método utilizado en la elaboración del papel, ha consistido en depositar directamente la pasta sobre el tamiz. Este procedimiento ha sido el utilizado para efectuar pruebas de pequeño tamaño y nos ha permitido probar velozmente con diferentes pastas. De esta forma se han podido verificar las propiedades de cada fórmula y elegir las más oportunas. Este método también se ha utilizado para realizar obra artística pues es un

recurso que permite introducir varios tipos de pasta y elementos sólidos en el mismo papel (ver en el apartado 8.3, página 312).

A continuación se muestran los resultados, observaciones y problemas (si los hubiera) de cada uno de los papeles realizados en esta fase:

P.E. 01



Ilustración 134. P.E. 01

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie rugosa y áspera. Blanqueado insuficiente (todavía existe un color oscuro). Capacidad dimensional media-baja.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 20 mm

Se distinguen dos claros tipos de fibras: largas (procedentes de la nervadura) y cortas (procedentes de lámina foliar).

Problemas: Papeles muy frágiles. Se rompe con facilidad.

P.E. 02



Ilustración 135. P.E. 02

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie rugosa y áspera. Blanqueado insuficiente (todavía existe un color oscuro). Capacidad dimensional media.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 20 mm

Se distinguen dos claros tipos de fibras: largas (procedentes de la nervadura) y cortas (procedentes de lámina foliar). No se aprecian diferencias directas entre papeles almidonados y sin almidonar.

Problemas: En el proceso de secado las lonas absorbentes se han retirado antes de tiempo. El papel se ha arrugado como una flor y hay que repetir la prueba.

Aparición de hongos en el proceso de secado (solucionado con espolvoreado de ácido bórico).

Lejías con un nivel de PH 9. Neutralizar con ácido clorhídrico.

P.E. 03



Ilustración 136. P.E. 03

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie rugosa y áspera. Blanqueado insuficiente (todavía existe un color oscuro). Capacidad dimensional media.

Observaciones: La capacidad dimensional es baja porque se ha empleado demasiada cantidad de pasta. Los papeles son demasiado gruesos.

En el proceso de secado la hoja ha menguado 20 mm

Se distinguen dos claros tipos de fibras: largas (procedentes de la nervadura) y cortas (procedentes de lámina foliar).

Problemas: Aparición de hongos en el proceso de secado (solucionado con espolvoreado de ácido bórico).

Lejías con un nivel de PH 9. Neutralizar con ácido clorhídrico.

P.E. 04



Ilustración 137. P.E. 04

Resultados: Hojas de 110 x 110 mm

Superficie rugosa y áspera. Capacidad dimensional baja.
Blanqueado insuficiente (todavía existe un color oscuro).

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado. El almidón ha producido tensiones que disminuyen la capacidad dimensional.

Problemas: Rigidez excesiva de las hojas.

P.E. 05



Ilustración 138. P.E. 05

Resultados: Hojas de 80 x 80 mm

Superficie rugosa y áspera. Color amarronado claro (apariencia de cuero animal). Capacidad dimensional media.

Observaciones: Se observa que existen fibras cortas (procedentes de los restos de lámina foliar). Menguado de las hojas. Opacidad muy alta.

P.E. 05B

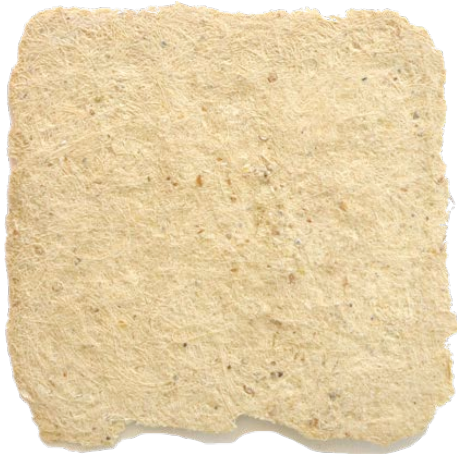


Ilustración 139. P.E. 05B

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie rugosa y áspera. Blanqueado alto. Capacidad dimensional media-alta.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 20 mm
Abundancia de fibras largas que dan bastante consistencia al papel.

Problemas: Aparición de hongos en el proceso de secado
(solucionado con espolvoreado de ácido bórico).

Lejías con un nivel de PH 9. Neutralizar con ácido clorhídrico.

P.E. 06

Resultados: Papeles de 70 mm de diámetro con tonalidades muy similares. Capacidad dimensional media-baja (debido al gramaje alto de las hojas).

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado. Los papeles con un aclarado al 50, 43 y 33 % tienen la misma tonalidad. Los papeles aclarados al 33 y al 20 % contiene motas oscuras. Se distinguen fibras largas y cortas.

Problemas: Secado irregular de las hojas. Aparición de tensiones irregulares en las mismas hojas.



Ilustración 140. P.E 06

P.E. 07



Ilustración 141. P.E. 07

Resultados: Hojas de 70 x 70 mm

Superficie rugosa y áspera. Color café. Capacidad dimensional media alta.

Observaciones: En el proceso de secado la hoja ha menguado 10 mm

El papel ofrece bastante resistencia a la rotura (capacidad dimensional alta). Las fibras están repartidas de forma homogénea. El tono (café) no es muy intenso debido a que esta sustancia necesita reposar con la fibra de 6 a 8 horas antes de realizar el papel, en esta ocasión solo se han dejado 2 horas de reposo.

Problemas: Tras el secado, la hoja presenta arrugas demasiado rígidas.

P.E. 08



Ilustración 142. P.E. 08

Resultados: Hojas de 70 x 70 mm

Superficie rugosa y áspera. Color amarillo anaranjado. Capacidad dimensional media alta.

Observaciones: En el proceso de secado la hoja ha menguado 10 mm

El papel ofrece bastante resistencia a la rotura (capacidad dimensional alta). Las fibras están repartidas de forma homogénea.

Problemas: Tras el secado, la hoja presenta arrugas demasiado rígidas.

P.E. 09



Ilustración 143. P.E. 09

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie rugosa y áspera. Color verdoso y muy oscuro. Capacidad dimensional alta.

Observaciones: Se observa que existen fibras largas (procedentes de la nervadura secundaria de la hoja). Menguado de las hojas.

Problemas: Aparición de hongos en el proceso de secado (solucionado con espolvoreado de ácido bórico). Lejías con un nivel de PH 9. Neutralizar con ácido clorhídrico.

P.E. 10



Ilustración 144. P.E. 10

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm y 110 x 110 mm

Superficie muy rugosa y áspera. Capacidad dimensional media-baja (los papeles tienen bastante grosor). Las fibras largas y cortas se encuentran totalmente entrelazadas.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado. Opacidad muy alta.

Problemas: Aparición de hongos en el proceso de secado (solucionado con espolvoreado de ácido bórico).

P.E. 11



Ilustración 145. P.E. 11

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie muy rugosa y áspera. Capacidad dimensional media.
Grosor alto. Color amarronado muy claro.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado. Las fibras largas (procedentes de la nervadura secundaria) y cortas se encuentran totalmente entrelazadas. Opacidad media.

Problemas: Aparición de hongos en el proceso de secado (solucionado con espolvoreado de ácido bórico). El exceso de ácido bórico ha provocado la cristalización de algunas zonas.

P.E. 12



Ilustración 146. P.E. 12

Resultados: Hoja de 105 x 105 mm

Superficie poco rugosa y áspera. Capacidad dimensional media-alta. Tono crema muy claro.

Observaciones: Escaso menguado de la hoja durante el proceso de secado. Opacidad muy alta. Carencia de brillo.

P.E. 13



Ilustración 147. P.E. 13

Resultados: Hoja de 105 x 105 mm

Superficie rugosa y áspera. Capacidad dimensional media. Tono crema-oscuro.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado. Opacidad media. Carencia de brillo.

Problemas: No existe demasiada planitud.

P.E. 14



Ilustración 148. P.E. 14

Resultados: Hoja de 105 x 105 mm

Superficie poco rugosa y áspera. Capacidad dimensional media-alta. Tono crema muy claro.

Observaciones: Escaso menguado de la hoja durante el proceso de secado. Opacidad muy alta. Carencia de brillo.

P.E. 15



Ilustración 149. P.E. 15

Resultados: Hoja de 110 x 110 mm

Superficie poco rugosa y áspera. Capacidad dimensional media.
Tono crema claro.

Observaciones: La hoja tiene bastante planitud. Opacidad muy alta.
Carencia de brillo.

P.E. 16



Ilustración 150. P.E. 16

Resultados: Hoja de 110 x 110 mm

Superficie poco rugosa y áspera. Capacidad dimensional media-baja. Tono crema bastante claro.

Observaciones: Durante el secado la hoja no ha menguado. Opacidad muy alta. Carencia de brillo.

P.E. 17



Ilustración 151. P.E. 17

Resultados: Hoja de 100 x 100 mm

Superficie rugosa y áspera. Capacidad dimensional media. Tono crema muy claro.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado. Opacidad muy alta. Carencia de brillo.

P.E. 18



Ilustración 152. P.E. 18

Resultados: Hoja de 100 x 100 mm

Superficie rugosa y áspera. Capacidad dimensional media-baja.
Tono crema-oscuro.

Observaciones: Menguado de la hoja. Opacidad media-alta.
Carencia de brillo.

Problemas: No existe demasiada planitud.

P.E. 19



Ilustración 153. P.E. 19

Resultados: Hoja de 110 x 110 mm

Superficie rugosa y áspera. Capacidad dimensional media-baja.
Tono crema oscuro.

Observaciones: Escaso menguado de la hoja. Opacidad muy alta.
Carencia de brillo.

P.E. 20



Ilustración 154. P.E. 20

Resultados: Hoja de 105 x 105 mm

Superficie poco rugosa y áspera. Capacidad dimensional media-alta. Tono crema claro.

Observaciones: La hoja tiene bastante planitud. Opacidad muy alta. Carencia de brillo.

P.E. 21



Ilustración 155. P.E. 21

Resultados: Hoja de 110 x 110 mm

Superficie muy poco rugosa y áspera. Capacidad dimensional media-baja. Tono crema bastante claro.

Observaciones: Durante el proceso de secado, la hoja no ha menguado. Opacidad muy alta. Carencia de brillo.

P.E. 22

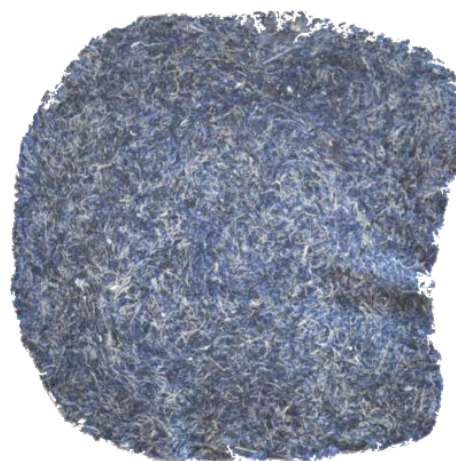


Ilustración 156. P.E. 22

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie rugosa y áspera. Color azulado tipo vaquero desgastado. Capacidad dimensional media baja.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 20 cm

Las fibras más largas se muestran más claras. El colorante queda totalmente adherido a la fibra. Al tacto, no se produce desteñido alguno. El pigmento aporta opacidad al papel.

Problemas: Con este material y método de coloración, el teñido no es homogéneo.

P.E. 23



Ilustración 157. P.E. 23

Resultados: Hojas de 70 x 70 mm

Superficie lisa y un poco áspera. Color azulado tipo vaquero.
Capacidad dimensional media-baja.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 10 mm

Algunas de las fibras más largas se muestran más claras. El colorante queda totalmente adherido a la fibra. Al tacto, no se produce desteñido alguno. El pigmento aporta opacidad al papel.

Problemas: Con este material y método de coloración, el teñido no es totalmente homogéneo.

P.E. 24

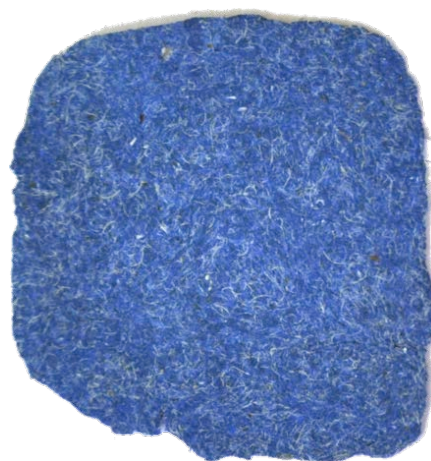


Ilustración 158. P.E. 24

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie muy poco rugosa y muy poco áspera. Color azulado tipo vaquero algo desgastado. Capacidad dimensional media.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 20 mm. Algunas de las fibras más largas se muestran más claras. El colorante queda totalmente adherido a la fibra corta. Al tacto, no se produce desteñido alguno. El pigmento aporta opacidad al papel.

Problemas: Con este material y método de coloración, el teñido no es homogéneo total.

P.E. 25



Ilustración 159. P.E. 25

Resultados: Hojas de 60 x 60 mm

Superficie lisa y muy poco áspera. Color azulado tipo vaquero. Capacidad dimensional media-alto.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 20 mm. Algunas de las fibras más largas se muestran más claras. El colorante queda totalmente adherido a la fibra corta. Al tacto, no se produce desteñido alguno. El acrílico aporta opacidad al papel.

Problemas: Con este material y método de coloración, el teñido no es homogéneo total.

P.E. 26



Ilustración 160. P.E. 26

Resultados: Hojas de 70 x 70 mm

Superficie parcialmente lisa y muy poco áspera. Color rojo algo apastelado. Capacidad dimensional media-alto.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 10 mm. Algunas de las fibras más largas se muestran más claras. El colorante queda totalmente adherido a la fibra corta y media. Al tacto, no se produce desteñido alguno. Con este material y método de coloración, el teñido es casi homogéneo. El pigmento aporta opacidad al papel.

P.E. 27



Ilustración 161. P.E. 27

Resultados: Hojas de 70 x 70 mm

Superficie parcialmente poco rugosa y poco áspera. Color rojo menos apastelado que el papel realizado con agua caliente en P.E.26. Capacidad dimensional media.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 10 mm. Algunas de las fibras más largas se muestran más claras. El colorante queda totalmente adherido a la fibra corta y media. Al tacto, no se produce desteñido alguno. Con este material y método de coloración, el teñido es casi homogéneo. El pigmento aporta opacidad al papel.

P.E. 28



Ilustración 162. P.E. 28

Resultados: Hojas de 70 x 70 mm

Superficie parcialmente algo rugosa y áspera. Color ocre bastante puro. Capacidad dimensional media.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 10 mm

El colorante queda parcialmente adherido a la fibra. Al tacto, el pigmento no se destiñe. El pigmento aporta opacidad al papel.

Problemas: Con este material y método de coloración, el pigmento no se adhiere totalmente a la fibra.

P.E. 29



Ilustración 163, P.E. 29

Resultados: Hojas de 70 x 70 mm

Superficie rugosa y áspera. Color ocre bastante puro, más que en el papel obtenido con agua caliente en P.E.28. Capacidad dimensional media.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 10 mm

El colorante queda parcialmente adherido a la fibra. El pigmento aporta opacidad al papel.

Problemas: Con este material y método de coloración, el pigmento no se adhiere totalmente a la fibra. Al tacto, no se produce desteñido del pigmento.

P.E. 30



Ilustración 164. P.E. 30

Resultados: Hojas de 65 x 65 mm

Superficie rugosa y áspera. Tono grisáceo oscuro. Capacidad dimensional media.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 15 mm

La pureza del tinte disminuye considerablemente.

Problemas: El colorante no queda totalmente adherido a la fibra. Todas las fibras no se entintan de forma regular.

P.E. 31



Ilustración 165. P.E. 31

Resultados: Hojas de 65 x 65 mm

Superficie rugosa y áspera. Tono grisáceo oscuro. Capacidad dimensional media.

Observaciones: Durante el secado la hoja ha menguado 15 mm

La pureza del tinte disminuye considerablemente.

Problemas: El colorante no queda totalmente adherido a la fibra.
Todas las fibras no se entintan de forma regular.

7.3. Análisis de resultados

7.3.1. Los elementos perceptivos

Tabla 9. Elementos perceptivos

A	Inexistencia de aglomeraciones leñosas y zonas rígidas y poco flexibles.
B	Consistencia, unión de los elementos
C	Aparecen solo fibras celulósicas. Inexistencia de elementos leñosos
D	Resistencia a roturas

Descripción de los ítems:

A: Inexistencia de aglomeraciones leñosas. No se observan conglomeraciones de materias leñosas como trozos de nervadura o lámina foliar. No aparenta ser un material rígido o semirrígido, configurado a base de virutas y trozos leñosos que simplemente aportan volumen y podrían dar la apariencia de ser un cartón.

B: Consistencia. Los elementos que aparecen en el papel están totalmente unidos.

C: No aparecen otros elementos fibrosos y de naturaleza vegetal que no sea celulosa.

D: Resistencia. El papel es resistente a posibles roturas y no muestra características de debilidad.

7.3.2. El aspecto general

E	Aspecto general del papel
---	---------------------------

Descripción de los ítems:

E: Aspectos comparativos con papeles primitivos y actuales. Tendrán baja puntuación aquellos que tengan una apariencia tosca, leñosa y rígida. Tendrán alta puntuación aquellos que aparenten características de lisura, flexibilidad y blancura y brillo.

7.3.3. Los elementos cualitativos

Tabla 10. Elementos cualitativos sobre aspectos generales

F	Capacidad dimensional
G	Lisura
H	Opacidad
I	Brillo
J	Admisión de blanqueadores
K	Admisión de colorantes
L	Admisión de cargas
M	Admisión de colas
N	Homogeneidad en el blanqueado
Ñ	Homogeneidad en el entintado

Descripción de los ítems:

F: El papel se muestra flexible y resistente al doblado.

G: Al tacto, el papel se muestra liso y sin elementos volumétricos.

H: Al trasluz, el papel impide el paso a la luz. No se muestra diáfano.

I: El papel refleja brillo.

J: Las fibras se muestran susceptibles a sustancias blanqueadoras y se blanquean en función de las características del colorante empleado.

K: Las fibras se muestran susceptibles a sustancias colorantes y mutan cromáticamente en función de las características del colorante empleado. El papel admite sustancias colorantes de forma homogénea en todas sus fibras.

L: Las fibras se muestran susceptibles a sustancias de relleno que se adhieren.

M: Las fibras se muestran susceptibles a sustancias adhesivas.

N: El papel admite sustancias blanqueadoras de forma homogénea en todas sus fibras.

7.3.4. Escala de valoración

Tabla 11. Escala de valoración

No evaluado / no evaluable	No/ Nada/ Ninguno	Poco/ Algo/ Insuficiente	Nivel medio/ Regular	Si/ Nivel bueno	Nivel muy alto/ Bastante/ mucho/
n	1	2	3	4	5

Los papeles que tengan todos los ítems comprendidos entre 3 y 5 se consideraran válidos y aparecerán remarcados de la siguiente manera

3	3	4	4	5	5
---	---	---	---	---	---

7.3.5. Análisis sobre los aspectos perceptivos y generales

Tabla 12. Análisis sobre los aspectos perceptivos y generales

Ref.	A	B	C	D	E
P.P.I. 01	3	4	1	3	2
P.P.I. 02	3	4	5	3	3
P.P.I. 03	3	4	5	3	3
P.P.I. 04	1	4	1	3	2
P.P.I. 05	2	4	1	3	2
P.P.I. 06	2	4	3	3	2
P.P.I. 07	3	4	3	3	2
P.P.I. 08	3	4	1	3	2
P.P.I. 09	3	4	4	3	3
P.P.I. 10	2	4	1	3	2
P.P.I. 11	2	4	1	3	2
P.P.I. 12	2	4	1	3	2
P.P.I. 13	3	4	3	3	3

Tabla 13. Análisis sobre los aspectos perceptivos y generales

Ref.	A	B	C	D	E
P.L. 01	2	3	2	1	2
P.L. 02	2	2	2	1	2
P.L. 03	3	3	2	1	2
P.L. 04	3	3	2	1	3
P.L. 05	3	3	2	1	2
P.L. 06	3	3	2	1	2
P.L. 07	3	2	2	1	3
P.L. 08	3	3	2	1	2

Tabla 14. Análisis sobre los aspectos perceptivos y generales

Ref.	A	B	C	D	E
P.E. 01	3	5	4	4	2
P.E. 02	3	5	4	4	2
P.E. 03	3	5	4	4	2
P.E. 04	4	5	4	4	2
P.E. 05	4	5	4	4	2
P.E. 05 B	5	5	4	5	2
P.E. 06	4	5	4	5	2
P.E. 07	5	5	4	4	2
P.E. 08	5	5	5	4	2
P.E. 09	4	5	5	5	2
P.E. 10	4	5	4	5	2
P.E. 11	4	5	4	5	2
P.E. 12	5	5	5	5	3
P.E. 13	5	5	5	5	3
P.E. 14	5	5	5	5	3
P.E. 15	5	5	4	5	2
P.E. 16	5	5	5	5	3
P.E. 17	5	5	5	5	3
P.E. 18	5	5	5	5	3
P.E. 19	5	5	5	5	3
P.E. 20	5	5	5	5	3
P.E. 21	5	5	5	5	3
P.E. 22	5	5	5	5	2
P.E. 23	5	5	5	5	4
P.E. 24	5	5	5	5	4
P.E. 25	5	5	5	5	4
P.E. 26	5	5	5	5	4
P.E. 27	5	5	5	5	3
P.E. 28	5	5	5	5	4
P.E. 29	5	5	5	5	4
P.E. 30	5	5	5	5	3
P.E. 31	5	5	5	5	3

7.3.1. Análisis de los elementos cualitativos

Tabla 15. Análisis de los elementos cualitativos

Ref.	F	G	H	I	J	K	L	M	N
P.P.I. 01	1	1	5	3	n	n	n	4	n
P.P.I. 02	2	1	5	3	n	n	n	3	n
P.P.I. 03	2	1	5	5	n	n	n	4	n
P.P.I. 04	1	1	5	4	n	n	n	4	n
P.P.I. 05	2	2	5	4	n	n	n	4	n
P.P.I. 06	2	1	5	3	n	n	n	4	n
P.P.I. 07	2	1	5	2	n	n	n	4	n
P.P.I. 08	1	1	5	4	n	n	n	4	n
P.P.I. 09	2	1	5	4	n	n	n	4	n
P.P.I. 10	2	1	5	3	n	n	n	4	n
P.P.I. 11	2	1	5	2	n	n	n	4	n
P.P.I. 12	2	1	5	2	n	n	n	4	n
P.P.I. 13	2	1	5	3	n	n	n	4	n

Tabla 16. Análisis de los elementos cualitativos

Ref.	F	G	H	I	J	K	L	M	N
P.L. 01	2	3	3	1	n	n	n	n	n
P.L. 02	1	4	2	1	n	n	n	n	n
P.L. 03	2	3	3	1	n	n	n	n	n
P.L. 04	1	2	2	1	n	n	n	n	n
P.L. 05	1	3	3	1	n	n	n	n	n
P.L. 06	2	2	3	1	n	n	n	n	n
P.L. 07	1	2	2	1	n	n	n	n	n
P.L. 08	1	2	2	1	n	n	n	n	n

Tabla 17. Análisis de los elementos cualitativos

Ref.	F	G	H	I	J	K	L	M	N
P.E. 01	3	3	4	1	2	n	n	n	2
P.E. 02	3	3	4	3	2	n	n	4	2
P.E. 03	3	4	4	3	2	n	n	4	2
P.E. 04	3	4	4	3	2	n	n	4	2
P.E. 05	3	3	3	2	3	n	n	n	4
P.E. 05 B	4	3	4	2	4	n	n	n	4
P.E. 06	2	3	4	4	5	n	n	4	5
P.E. 07	4	3	4	3	5	4	n	4	5
P.E. 08	4	3	3	3	5	5	n	4	5
P.E. 09	5	3	4	2	n	n	n	n	n
P.E. 10	3	4	4	1	3	n	n	n	4
P.E. 11	4	4	4	1	4	n	n	n	n
P.E. 12	4	2	4	2	4	n	5	4	4
P.E. 13	3	3	4	2	4	n	5	4	5
P.E. 14	4	2	4	2	4	n	5	4	5
P.E. 15	4	3	4	2	4	n	5	4	5
P.E. 16	3	3	4	2	4	n	5	4	5
P.E. 17	3	4	4	2	4	n	5	4	5
P.E. 18	3	4	4	2	4	n	5	4	5
P.E. 19	3	4	4	2	4	n	5	4	5
P.E. 20	4	2	4	2	4	n	5	4	5
P.E. 21	4	3	4	3	5	5	5	4	5
P.E. 22	3	4	4	3	4	5	4	4	5
P.E. 23	3	2	4	3	5	5	4	4	5
P.E. 24	3	2	4	3	4	5	4	4	5
P.E. 25	4	2	4	3	4	4	4	4	5
P.E. 26	4	3	4	2	4	4	3	4	5
P.E. 27	4	3	4	2	4	4	5	4	5
P.E. 28	4	3	4	2	4	4	3	4	5
P.E. 29	4	3	4	2	4	4	3	4	5
P.E. 30	4	3	4	2	4	4	3	4	5
P.E. 31	4	3	4	2	4	4	3	4	5

7.3.2. Discusión de resultados

7.3.2.1. Sobre los aspectos perceptivos, general y cualitativos

Como se puede comprobar en los test realizados, existe una visible evolución en los resultados de cada uno de los papeles. A continuación vamos a analizar cada uno de los ítems en función de los resultados obtenidos:

A: Inexistencia de aglomeraciones leñosas. No se observan conglomeraciones de materias leñosas como trozos de nervadura o lámina foliar. No aparenta ser un material rígido o semirrígido y configurado a base de virutas y trozos leñosos que simplemente aportan volumen y podrían dar la apariencia de ser un cartón.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I), todos son muy rígidos y están configurados a base de conglomeraciones, especialmente aquellos que no han sido configurados añadiendo papel reciclado (P.P.I. 04) y los que el porcentaje de papel reciclado es muy bajo (P.P.I. 05, P.P.I. 06, P.P.I. 10, P.P.I. 11 y P.P.I. 12).

En los Papeles de Laboratorio (P.L.), todos están configurados a base de conglomeraciones leñosas, aunque si los comparamos con las Pruebas de Papel Inicial, se puede observar una ligera evolución puesto que los elementos leñosos son de menor tamaño y cohesionan con mayor facilidad, un aspecto que nos ha permitido bajar el grosor de los papeles y que evidencia la evolución hacia la separación de la celulosa de los demás elementos fibrosos. Los papeles con más apariencia leñosa son P.L. 01 y P.L. 02.

Con respecto a los Papeles realizados en el Estudio (P.E.), se puede observar que no son papeles rígidos y que apenas existen elementos fibrosos no celulósicos en los papeles. En este sentido, todos los papeles tienen la valoración más alta a excepción de los papeles: P.E.

01, P.E. 02, P.E. 03, P.E. 04, P.E. 05, P.E. 06, P.E. 09, P.E. 10 y P.E. 11. En todos estos papeles se observa algún pequeño elemento leñoso.

B: Consistencia. Los elementos que aparecen en el papel están totalmente unidos.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I), todos los elementos se presentan unidos formando una especie de aglomerado, sin embargo el elevado grosor presenta algunas limitaciones que repercutirán en los resultados analizados en otros ítems, como por ejemplo los relacionados con la rigidez y capacidad dimensional.

En los Papeles de Laboratorio (P.L.), los elementos se presentan unidos de forma desigual, estando cohesionados gran parte de ellos pero de forma no consistente, lo que otorga a cada uno de ellos de un aspecto frágil y poco o medianamente flexible.

En cuanto a los Papeles realizados en el Estudio (P.E.), se puede observar que los elementos se muestran perfectamente unidos, lo que otorga a cada uno de los papeles de otras características analizadas en otros ítems como lo son la resistencia, opacidad y capacidad dimensional.

C: No aparecen otros elementos fibrosos y de naturaleza vegetal que no sea celulosa.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I), todas están configuradas a partir de elementos fibrosos y no celulósicos salvo aquellos papeles como P.P.I. 02 y P.P.I. 03, los cuales han sido configurados a partir de papel reciclado. Existen otros papeles con buena valoración como P.P.I. 09, cuya composición está configurada a partir de elementos leñosos y sobre todo papel reciclado. También existen otros papeles con media valoración como P.P.I. 06, P.P.I. 07 y P.P.I.13. Estos están configurados con abundante cantidad de elementos leñosos y pasta de papel reciclado.

En los Papeles de Laboratorio (P.L.), en todos existen abundantes elementos leñosos, sin embargo, en los procesos de elaboración de

pastas llevados a cabo en esta fase, en un pequeño porcentaje se han separado parcialmente algunos elementos leñosos de otros celulósicos, lo que permite observar en los papeles algunas pequeñas zonas con escasos elementos leñosos.

En todos los Papeles realizados en el Estudio (P.E.), se puede observar que apenas aparece algún elemento no celulósico, puesto que en los procesos de elaboración de pastas llevados a cabo en esta fase, se han separado y paliado aquellas sustancias y materias no celulósicas. Los papeles en los que mejor se muestra esta característica, son los papeles de P.E. 08 a P.E. 31, salvo pequeñas excepciones como los papeles P.E. 10, P.E. 11 y P.E. 15, en los que se observa mínimamente algún elemento no celulósico.

D: Resistencia. El papel es resistente a posibles roturas y no muestra características de debilidad.

Las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I), todas son rígidos y fuertes, sin embargo, la rigidez no permite el doblado del papel, lo que ocasionaría altas tensiones y consecuentes roturas.

Los Papeles de Laboratorio (P.L.), todos son extremadamente débiles y cualquier trato mínimamente brusco ocasionaría su ruptura.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.), son muy resistentes y pueden doblarse y manipularse con mínimos riesgos de ruptura. Aquellos papeles que se muestran más resistentes son de P.E. 05b a P.E. 31, salvo pequeñas excepciones salvo P.E. 07 y P.E. 08, los cuales se muestran un grado menos resistentes.

E: Aspectos comparativos con papeles primitivos y actuales. Tendrán baja puntuación aquellos que tengan una apariencia tosca, leñosa y rígida. Tendrán alta puntuación aquellos que aparenten características de lisura, flexibilidad, blancura y brillo.

Las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I), tiene por lo general una apariencia tosca, rígida, rugosa y leñosa, lo que hace que se parezcan a papeles primitivos. Tienen una apariencia no tan tosca aquellos que han sido

configurados con mayor porcentaje de papel reciclado: P.P.I. 02 y P.P.I. 03, P.P.I. 09 y P.P.I. 13.

Los Papeles de Laboratorio (P.L.) tienen por lo general una apariencia bastante tosca, rígida, rugosa, y parecen papeles primitivos. Los papeles P.L. 04 y P.L. 07 son los que mejores características muestran en esta valoración.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.), tienen una apariencia tosca por su textura algo rugosa y por su color oscuro en alguno de ellos (por ejemplo, los papeles P.E. 01 y P.E. 02), sin embargo, por su lisura, flexibilidad, resistencia y la versatilidad para adquirir color (por ejemplo, los papeles P.E. 23 y P.E. 25), los hace comparables con ciertos papeles elaborados actualmente de forma industrial. En este caso es a partir del papel P.E. 12 con la pequeña excepción del P.E. 15 y P.E. 22, donde se muestran las mejores características.

F: El papel se muestra flexible y resistente al doblado.

Las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I) son demasiado rígidas y no permiten el doblado del papel, especialmente los papeles P.P.I. 01, P.P.I. 04 y P.P.I. 08.

Los Papeles de Laboratorio (P.L.), todos son extremadamente débiles y rígidos y no permiten el doblado del papel. Muestran leve flexibilidad los papeles P.L. 01, P.L. 03 y P.L. 06.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.), son resistentes, flexibles y pueden doblarse, sin embargo no pueden plegarse y enrollarse totalmente. Por esta razón muestran una valoración media y buena. El papel que mejores características de flexibilidad presenta es P.E. 09. El papel que muestra la valoración más baja es P.E. 06.

G: Al tacto, el papel se muestra liso y sin elementos volumétricos.

En todas las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I), la superficie se muestra bastante rugosa y áspera, debido en gran parte a que los elementos se

presentan formando una especie de aglomerado de elementos leñosos demasiado grandes.

En los Papeles de Laboratorio (P.L.), la superficie se muestra algo rugosa y áspera debido a que los elementos se presentan poco cohesionados, sin embargo, el tamaño pequeño de los elementos favorece la disminución del carácter rugoso. Al respecto, muestra las mejores características el papel P.L. 02. Los papeles P.L. 01, P.L. 03 y P.L. 05 muestran una valoración media.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.), se muestran por lo general lisos debido a la buena cohesión de la celulosa, y a las sustancias de carga y colorantes que otorgan al papel un carácter muy plano y suave. Muestran alta valoración los papeles P.E. 03, P.E. 04, P.E. 10, P.E. 11, P.E. 17, P.E. 18 y P.E. 19. Muestran una baja valoración los papeles P.E.12, P.E. 14, P.E. 23, P.E. 24 y P.E. 25.

H: Al trasluz, el papel impide el paso a la luz. No se muestra diáfano.

Las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I) no permiten el paso de la luz a través de ninguna zona debido a que son demasiado gruesas.

Los Papeles de Laboratorio (P.L.) permiten el paso de la luz a través de todas sus zonas de forma no homogénea debido a que son muy finos y que los elementos no están muy cohesionados entre ellos. Los papeles que son medianamente opacos, al menos en alguna de sus zonas son: P.L. 01, P.L. 03, P.L. 05 y P.L. 06.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.), no permiten demasiado el paso de la luz debido a que la celulosa se encuentra muy unida, las cargas y colorantes aportan opacidad y que el grosor de los papeles es medianamente alto. Todo los papeles muestran una buena valoración con respecto a esta característica salvo los papeles P.E. 05 y P.E. 08, los cuales muestran una valoración media.

I: El papel refleja brillo.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I) se observa brillo, sobre todo en aquellos papeles que se han utilizado colas en los procesos de elaboración de pastas. Los papeles con buena valoración han sido P.P.I. 04, P.P.I. 05, P.P.I. 08 y P.P.I. 09. Con alta valoración el papel P.P.I. 03.

Los Papeles de Laboratorio (P.L.) carecen de brillo debido a la ausencia de sustancias encolantes.

En los Papeles realizados en el Estudio (P.E.) apenas se observan brillos debido a que la celulosa, y las cargas y colorantes, han absorbido gran parte de las sustancias encolantes. Por esta razón las valoraciones son medias y bajas. No muestran brillo alguno los papeles P.E. 1, P.E. 10 y P.E. 11.

J: Las fibras se muestran receptivas a sustancias blanqueadoras y se blanquean en función de las características del colorante empleado.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I) no se han utilizado sustancias blanqueadoras.

En los Papeles de Laboratorio (P.L.) no se han utilizado sustancias blanqueadoras.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.) se muestran bastante receptivos a sustancias blanqueadoras y deslignificadoras. Muestran muy alta valoración los papeles P.E. 06, P.E. 07, P.E. 08, P.E. 21 y P.E. 23. Muestran una baja y media valoración aquellos papeles en los que no se han utilizado sustancias blanqueadoras o que el porcentaje utilizado ha sido bajo debido a otros objetivos, estos son: P.E. 01, P.E. 02, P.E. 03, P.E. 04, P.E.05 y P.E. 10.

K: Las fibras se muestran receptivas a sustancias colorantes y mutan cromáticamente en función de las características del colorante empleado.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I) no se han utilizado sustancias colorantes.

En los Papeles de Laboratorio (P.L.) no se han utilizado sustancias colorantes.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.) en los que se han utilizado sustancias colorantes, se muestran muy receptivos a sustancias colorantes, especialmente los papeles que aparecen con la valoración más alta: P.E. 8, P.E. 21, P.E. 22, P.E. 23 y P.E. 24. El entintado es homogéneo en todas las fibras.

L: Las fibras se muestran receptivas a sustancias de relleno que se adhieren.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I) no se han utilizado sustancias de relleno o cargas.

En los Papeles de Laboratorio (P.L.) no se han utilizado sustancias de relleno o cargas.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.) han admitido sustancias de relleno o cargas con una valoración muy alta. Muestran valoración media y buena aquellos papeles en los que no se han utilizado cargas pero si sustancias colorantes que también han aportado consistencia y lisura al papel.

M: Las fibras se muestran susceptibles a sustancias adhesivas.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I), los papeles han admitido con buenos resultados sustancias adhesivas o colas, aportando resistencia e impermeabilidad. Muestra una valoración media el papel P.P.I. 02.

En los Papeles de Laboratorio (P.L.) no se han utilizado sustancias adhesivas o colas.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.) han admitido con buenos resultados sustancias adhesivas o colas, aportando resistencia e impermeabilidad. No muestran valoración aquellos papeles en los que no se han utilizado sustancias adhesivas o colas.

N: El papel admite sustancias blanqueadoras de forma homogénea en todas sus fibras.

En las Pruebas de Papel Inicial (P.P.I) no se han utilizado sustancias blanqueadoras.

En los Papeles de Laboratorio (P.L.) no se han utilizado sustancias blanqueadoras.

Los Papeles realizados en el Estudio (P.E.) se muestran muy receptivos a sustancias blanqueadoras y deslignificadoras de forma homogénea en todos los papeles, salvo en aquellos cuyos procesos previos de pasteado se ha aplicado un porcentaje de blanqueador inferior al resto. En estos últimos se observan zonas cuyo aclarado de la celulosa no es homogéneo en la superficie total del papel (P.E. 01, P.E. 02, P.E. 03 y P.E. 04). No muestran valoración aquellos papeles en los que no se han utilizado sustancias blanqueadoras.

7.3.2.2. Sobre la viabilidad

En el siguiente apartado se analiza la viabilidad de cada uno de los papeles en el sentido de que pueden ser realizables o no realizables. Los papeles son realizables o no realizables dependiendo de las características finales y del transcurso del proceso de elaboración de pastas y el posterior papel.

En los casos en los que el papel es realizable, los porcentajes están sujetos a criterios básicos que han de darse en cualquier tipo de papel. Por lo tanto todas aquellas características que se alejen de un aparente aspecto a papel, influyen en los porcentajes de viabilidad.

Tabla 18. Tabla de viabilidad I

Ref.	Realizable	Razones de viabilidad
P.P.I. 01	No	El papel carece de capacidad dimensional. Las cualidades no son las propias del papel y el cartón. El grosor ha de ser superior a 2 mm para conseguir una homogénea unión de todos los elementos. Con el procedimiento empleado, es imposible la decoloración de los elementos vegetales.
P.P.I. 02	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón.
P.P.I. 03	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón.
P.P.I. 04	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón aunque, el grosor ha de ser superior a 2 mm para conseguir una homogénea unión de todos los elementos y con el procedimiento empleado, es imposible la decoloración de los elementos vegetales.
P.P.I. 05	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón aunque, el grosor ha de ser superior a 2 mm para conseguir una homogénea unión de todos los elementos y con el procedimiento empleado, es imposible la decoloración de los elementos vegetales.
P.P.I. 06	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón aunque, el grosor ha de ser superior a 2 mm para conseguir una homogénea unión de todos los elementos y con el procedimiento empleado, es imposible la decoloración de los elementos vegetales.
P.P.I. 07	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón.
P.P.I. 08	No	El papel carece de capacidad dimensional. Las cualidades no son las propias del papel y el cartón. El grosor ha de ser superior a 2 mm para conseguir una homogénea unión de todos los elementos. Con el procedimiento empleado, es imposible la decoloración de los elementos vegetales.
P.P.I. 09	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón.
P.P.I. 10	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón aunque, el grosor ha de ser superior a 2 mm para conseguir una homogénea unión de todos los elementos y con el procedimiento empleado, es imposible la decoloración de los elementos vegetales.
P.P.I. 11	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón aunque, el grosor ha de ser superior a 2 mm para conseguir una homogénea unión de todos los elementos y con el procedimiento empleado, es imposible la decoloración de los elementos vegetales.
P.P.I. 12	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón aunque, el grosor ha de ser superior a 2 mm para conseguir una homogénea unión de todos los elementos y con el procedimiento empleado, es imposible la decoloración de los elementos vegetales.
P.P.I. 13	No	El papel está dotado de escasa capacidad dimensional. Las cualidades son las propias de un papel grueso o cartón. Los enlaces entre los diferentes papeles quedan fusionados.

Tabla 19. Tabla de viabilidad II

Ref.	Realizable	Razones de viabilidad
P.L. 01	No	Aunque a simple vista parezca que tenga todas las características de un papel primitivo, está dotado de escasa capacidad dimensional y se muestra muy frágil.
P.L. 02	No	La irregular unión de las fibras otorga al papel de cierto parecido a un fino aglomerado. Se muestra extremadamente frágil y sin capacidad dimensional.
P.L. 03	No	La capacidad dimensional es baja aunque, tiene todas las características de un papel primitivo.
P.L. 04	No	El papel es tan poco flexible que se rompe con extrema facilidad.
P.L. 05	No	La capacidad dimensional es baja aunque, tiene todas las características de un papel primitivo.
P.L. 06	No	La capacidad dimensional es bastante baja aunque, tiene todas las características de un papel primitivo.
P.L. 07	No	El papel es nada flexible y las fibras no se han unido.
P.L. 08	No	A simple vista parece que tenga todas las características de un papel primitivo pero, no es nada flexible, se rompe fácilmente.

Tabla 20. Tabla de viabilidad III

Ref.	Realizable	Razones de viabilidad
P.E. 01	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. Las fibras quedan afieltradas. Es flexible y resistente a la rotura.
P.E. 02	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. Es flexible y resistente a la rotura. Es susceptible a sustancias blanqueadoras de forma homogénea.
P.E. 03	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. No es muy flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras de forma homogénea.
P.E. 04	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. No es muy flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras de forma homogénea.
P.E. 05	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. No es muy flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras de forma homogénea.
P.E. 05 B	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. Es bastante flexible. Es muy susceptible a sustancias blanqueadoras de forma homogénea.
P.E. 06	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo aunque son demasiado gruesos. No son demasiado flexibles. Son susceptibles a sustancias blanqueadoras de forma homogénea.
P.E. 07	Si	Se muestra resistente a la rotura y admite blanqueadoras y colorantes.
P.E. 08	Si	Se muestra resistente a la rotura y admite blanqueadoras y colorantes.
P.E. 09	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. Es bastante flexible.
P.E. 10	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. No es demasiado flexible.

P.E. 11	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. Es bastante flexible. Es muy susceptible a sustancias blanqueadoras.
P.E. 12	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es bastante flexible.
P.E. 13	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible.
P.E. 14	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es bastante flexible.
P.E. 15	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo su apariencia rugosa. Es flexible.
P.E. 16	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible.
P.E. 17	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible.
P.E. 18	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo su ligera apariencia rugosa. Es flexible pero no demasiado.
P.E. 19	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo su ligera apariencia rugosa. Es flexible pero no demasiado.
P.E. 20	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es bastante flexible.
P.E. 21	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible.
P.E. 22	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. No es demasiado flexible. Es muy susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes de forma homogénea.
P.E. 23	Si	Se muestran todas las características propias de un papel primitivo. No es demasiado flexible. Es muy susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes de forma homogénea.
P.E. 24	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes pero no de forma totalmente homogénea.
P.E. 25	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es muy flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes pero no de forma totalmente homogénea.
P.E. 26	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual. Es muy flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes de forma homogénea.
P.E. 27	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes pero no de forma totalmente homogénea.
P.E. 28	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes pero no de forma totalmente homogénea.
P.E. 29	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes pero no de forma totalmente homogénea.

P.E. 30	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes pero no de forma totalmente homogénea.
P.E. 31	Si	Se muestran todas las características propias de un papel actual salvo ligera rugosidad. Es flexible. Es susceptible a sustancias blanqueadoras y colorantes pero no de forma totalmente homogénea.

8. PRODUCCIÓN DE OBRA ARTÍSTICA

Para la elaboración de obra artística, hemos extrapolado la información obtenida de los mejores resultados de los papeles realizados en el capítulo anterior.

Tal y como hemos podido comprobar el papel (P.E.21) es el que, tras la realización de los procesos descritos de pasteado y elaboración, tiene las mejores cualidades en cuanto aspectos perceptivos generales y cualitativos específicos.

Es, por tanto, este papel el que se va a emplear como base para la realización de las obras con técnicas artísticas.

La producción de obra se ha llevado en dos direcciones distintas:

1. Elaboración obras utilizando diferentes técnicas artísticas tradicionales y utilizando el papel realizado como soporte.
2. Elaboración de obras realizadas con una pasta seleccionada. En esta ocasión las obras son soporte y simultáneamente materia sustancial. Con el fin de conseguir distintos elementos gráficos, se han alterado las fórmulas y añadido otros materiales: colorantes alimentarios, pigmentos, tinta china, hojas secas, otros papeles, hilos de algodón y otros materiales vegetales.

En este sentido, tras los resultados obtenidos en la fundamentación teórica de este trabajo de investigación, se van a emplear diversas técnicas de trabajo artístico con el mismo sentido conceptual que los artistas analizados plantean.

Siguiendo el proceso creativo de Ken Polinskie¹, integraremos los elementos configurados en el mismo proceso de elaboración de papel con los realizados posteriormente con otras técnicas como la acuarela, la tinta china, el acrílico, el carboncillo o la impresión digital.

El trabajo de Frederick² es otra de las referencias importantes para este trabajo de investigación, en cuanto que nos permite buscar métodos similares de integración de las diferentes pastas, desteñidos y degradados del color de otros papeles y márgenes orgánicos de los planos. Sin embargo, es la incorporación de elementos impresos que posteriormente integra en sus composiciones lo que nos suscita mayor interés.

El proceso y la metodología de Jennifer Cohen³ nos va a permitir investigar sobre las intervenciones con impresiones, con materias solubles al agua y con collages.

De José Fuentes⁴ vamos a emplear la metodología de trabajo como ejemplo de versatilidad experimental, convirtiendo la pulpa papelera en una técnica artística más, dentro del proceso creativo en combinación con otras técnicas de pintura y grabado.

Siguiendo el planteamiento técnico de Ripollés⁵ vamos a incorporar en las pulpas diversos elementos como papeles triturados, serrín o virutas distribuidas de forma muy ordenada con la intención de delimitar los planos.

Al igual que en la obra de Volij⁶ vamos a trabajar las fibras de hoja de melocotonero con diferentes niveles de aclarado. Además las fibras se van

¹ Ver página 130.

² Ver página 133.

³ Ver página 135.

⁴ Ver página 138.

⁵ Ver página 141.

⁶ Ver página 143.

a triturar a distintos niveles para aumentar los efectos de relieve con el fin de no restar importancia a las cualidades naturales que poseen las propias fibras.

El proceso técnico empleado por Greenwald⁷, nos va a permitir emplear las fibras largas procedentes de la nervadura de la hoja de melocotonero como elemento expresivo e incorporar, al igual que por influencia de muchos otros artistas, los hilos de algodón o los trozos de esparto.

Siguiendo la minuciosidad procesual, la coherencia conceptual y morfológica de Close⁸, vamos a incorporar el trabajo con graduación de las tonalidades de grises, aplicando dichas graduaciones a nuestras pastas.

Los efectos espaciales, las múltiples direcciones de los elementos y el equilibrio cromático de que dota Weege⁹ a su obra, son los detonantes para aplicar la yuxtaposición de diferentes tonalidades, los juegos con elementos geométricos y la búsqueda de un diálogo y equilibrio compositivo.

Es ese carácter expresivo de la obra de Caldach¹⁰, el que nos va a inspirar para dejar que los propios materiales empleados hablen por sí solos, sin manipular en exceso las cualidades innatas de las materias. Otro aspecto importante que vamos a emplear es la manera como ensambla cada una de las pastas.

De Hockney¹¹ vamos a emplear la metodología de coloración y aglutinado de las pastas.

⁷ Ver página 147.

⁸ Ver página 150.

⁹ Ver página 153.

¹⁰ Ver página 155.

¹¹ Ver página 158.

También vamos a emplear la combinación de los sutiles juegos tonales con las texturas lisas que plantea Amanda Guest¹².

De Lucio Muñoz¹³ emplearemos la integración en las propias pastas de materiales leñosos, papeles y tintes; o la incorporación de trozos de fibras de esparto.

Como referente, también nos interesa la distribución y combinación con la que Barker¹⁴ reparte cada uno de los elementos dentro de la composición.

Finalmente emplearemos de Elana Herzog¹⁵ la técnica de recortar los papeles en húmedo, o el trabajo por capas y fragmentos en el mismo tamiz y combinando distintas pastas configuradas de forma separada.

¹² Ver página 160.

¹³ Ver página 163.

¹⁴ Ver página 166.

¹⁵ Ver página 168.

8.1 . Pruebas iniciales artísticas

En los siguientes trabajos se ha empleado como base la formulación del papel P.E. 21 y se han modificado las proporciones de la sustancia blanqueadora. En algunos casos se han añadido otros materiales como esparto, hilos de algodón, etc.

Con ello se han realizado las pruebas modificando las dimensiones, el color o la textura del acabado (ver Ilustración 166).



Ilustración 166. Realización de una de las pruebas artísticas.

A continuación se exponen los resultados, observaciones y problemas (si los hubiera) de cada una de las pruebas realizadas que sirven para esbozar un posterior proyecto artístico:

P.A.E.01



Ilustración 167. P.A.E.01

Resultados: Hoja de 150 x 200 mm

Superficie rugosa y áspera. Blanqueado insuficiente (todavía existe un color oscuro). Apariencia a piel de oveja. Capacidad dimensional baja. Han aparecido agujeros a modo de cortes.

Observaciones: El papel ha menguado considerablemente durante el secado. Las fibras no están bien compenetradas. Esto se debe a la disposición antinatural y forzada de las fibras. Se distinguen con facilidad las fibras largas y las cortas.

Problemas: Aparición de hongos en el proceso de secado (solucionado con espolvoreado de ácido bórico).

Lejías con un nivel de PH 9. Neutralizar con ácido clorhídrico.

P.A.E.02



Ilustración 168. P.A.E.02

Resultados: Hoja de 100 x 100 mm

Superficie rugosa y áspera. Blanqueado insuficiente (todavía existe un color oscuro). Capacidad dimensional baja. Hay trozos de las hojas que quedan pegados y otros que no.

Observaciones: El papel ha menguado en el secado. Los trozos de hoja más descentrados se desprenden tras el secado. Se distinguen con facilidad las fibras largas y las cortas.

Problemas: Aparición de hongos en el proceso de secado (solucionado con espolvoreado de ácido bórico).

Lejías con un nivel de PH 9. Neutralizar con ácido clorhídrico.

P.A.E.03



Ilustración 169. P.A.E.03

Resultados: Hoja de 110 x 110 mm

Aparecen 4 zonas ligeramente contrastadas cromáticamente y adheridas. Al tacto las hojas se muestran rugosas y ásperas. Al secar los agujeros se deforman y no guardan la forma original. Capacidad dimensional media-baja. Opacidad alta.

Observaciones: La hoja mengua en el secado. Las formas de la mancha varían de un lado al otro de la hoja.

P.A.E.04



Ilustración 170. P.A.E.04

Resultados: Hoja de 150 x 150 mm

Aparecen 4 zonas adheridas y claramente contrastadas en color y textura. Opacidad muy alta. Capacidad dimensional baja (gramaje muy alto).

Observaciones: La hoja ha menguado. Las zonas centrales del papel sufren menos tensión y favorece la adherencia de pastas distintas.

Problemas: Las zonas exteriores se adhieren menos debido a las tensiones que se producen en el secado.

P.A.E.05



Ilustración 171. P.A.E.05

Resultados: Papel ligeramente azulado y con trozos de papel pinocho esparcido e integrado. Superficie suave. Opacidad media.

Observaciones: Menguado del papel. Las texturas quedan homogeneizadas con una sutil veladura consecuencia del desprendimiento de los colores del papel pinocho. El azar es un factor importante en el reparto de color y formas.

P.A.E.06



Ilustración 172. P.A.E.06

Resultados: Hoja de 110 x 110 mm

Aparecen dos zonas ligeramente contrastadas y adheridas. La variedad de masas conforma una riqueza en texturas aunque, al tacto las hojas se muestran rugosas y ásperas. Al secar los agujeros se deforman y no guardan la forma original.

Observaciones: El menguado afecta a las formas originadas. Alta opacidad.

Problemas: Las deformaciones provocan roturas que incluso llegan a unir agujeros con otros. Se levantan picos en los bordes de los agujeros. Muy difícil de alisar.

P.A.E.07



Ilustración 173. P.A.E.07

Resultados: Hoja de 170 x 125 mm

Diferentes papeles unidos perfectamente que forman uno solo. Quedan bien diferenciadas las zonas realizadas con porcentajes distintos de aclarado (tonos medios, oscuros y claros).

Observaciones: Se diferencian fibras largas y cortas (nervadura y lámina foliar). Aparecen distintos grados de transparencia (elevada en las zonas que no se yuxtaponen las capas de papel).

El papel está ligeramente amarilleado, posiblemente por el nivel de PH (inferior a 7).

El ácido bórico utilizado para combatir los hongos, se ha cristalizado formando una película de brillo.

Problemas: Al neutralizar el hipoclorito, el nivel de PH baja de 9 a 3. Hay que subirlo a PH7 mediante enjuagados. Pese a los constantes resultados no se ha podido llegar a PH7, se ha quedado en 6-6, 5.

P.A.E.08

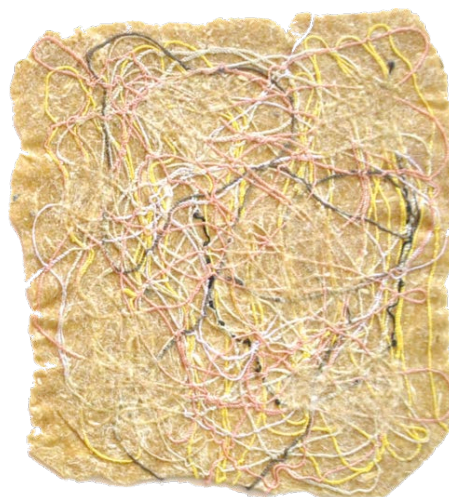


Ilustración 174. P.A.E.08

Resultados: Papel con hilos integrados en el papel pero algunos solo parcialmente. Superficie rugosa y áspera. Capacidad dimensional alta.

Observaciones: Menguado del papel. Los hilos refuerzan la capacidad dimensional del papel. El azar es un factor importante en el reparto de color y formas. Baja opacidad. La transparencia parece ser una cualidad bastante positiva.

P.A.E.09



Ilustración 175. P.A.E.09

Resultados: Hoja de 160 x 210 mm

Superficie rugosa y áspera. Color amarillo anaranjado (zona coloreada). Capacidad dimensional media-baja.

Observaciones: En el secado la hoja ha menguado. El papel ofrece poca resistencia a la rotura. Las fibras están repartidas de forma homogénea. Aparecen motas oscuras en ambas zonas. Se distinguen fibras largas y cortas.

Problemas: En el secado total, la hoja se arruga bastante provocando incluso la rotura. Posiblemente se deba al excesivo gramaje del papel.

P.A.E.10

Sin imagen por destrucción de la obra

Resultados: Hoja de 170 x 290 mm

Superficie rugosa y áspera. Color amarillo anaranjado (zona coloreada). Capacidad dimensional muy baja.

Observaciones: En el secado la hoja ha menguado. El papel ofrece poca resistencia a la rotura. Las fibras están repartidas de forma homogénea. Se distinguen fibras largas y cortas. Opacidad alta.

Problemas: En el secado total, la hoja se arruga bastante provocando muchas roturas. Las bayetas utilizadas eran demasiado finas y flexibles. Esto ha provocado la separación excesiva de las fibras y el desgranado.

P.A.E.11



Ilustración 176. P.A.E.11

Resultados: Hoja de 110 x 110 mm

Aparecen dos zonas claramente contrastadas y adheridas.

Observaciones: En el proceso de secado la hoja ha menguado.

8.2. Pruebas de manipulación directa sobre papel

Siguiendo el mismo planteamiento que en el apartado anterior se ha empleado el papel P.E. 21 para realizar pruebas empleando técnicas tradicionales.

Las medidas de los papeles confeccionados son de 290 x 190 mm, los materiales artísticos con los que se han trabajado han sido: carbón, grafito, acuarela , tinta china , acrílico y pastel.



Ilustración 177. P.E. 21

Los resultados obtenidos en las obras realizadas han sido:



Ilustración 178. Grafito

El papel permite efectuar registros gráficos de forma sutil y muy expresiva.



Ilustración 179. Acuarela

El papel permite efectuar aguadas y registros húmedos aunque tiende a arrugarse fácilmente. Los cromatismos resultantes son condicionados por las texturas y color base del papel.



Ilustración 180. Tinta china

El papel permite efectuar registros húmedos de forma adecuada aunque también tiende a arrugarse con abundante cantidad de agua. Las texturas del papel condicionan las manchas realizadas.



Ilustración 181. Acrílico

El papel permite efectuar aguadas y empastados de pintura aunque el exceso de agua y la realización de mezclas en el mismo papel tienden a que el papel se deshaga.



Ilustración 182. Pastel

El papel permite efectuar manchas amplias y mezclas con barras de pastel aunque la rugosidad no permite efectuar registros sutiles. El papel también permite el fijado del pastel.

8.3. Serie de obra artística final

Estudiados los resultados de las pruebas artísticas y habiendo comprobado que partiendo de la pasta P.E. 21 es viable variar dimensiones, incorporar texturas o variar el color del papel base, se trabajaron las posibilidades que resultaron más atractivas, configurando una serie de 22 obras de pequeño y mediano formato desarrollando un concepto manejado en obras anteriores que denominaremos “natural-artificial”.

Con respecto al nivel de abstracción de las obras, se trata de composiciones abstractas-geométricas. Estas están configuradas por planos de contenido orgánico y, por tanto, constituyen una contradicción en sí mismas.

Los materiales que acompañan a las pastas o que las transforman, proceden de elaboraciones industriales o bien son elementos de la propia naturaleza. Ambos materiales tienen una esencia artesanal que dota a los papeles de unidad ambiental. Es curioso, como se produce una especie de retorno al hábitat donde fueron recogidas las materias primas para elaborar los materiales industriales (hilos, papel, colorantes alimentarios o cuerdas de esparto).

Los materiales utilizados para incorporar color son colorantes alimentarios (contienen mordientes incorporados: imitador de azafrán, café o extracto de ñora), papeles pinocho (se decoloran y tiñen las pastas de color). Todos son combinados en pastas aclaradas con hipoclorito sódico. En algunos de los casos la pasta no se ha aclarado puesto que su tonalidad natural tiene un cierto interés cromático.

El procedimiento para lograr y tratar las pastas ha sido el mismo que se ha utilizado en pruebas anteriores (cocido con sosa cáustica, lavados, aclarados con hipoclorito sódico, y neutralizados con ácido clorhídrico).

Las sustancias se remueven directamente con las pastas e instantáneamente dotan de color a las mismas. En este sentido el café es una excepción, ya que necesita estar expuesto unas horas. Los desteñidos

o decoloraciones de los papeles pinocho, también los consideramos coloraciones, ya que colorean las fibras del tono del propio papel.

Los papeles, hilos y trozos de cuerdas, son aplicados a las pastas de dos maneras diferentes. Por un lado son troceados y añadidos a las pastas, de manera que quedan repartidos de forma muy natural y se entrelazan con las propias fibras. Por otro lado, se añaden a las pastas una vez formada la hoja de papel (todavía en el tamiz) pero, antes de ser eliminada el agua, de manera que se entrecruzan las fibras de ambas materias.

Para una mayor flexibilidad de las hojas y unión de los diferentes materiales, se emplean 3 ml de látex por cada 20 gr de pulpa. La cantidad de látex utilizada apenas aporta brillo a los papeles.

Con respecto a la unión de las diferentes partes que constituye cada composición, se han empleado dos métodos. El primero consiste en realizar cada parte de forma independiente y yuxtaponerlas en un segmento. El segundo consiste en ir configurando las composiciones añadiendo las distintas pastas en el tamiz. Cada pasta que se añade será una zona o un plano de la composición.

Las variantes seguidas en el proceso son bastantes, de hecho la combinación entre los distintos materiales es infinita. Algunos de sus repercusiones son:

- Alterar las proporciones de hipoclorito sódico. Para experimentar con los colores naturales de las fibras y conseguir diversas tonalidades.
- Añadir pulpas con hilos troceados o sin trocear, fibras de esparto, etc.
- Separar las fibras procedentes de la lámina media y nervadura de la hoja.
- Entintar las pasta con distintos tintes y pigmentos.
- Utilizar pequeños objetos sólidos (a modo de molde) para obtener sus formas.
- Combinar pastas coloreadas o sin colorear con papeles de colores que destiñen colorante y con otros que no.

El resultado general han sido composiciones con distintos formatos (regulares e irregulares) con gran cantidad de elementos gráficos combinados: texturas, matices de color, planos, volúmenes, degradados, etc.

Tabla 21. Serie de obra artística

NUNER ACIÓN	VARIE.	MEDIDAS (mm)	MATERIAS SÓLIDAS EMPLEADAS	COLORANTES EMPLEADOS	TEXTURAS OBTENIDAS	CAP. DIMENS.
S. N.º 1	011-03	80 x 140	Pasta aclarada y papel pinocho (azul cian y ultramar).	Indirectamente (los desteñidos del papel pinocho).	Ligeramente rugosas y moteadas.	Media alta
S. N.º 2	011-03	130 x 135	Pasta aclarada y papel pinocho (azul cian y ultramar).	Café. Indirectamente los desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas.	Media alta
S. N.º 3	011-03	160 x 160	Pasta aclarada, papel pinocho (azul cian y ultramar) e hilo (para conseguir un gofrado).	Café. Indirectamente los desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas. Surcos producidos por el gofrado.	Media alta
S. N.º 4	011-03	140 x 180	Pasta aclarada, pasta levemente aclarada, papel pinocho (azul cian y ultramar) e hilo amarillo.	Café. Indirectamente los desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas. Relieves producidos por los hilos.	Media
S. N.º 5	011-03	150 x 140	Pasta aclarada, pasta levemente aclarada, papel pinocho (negro, azul cian y ultramar) e hilo amarillo.	Indirectamente los desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas. Relieves producidos por los hilos.	Media
S. N.º 6	011-03	130 x 175	Pasta levemente aclarada al 18% y papel pinocho azul cian y negro.	Ñora y los indirectamente desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas.	Media alta
S. N.º 7	011-03	210 x 110	Pasta aclarada al 15%, hilos amarillos y papel pinocho amarillo y naranja.	Los indirectamente desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas. Relieves producidos por los hilos.	Media
S. N.º 8	011-03	120 x 200	Pasta aclarada al 15%, hilos amarillos y papel pinocho amarillo, naranja y rojo.	Colorante alimentario (imitación azafrán) y los indirectamente desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas. Relieves producidos por los hilos.	Media

S. N.º 9	011-03	110 x 180	Pasta aclarada al 18%, hilos (amarillos y rosas) y papel pinocho amarillo, naranja y rojo.	Colorante alimentario (imitación azafrán) y los indirectamente desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas. Relieves producidos por los hilos.	Media
S. N.º 10	011-02	130 x 160	Pasta aclarada, papel pinocho negro e hilos color sepia.	Colorante alimentario (imitación azafrán), ñora y los indirectamente desteñidos del papel pinocho.	Ligeramente rugosas y moteadas. Relieves producidos por los hilos.	Media
S. N.º 11	011-06	120 x 120	Pasta aclarada e hilo color magenta.	Ñora.	Rugosas y moteadas. Relieves producidos por los hilos.	Media
S. N.º 12	011-06	120 x 160	Pasta aclarada e hilo color sepia.	Café y ñora.	Rugosas y moteadas.	Media alta
S. N.º 13	011-06	110 x 135	Pasta aclarada y trozos de cuerdas de esparto.	Ninguna.	Muy rugosa y moteada. Relieves producidos por el esparto.	Media alta
S. N.º 14	011-06	95 x 105	Pasta aclarada y trozos de cuerdas de esparto.	Colorante alimentario (imitación azafrán) y ñora.	Muy rugosa y moteada. Relieves producidos por el esparto.	Media alta
S. N.º 15	011-02	120 x 120	Pasta aclarada, hilo magenta y trozos de cuerdas de esparto.	Ñora y café.	Ligeramente rugosa y moteada. Relieves producidos por los hilos u el esparto.	Media
S. N.º 16	011-02	130 x 140	Pasta aclarada.	Ñora, colorante alimentario (imitación azafrán) y café.	Ligeramente rugosa y moteada.	Media
S. N.º 17	011-02	110 x 110	Pasta aclarada.	Ñora y café.	Ligeramente rugosa y moteada.	Media alta
S. N.º 18	011-02	100 x 100	Pasta aclarada.	Ñora y café.	Ligeramente rugosa y moteada.	Media
S. N.º 19	011-02	110 x 110	Pasta aclarada.	Ñora y café.	Ligeramente rugosa y moteada.	Media
S. N.º 20	011-02	110 x 110	Pasta aclarada al 18%.	Café.	Ligeramente rugosa y moteada.	Media alta

ELABORACIÓN DE PASTAS PAPELERAS PARA USO ARTÍSTICO
A PARTIR DE HOJA CADUCA DE ÁRBOLES FRUTALES

S. N.º 21	011-02	420 x 440	Pasta aclarada, papel pinocho (azul cian y ultramar) e hilo de algodón negro.	Colorante alimentario (imitación azafrán) y café.	Ligeramente rugosa y moteada. Relieves producidos por los hilos.	Media
S. N.º 22	011-02	430 x 470	Pasta aclarada y trozos de cuerdas de esparto.	Colorante alimentario (imitación azafrán) y café.	Rugosa y moteada. Relieves producidos por los trozos de esparto.	Media
S. N.º 23	011-02	420 x 460	Pasta aclarada y trozos de cuerdas de esparto.	Colorante alimentario (imitación azafrán) y café.	Ligeramente rugosa y moteada. Relieves producidos por los trozos de esparto.	Media

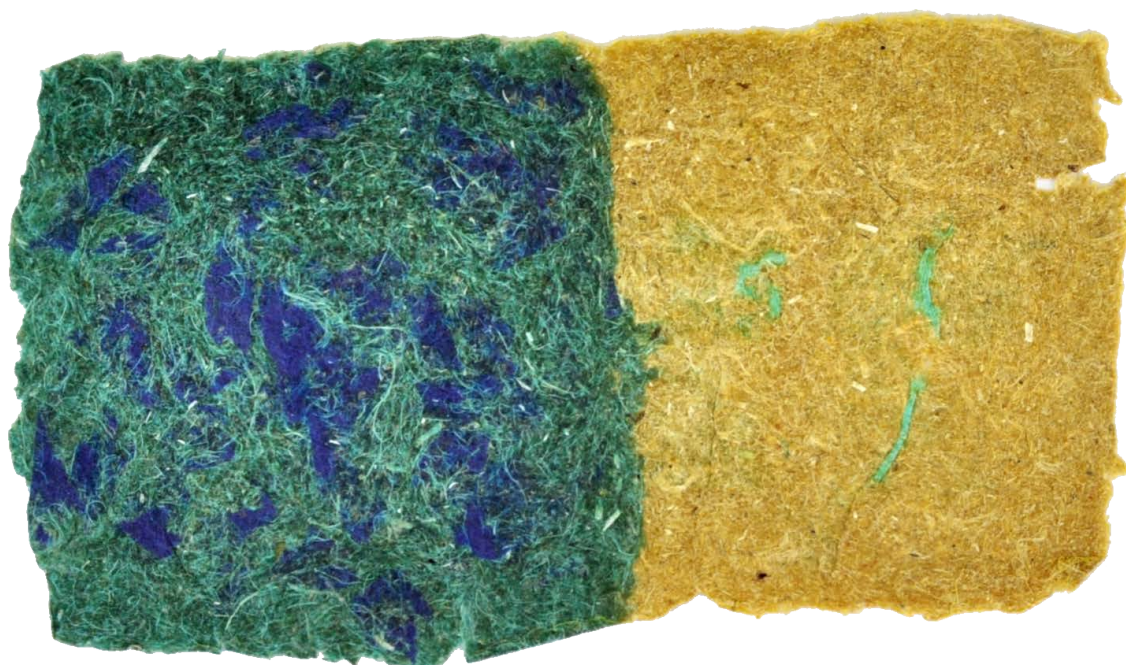


Ilustración 183. S. Nº 1



Ilustración 184. S. N° 2



Ilustración 185. S. Nº 3

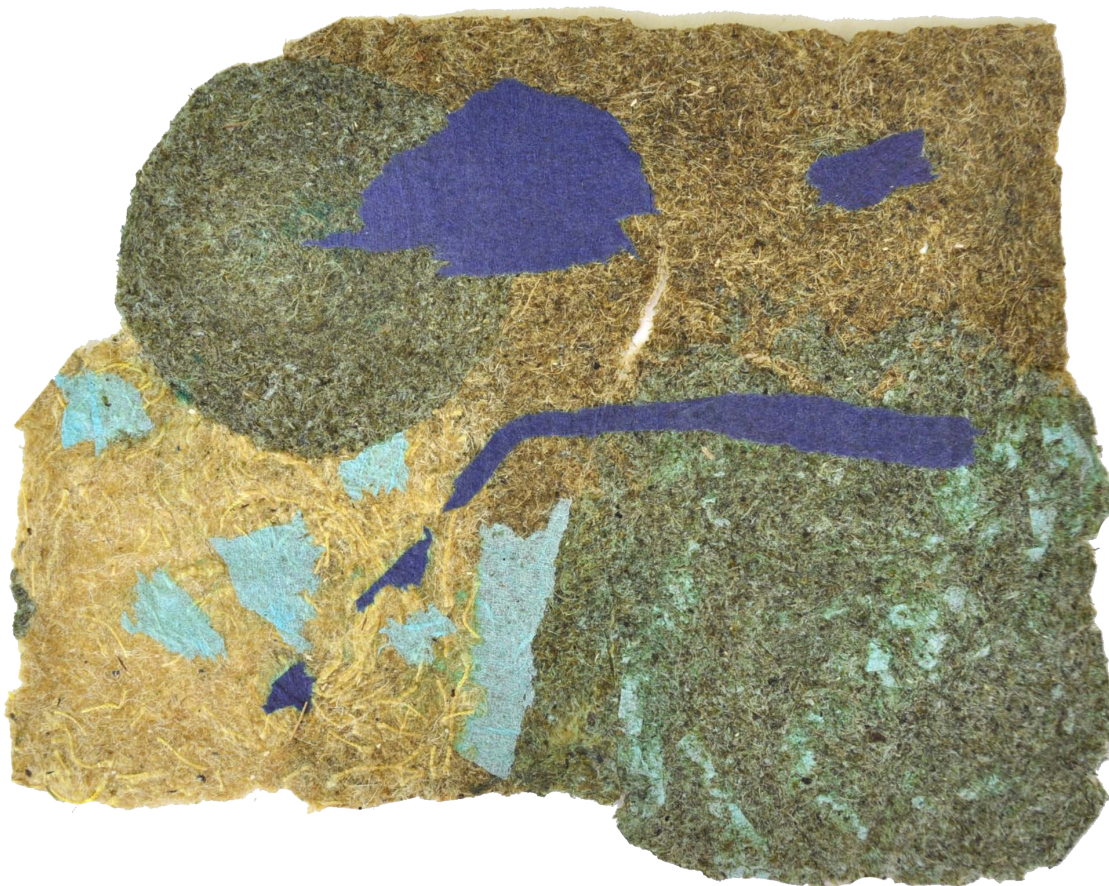


Ilustración 186. S. Nº 4



Ilustración 187. S. N° 5



Ilustración 188. S. N° 6



Ilustración 189. S. N° 7



Ilustración 190. S. N° 8



Ilustración 191. S. N° 9



Ilustración 192. S. N° 10



Ilustración 193. S. Nº 11



Ilustración 194. S. Nº 12



Ilustración 195. S. Nº 13



Ilustración 196. S. N° 14



Ilustración 197. S. N° 15



Ilustración 198. S. N° 16



Ilustración 199. S. N° 17



Ilustración 200. S. N° 18



Ilustración 201. S. N° 19



Ilustración 202. S. N° 20



Ilustración 203. S. N° 21



Ilustración 204. S. N° 22



Ilustración 205. S. N° 23

9. CONCLUSIONES

Como hemos podido comprobar, los procesos y materiales tradicionales e industriales de producción de pastas y de papel son muy numerosos y su estudio permite emplear diversas posibilidades en relación al desarrollo sostenible.

Por otro lado, debido al amplio abanico de plantas utilizadas y las características y posibilidades que ofrecen las fibras celulósicas en la configuración de las pastas papeleras son muy variadas y, por tanto, posibilitan obras gran riqueza visual y táctil.

De todo este proceso hemos obtenido datos muy interesantes de las cuestiones generales planteadas.

- La industria papelera, a partir de la creación de diversas normativas gestionadas a través de órganos certificadores, está llevando a cabo una profunda transformación para la fabricación de papel, minimizando la merma de los recursos naturales existentes.
- En la actualidad, existen diversas empresas y otros organismos que están trabajando con proyectos de producción de papel que explotan y reciclan materias primas poco usuales.
- Actualmente, existen diferentes proyectos y programas artísticos en los que se elaboran producciones papeleras a partir de materias vegetales poco usuales en la industria.

- La industria papelera maneja un amplio elenco de fibras vegetales y no vegetales, cargas y colas, variables en función de los intereses de producción.
- El sector papelerero, tanto tradicional como industrial, ha ido evolucionando los procesos, mecanismos y tratamientos de elaboración de pastas papeleras y papel en función de los intereses de producción, ofreciendo diferentes posibilidades de elaboración de pastas papeleras y papel.
- Debido a la gran cantidad de artistas que trabajan con pastas papeleras, y a los diversos métodos y materiales de producción de obra artística que utilizan, y por los resultados obtenidos, se pueden identificar cuatro grandes líneas de producción.

En este escenario y en función de la hipótesis de investigación planteada y de los resultados de la aplicación de la metodología de investigación, podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. La hoja de melocotonero se constituye en una materia prima adecuada para la aplicación a un proceso viable de transformación a pastas papeleras y papel, y consecuentemente son susceptibles de ser empleadas en técnicas de producción artística.
2. De las diferentes variedades de hoja de melocotonero analizadas, todas son transformables y utilizables como pastas papeleras y papel, no presentando en ningún caso variaciones remarcables.
3. Todas las partes que ofrece la hoja, es decir, la lámina foliar, la nervadura y la base, son transformables y utilizables para su uso como pastas papeleras y papel, simplificando por ello el proceso de elaboración de la materia prima.

4. El proceso de elaboración de pastas papeleras a partir de hoja de melocotonero se presenta como un procedimiento viable, debido a que se trata de un material de fácil obtención a la abundancia de la materia prima, a la facilidad de manipulación de las hojas y a que los procesos de elaboración de pastas y papel no requieren procedimientos altamente tecnificados ni herramientas tecnológicas complicadas.

5. Con respecto a la realización de papel con hoja de melocotonero en relación a las variables dependientes.

Se han validado cuatro papeles que, atendiendo a los aspectos perceptivos y generales, muestran las siguientes características: buena resistencia al doblado, medio o alto nivel de lisura, medio o alto nivel de opacidad, medio o alto nivel de brillo, alto nivel de admisión de sustancias blanqueadoras, alto nivel de admisión de sustancias colorantes, buen nivel de admisión de cargas, buen nivel de admisión de colas, buen nivel de homogeneidad de las fibras ante los procesos de blanqueado, y buen nivel de homogeneidad de las fibras ante los procesos de entintado.

Estos papeles son: P.E. 07, P.E. 08, P.E. 21 y P.E. 22.

6. Respecto a los aspectos perceptivos y generales.

- a. En los papeles de laboratorio (P.I): flexibilidad media, alta unión de los elementos fibrosos y leñosos, aparecen abundantes fibras celulósicas (solo en los P.I. 02, P.I. 03 y P.I. 05. Debido a la utilización de papel reciclado) y buena resistencia a roturas.
- b. En los papeles de laboratorio (P.L): nivel medio/bajo de consistencia y unión de las fibras.
- c. Todos los papeles realizados en el estudio (P.E) tienen continuación en futuras investigaciones

relacionadas con las características que se analizan en cualquiera de los ítems, salvo en el ítem “E”, puesto que muchos de estos papeles (P.E. 01, P.E. 02, P.E. 03, P.E. 04, P.E. 05, P.E. 06, P.E. 07, P.E. 08, P.E. 09, P.E. 09, P.E. 10, P.E. 11 P.E. 15 y P.E. 22), tienen apariencia de papel primitivo (apariencia tosca, leñosa y rígida).

7. Con respecto a la realización de papel con hoja de melocotonero en relación a las variables independientes.

Se han validado dieciocho papeles que, atendiendo a los aspectos cualitativos, muestran las siguientes características: abundancia de elementos celulósicos y no leñosos, adecuada unión de la celulosa, alta resistencia a posibles fracturas.

Estos papeles son: P.E. 12, P.E. 13, P.E. 14, P.E. 16, P.E. 17, P.E. 18, P.E. 19, P.E. 20, P.E. 21, P.E. 23, P.E. 24, P.E. 25, P.E. 26, P.E. 27, P.E. 28, P.E. 29, P.E. 30 y P.E. 31.

8. Respecto a los aspectos cualitativos.

- a. En todas las pruebas de papel inicial (P.P.I) encontramos capacidad para adquirir un buen nivel de brillo, capacidad para adquirir un alto nivel de opacidad, alto nivel de admisión de sustancias adhesivas.
- b. En cuanto a los papeles de laboratorio (P.L): al tacto en los papeles P.L. 01, P.L. 02, P.L. 03 y P.L. 05, se muestran medianamente lisos y sin elementos volumétricos. Sin embargo, las importantes carencias analizadas en las demás características, hacen difícil la continuidad de posibles investigaciones futuras con estos papeles.
- c. Todos los papeles realizados en el estudio (P.E) pueden tener continuación en futuras investigaciones relacionadas con las características que se analizan.

Para ello, es necesario tener en cuenta aquellos ítems en los que aparecen puntuaciones bajas: capacidad dimensional (P.E. 06), lisura (P.E. 12, P.E. 14, P.E. 23, P.E. 24 y P.E. 25), brillo (P.E. 01, P.E. 05, P.E. 05b, P.E. 9, P.E. 10, P.E. 11, P.E. 12, P.E. 13, P.E. 14, P.E. 15, P.E. 16, P.E. 17, P.E. 18, P.E. 19, P.E. 20, P.E. 26, P.E. 27, P.E. 28, P.E. 29, P.E. 30 y P.E. 31) y admisión de sustancias blanqueadoras de forma homogénea en todas las fibras (P.E. 01, P.E. 02, P.E. 03 y P.E. 04).

9. De todos los papeles validados aplicando las variables dependientes y las independientes es decir, analizando tanto los aspectos perceptivos y generales como los aspectos cualitativos, el que muestra los mejores resultados es el P.E. 21.

10. Los demás papeles han sido descartados en esta investigación porque no han podido ser validados en función de las características necesarias para esta investigación. Sin embargo, estos papeles, sin duda, pueden ser el germen para posteriores investigaciones, evidentemente cuando aquellas características validadas como negativas no sean determinantes para las aplicaciones que se pudieran plantear.

Con respecto a la realización de obra artística mediante la aplicación de técnicas con pastas papeleras procedentes de hoja de melocotonero.

11. Con la pasta validada se pueden realizar obras con distintos formatos (regulares e irregulares) e incorporar una gran variedad de elementos gráficos.

12. Las obras en las que a las pastas base se le han incorporado otros materiales no celulósicos como tintes y pigmentos, fibras e hilos, mantienen unos resultados equiparables a los de los papeles validados.
13. Los resultados obtenidos aplicando técnicas tradicionales sobre los papeles validados no son equiparables a los obtenidos sobre papeles estándar de alta calidad para uso artístico. Sin embargo, no se descarta que mediante la adecuación del procedimiento técnico se pudieran llegar a obtener mejores resultados.
14. La pasta papelera que ha sido validada en todas sus características se presenta como un material muy versátil, fácil de trabajar y manipular y adecuado para realizar técnicas artísticas, fundamentalmente aquellas que tienen que ver con aspectos plásticos de tipo matérico.

Por último, a modo de conclusión general, los resultados apuntan a que las pastas y los papeles descritos y analizados, según la metodología proyectada, no tienen cabida en el ámbito industrial. Sin embargo, no descartamos que pudieran ser viables mediante la adecuación del proceso de elaboración.

La investigación ha ido presentando caminos adicionales que, por no tratarse de objeto fundamental de este trabajo y por el volumen de trabajo que su indagación planteaba, se han dejado para futuras investigaciones.

En este sentido podemos mencionar que el elenco de fibras utilizadas en la industria papelera es muy dilatado, sin embargo existe un también holgado número de plantas todavía sin explotar y cuyas fibras, podrían suponer otro tipo de resultados y por tanto, ser adecuadas para su empleo en otras técnicas gráficas.

Otro aspecto que no se ha tratado es el de las posibilidades de trabajo tridimensional, el que sin duda, nos abriría una nueva puerta de gran interés expresivo e interactivo con la que poder construir posibles objetos y presentar la obra realizada con hoja de papel de melocotonero desde una perspectiva y con unas connotaciones totalmente diferentes a las aquí planteadas.

10. BIBLIOGRAFÍA

A

AENOR. (2010a). *AENOR*. Consultado en <http://www.aenor.es/aenor/>

AENOR. (2010b). *Centros de recogida y recuperación de papel y cartón*.

Consultado en

http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab_servicios_centros_papel.asp#.UpzUoeKmZTU

AENOR. (2010c). *Cadena de custodia de productos forestales (CdC)*.

Consultado en

http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab_cdc.asp#.UpzVJ-KmZTU

AENOR. (2010d). *Gestión forestal sostenible*. Consultado en

http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab_gfs.asp#.Ur1LPrSFcdI

AENOR. (2013). *Normas UNE 162002: 2013*. Consultado en

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0050738#.U0AbcFm5I0>

AENOR. (2007). *Norma OHSAS 18001: 2007*. Consultado en

http://www.aenor.es/aenor/normas/ediciones/fichae.asp?codigo=4032#.Uz_wo1fm5I0

AENOR. (2001). *UNE 134001:1998 EX*. Consultado en

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0008188&PDF=Si#.U0AcoFm5I0>

AENOR. (2014). *Norma 14001. Certificación ISO 14001. Sistemas de*

Gestión Ambiental. Consultado en

<https://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/iso14001.asp#.U0Ak41fm5I1>

- Agropecuaria *Dominicana*. (2012). *Algodón*. Consultado en
<http://agrord.blogspot.com.es/2012/06/algodon.html#.UIFpT4Y3PKk>
- Aracil, F. (2001). *José Fuentes Esteve. Una trayectoria de creación e innovación en el grabado contemporáneo*. Valencia: Institució Alfons el Magnànim.
- Asunción, J. (2009). *El papel: técnicas y métodos tradicionales de elaboración*. Baladona: Parramón.
- ASPAPEL. (2002). *Informe medioambiental. El ciclo sostenible del papel*. Madrid: ASPAPEL.
- ASPAPEL. (2013). *Actualización 2013 Memoria de Sostenibilidad*. Consultado en
<http://www.aspapel.es/es/content/actualizacion-2013-memoria-de-sostenibilidad>
- ASPAPEL. (2004). *Informe estadístico*. Madrid: ASPAPEL.
- ASPAPEL. (2008). *Memoria de Sostenibilidad*. Consultado en
<http://www.aspapel.es/sites/default/files/publicaciones/Doc%20100.pdf>
- ASPAPEL. (2011). *Memoria de Sostenibilidad*. Consultado en
<http://www.aspapel.es/sites/default/files/publicaciones/Doc%20166.pdf>
- ASPAPEL. (2012). *Memoria de Sostenibilidad*. Consultado en
http://www.aspapel.es/sites/default/files/publicaciones/doc_203.pdf
- Asunción, J. (2009). *El papel: técnicas y métodos tradicionales de elaboración*. Baladona: Parramón.
- Ateneo de Madrid. (2012). *Arte de hacer papel. Plan de la manufactura de Langleè, cerca de Monatgis*. Consultado en
<http://www.ateneodemadrid.com/index.php/es/Biblioteca/Coleccion-digital/Placas-de-cristal/22>
- Aznar, A. (2003). *Las funciones pedagógicas y didácticas más importantes de las técnicas del plegado en papel*. Valencia: UPV.

B

- Barbé, J.M. (2011). *Elaboración manual de papel utilizando pinzote de banano como materia prima*. Madrid: Grabado y Edición.
- Barker, L. (2006). *Paper artist and printmaker*. Consultado en <http://www.laurencebarker.com/gallery.html>
- Barker, L. (2006). *Laurence Barker: Paper artist and printmaker*. Consultado en http://www.laurencebarker.com/pdf/Brochure8.5x11_web.pdf
- Benito, J.L. (2004). *Catálogo Florístico de la Provincia de Soria*. Consultado en <http://www.jolube.net/catalogo.htm>
- Blas, J., Ciruelos, A. y Barrena, C. (1996). *Diccionario del dibujo y la estampa*. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- Bolívar, O.F., Rojas, M.F., Garzón, L.E. y Caro, Y. (2009). *Floricultura Colombiana: Experiencia exitosa en el manejo de residuos vegetales*. Consultado en http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2010/administracion-concursos/archivos_conf_2011/335_32908_205con.pdf

C

- Cabanilla, P. y Intriago, L. (2009). *Comercialización de papel ecológico a base de fibra de banano, en la ciudad de Guayaquil*. Consultado en <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3098/1/UPS-GT000075.pdf>
- Caparros, S. (2009). *Fraccionamiento integral de vegetales no alimentarios para la obtención de pasta celulósica y subproductos*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Carpintería tradicional. (2011). *Bioconstrucción*. Consultado en <http://www.jolube.net>
- Castillo, C., Cuervo, A. y Ríos, M.A. (2010). *Los procedimientos secretos del grabado. Productos y Procesos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

- Centro de formación para el consumo. (2013). *Con papel y cartón*. Consultado en http://www.cfc-asturias.es/experiencias/show/174?area_id=3&cfc_id=1&taller_id=5
- Cites. (2004). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora*. Consultado en <http://www.cites.org/esp/disc/text.php>
- Close, C. (2012). *Chuck Close*. Consultado en <http://chuckclose.com/#/official-gallery>
- Cohen, N. (2012). *Nancy Cohen*. Consultado en <http://www.nancymcohen.com>
- Cuevas, M. (2005). *José Fuentes recrea en la sala Provincia su particular paraíso*. Consultado en <http://www.diariodeleon.es/noticias/noticia.asp?pkid=205595>

D

- Díaz, M.D. y Herrero, A.M. (2009). *El papel en los archivos*. Gijón: Trea.
- De la Lande. (1997). *Arte de hacer papel: Según se practica en Francia y Holanda, en la China y en el Japón*. Madrid: Clan
- Díaz-Caneja, J. (1999). *Rafael Calduch: una visión de su Pintura en Calduch. Papeles pintados*. Altea: Fundación Eberhard Schlotter.
- Dieudonné. (2010). *Elana Herzog*. Consultado en <http://www.dieudonne.org/main.cfm?chID=1&inc=artist-detail&ID=954>
- DieuDonné. (2008). *Amanda Guest*. Consultado en <http://www.dieudonne.org/main.cfm?chID=1&inc=artist-detail&ID=135>
- Dieudonné. (2010). *Jennifer Cohen*. Consultado en <http://www.dieudonne.org/main.cfm?chID=1&inc=artistdetail&ID=967>
- Dieudonné. (2010). *Chuck Close*. Consultado en <http://www.dieudonne.org/main.cfm?chID=1&inc=artist-detail&ID=105>

E

Earth university. (2009). *Papel de banano*. Consultado en http://www.earth-brand.org/earth_paper.php

Edmonson, L. (1973). *Etching*. New York: Van Nostrand Reinhold.

EPDLP. (2010). *Lucio Muñoz*. Consultado en <http://www.epdlp.com/pintor.php?id=322>

Educagráfica. (2007). *Normas ISO*. Consultado en http://educagrafica.cl/ingraf/PDF/Charla4_NormalISO12647-7.pdf

Elephant Dung Paper. (2009). *Elephant Dung Paper*. Consultado en <http://www.elephantdungpaper.com/>

Ellaraine, L. (2002). *Papel elaborado de forma artesanal*. Barcelona: Parramón.

Escobar, H. (1993). *Historia universal del libro*. Madrid: Pirámide.

Eskulan. (2010). *Taller de papel hecho a mano y libro de artista*. Consultado En <http://eskulan.com>

Estrada, R. A. (2009). *Cumbre de Copenhague 2009*. Consultado en http://www.cei.gov.ar/userfiles/parte5b_3.pdf

European Commission Environment. (2013). *EMAS*. Consultado en http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm

F

Félix, J.G. (2008). *Conozca la variedad de sorgo escobero con mejor rendimiento*. Consultado en http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&catid=37:sinaloa-produce&id=323:conozca-la-variedad-de-sorgo-escobero-con-mejor-rendimiento&Itemid=373

- Flechas, C. (2011). *Sacan papel de tallos de claveles*. Consultado en <http://historico.unperiodico.unal.edu.co/ediciones/104/15.html>
- Frederick, H. (2008). *Kenneth Polinskie*. Consultado en <http://www.helenfrederick.com/index.php?/writing/kenneth-polinskie/>
- Frederick, H. (2008b). *Biography*. Consultado en <http://www.helenfrederick.com/index.php?/ongoing/about-helen-frederick/>
- Frederick, H. (2009). *Paper works*. Consultado en <http://www.helenfrederick.com/index.php?/paperworks/heian-shrine/>
- FSC. (2010). *Acerca de FSC*. Consultado en <http://es.fsc.org/acerca-de-fsc.177.htm>
- Fuentes, J. (2010). *José Fuentes*. Consultado en <http://web.usal.es/~pepefuentes/>
- Fundación Guido Kolitscher. (2009). *La fundación*. Consultado en <http://www.fundacionguidokolitscher.org>
- Fundación telefónica. (1993). *Calduch. Escrituras del límite*. Madrid: Fundación Arte y Tecnología de Telefónica.

G

- Gallery MDA. (2012). *Barker, Laurence*. Consultado en <http://gallerimda.com/portfolio/barker-laurence/>
- García, J.A. (2007). *Fibras papeleras*. Barcelona: UPC.
- García Ripollés, J (2011a). *Ripollés*. Consultado en <http://www.ripolles.es/>
- García Ripollés, J. (2011b). *Grabado*. Consultado en <http://www.ripolles.es/galeria.php?c=2&idioma=es>
- Gaur, A. (1990). *Historia de la escritura*. Madrid: Pirámide.
- Gayoso, G. (2006). *Historia del papel en España*. Tomo I. Lugo: Servicio de publicaciones de la diputación provincial de Lugo.

- González, A.M. (2006). *Morfología de plantas vasculares*. Consultado en http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema2/tema2_2dicot.htm
- Greenwald, C. (2004). *The art of Caroline Greenwald*. Consultado en <http://carolinegreenwald.com>
- Guasch, A.M. (2010). *Vello. José Fuentes o el arte como preservación de los peligros sórdicos de la realidad*. Elx: Ajuntament d' Elx.

H

- Hiromi Paper. (2011). *An inside look into making dhm-11*. Consultado en <http://hiromipaper.wordpress.com/2011/09/15/an-inside-look-into-making-dhm-11/>
- Hoppe, J.R. (2002). *Morphologie des Blattes*. Consultado en http://www.biologie.uni-ulm.de/lehre/botanik/allgemeinebotanik_hoppe.pdf
- Herbsti, I. (2010). *Floraciones en Málaga y más*. Consultado en http://floramalaga.blogspot.com.es/2010_08_01_archive.html
- Herzog, E. (2011). *Elana Herzog*. Consultado en <http://www.elanaherzog.com/>
- Herzog, E. (2010). *BravinLee Programs Presents Elana Herzog Romantic Subtractions*. Consultado en <http://elanaherzog.blogspot.com.es/>
- History of Papermaking. (1991). *Which Paper?* New York: Design Press
- Hockney, D. (2006). *David Hockney*. Consultado en http://www.hockneypictures.com/illust_chronology/illust_chrono_01.php
- Hockney, D. (2006). *David Hockney*. Consultado en http://www.hockneypictures.com/works_etccetera.php
- Hoyesarte. (2011). *Obra sobre papel de Lucio Muñoz en Marlborough Barcelona*. Consultado en <http://www.hoyesarte.com/exposiciones-de-arte/en-cartel/10481-obra-sobre-papel-de-lucio-munoz-en-marlborough-barcelona.html>
- Howard, K. (2009). *The contemporary printmaker*. Consultado en <http://www.bookmasters.com/keithhoward/>

I

Iniciativa de la carta a la tierra. (2012). *Carta a la tierra*. Consultado en <http://earthcharterinaction.org/contenido/pages/Lea%20la%20Carta%20de%20la%20Tierra>

IRANOR. (1978). *UNE 57 003-78. Parte 1, terminología papelera: definición de términos*. Madrid: IRANOR.

Ivins, W. M. (1975). *Imagen impresa y conocimiento: análisis de la imagen prefotográfica*. Barcelona: Gustavo Gili.

K

Klaasmeye, K. (2004). *As the grass grows*. Consultado en <http://www.rice.edu/sallyport/2004/spring/arts/grassgrows.html>

Karabacek, J.V. (2006). *Papel árabe*. Gijón: Trea

K.E.F.I. (2013). *Kenaf fiber*. Consultado en <http://www.kenaf-fiber.com/en/fibra.asp>

Kraemer, G. (1973). *Tratado de previsión del papel y de la conservación de bibliotecas y archivos*. Tomo II. Madrid: Servicio de publicaciones del ministerio de educación y ciencia.

L

La Rocco, B. (2004). *Amanda Guest*. Consultado en <http://www.brooklynrail.org/2004/05/artseen/amanda-guest>

Lasa, B.E. (2011). *Industrialización*. Consultado en <http://www.euskomedia.org/aunamendi/74085#8>

- La Vanguardia. (2010). *Llega a Europa el primer papel hecho de piedra caliza, yeso o mármol*. Consultado en <http://www.lavanguardia.com/ciudadanos/noticias/20101118/54072695591/llega-a-europa-el-primer-papel-hecho-de-piedra-caliza-yeso-o-marmol.html>
- Lazaga, N. (2002). *El papel japonés*. Madrid: Clan
- Lecta. (2010). Informe ambiental 2010. Nuevos retos 2011/2012. Consultado en http://www.unglobalcompact.org/system/attachments/13791/original/COP_L ECTA CAST.pdf?1326814479
- López, A. (1999). *Prevención de riesgos laborales en la investigación e intervención en Patrimonio Artístico*. Granada: Comares.
- Lockie, E. (2002). *Papel elaborado de forma artesanal*. Barcelona: Parramón.
- Luznik Bujan, E. (1998). *Papel ecológico*. Consultado en <http://www.emiarte.com.ar/papel.htm>

M

- Manrique, A.M. (2012). *Aprovechamiento de los residuos del pseudotallo del banano común y del bocadillo para la extracción de fibras textiles*. Consultado en <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/6284458M285.pdf>
- Martínez, J. (1998). *Un ensayo sobre grabado (a finales del siglo XX)*. Santander: Creática Ediciones.
- McCann, M. (2001). *Actividades artísticas, culturales y recreativas*. Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo. Madrid: MTAS.
- Méndes, R. (2010). *Permacultura pedagógica*. Consultado en <http://permaculturapedagogica.blogspot.com.es/2011/01/natureza-ensina-e-agricultura-deveria.html>
- Ministerio de educación, cultura y deporte. (2012). *Materias primas en artes gráficas*. Consultado en

http://recursos.cnice.mec.es/fp/artes/ut.php?familia_id=5&ciclo_id=1&modulo_id=5&unidad_id=179&menu_id=2142&pagina=&pagetoyen=4&submenu_id=2874&ncab=1.3&contador=3

- Morfoudec. (2011). *Tecnología médica mención morfofisiopatología y citodiagnóstico*. Consultado en <http://morfoudec.blogspot.com.es/2008/07/microscopioelectrnico.html>
- Museo della Carta e della Filigrana (2014). *Museo della Carta e della Filigrana de Fabriano*. Consultado en <http://www.museodellacarta.com/>
- Museu molí paperer de Capellades. (2010). *Museu molí paperer de Capellades*. Consultado en <http://www.mmp-capellades.net/spa/>
- Mr. Ellie Pooh. (2007). *Recycled elephant poo paper*. Consultado en <http://mrelliepooh.com/>
- Mudmedia. (2002). *Artista: Lucio Muñoz*. Consultado en <http://www.mudmedia.es/biografia.asp?Id=78>
- Naturaleza educativa. (2011). *Fibras textiles*. Consultado en http://www.natureduca.com/tecno_indust_text03.php

N

- Navarro, J. (1970). *Temas de la fabricación de papel*. Alcoy: Marfil.
- Noriega, O. D. (2012). *Investigación de texturas y gramajes en el papel de plátano y abacá aplicado al diseño de una colección de objetos para la decoración del hogar*. Consultado en <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/4252>
- Novo, M. (2002). *Arte, Ciencia y Medio Ambiente*. Madrid: Mundi – Prensa Libros.
- Nuevo Árboles, J.L. (2004). *Régimen jurídico y progreso papelero en España y en Indias 1580-1791*. Sevilla: S&C.

O

- ONU. (2001a). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Consultado en <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>
- ONU. (2001b). *Cumbre para la Tierra + 5*. Consultado en <http://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>
- ONU. (2001c). *Protocolo de Kyoto*. Consultado en http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/items/6215.php
- ONU. (2002a). *Unites Nation Forum on Forests*. Consultado en http://www.un.org/esa/forests/pdf/2000_35_E.pdf
- ONU. (2002b). *Cumbre de Johannesburgo*. Consultado en <http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/coverage/>
- ONU. (2003). *Año Internacional del agua dulce*. Consultado en <http://www.un.org/spanish/events/water/>
- ONU. (2012). *Cumbre Río más 20*. Consultado en <http://www.uncsd2012.org/>
- ONU. (2002c). *Water. International Conference on Water and the Environment*. Consultado en <http://www.un.org/es/globalissues/water/historia.shtml>

P

- Paperlán. (2010). *Pulpas*. Consultado en <http://paperlan.com/pulpas/>
- Paper Profile. (2009). *What is Paper Profile?* Consultado en <http://www.paperprofile.com/list.html>
- Patwhyte, (2008). *Bill Weege*. Consultado en <http://www.patwhyte.com/arts/Billweege.htm>

- PEFC. (2010). *About PEFC*. Consultado en <http://www.pefc.org/about-pefc/overview>
- Perez, E. (2005). *Arte naturaleza*. Consultado en http://www.unalmed.edu.co/mediateca/artenaturaleza/espanol/arte_tierra/artetierra_og_arte_ecol.htm
- PIR (2014). *Portal de Información REACH – CLP*. Consultado en <http://www.portalreach.info/>
- Pixelicia. (2012). *Contaminación en China*. Consultado en <http://pixelicia.com/contaminacion-en-china/>
- PNUMA. (2007). *Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente*. Consultado en http://www.cinu.org.mx/ninos/html/onu_n5.htm
- Polinskie, K. (2010). *Ken Polinskie's happy medium*. Consultado en <http://kennethpolinskiestudio.blogspot.com.es/>
- Poopoopaper. (2007). *100% recycled and adorless products made from poo!* Consultado en <http://www.poopoopaper.com/>
- Prevención Laboral. (2011). *Crisotilo*. Consultado en <http://prevenlaboral.blogspot.com.es/2012/05/el-amianto.html>
- Punín, M.G. (2009). *Extraction and processing of natural fiber paper*. Consultado en <http://www.utpl.edu.ec/blogarteydiseno/category/fibras/>

Q

- Quintans, C. (2011). *Secado de sisal*. Consultado en <http://tectonicablog.com/?p=40554>
- Turner, S. (1991). *Appendices. A Short*

R

- RAE. (2010). *RAE*. Consultado en <http://www.rae.es/>
- REACH. (DOUE, 2006). *Directiva 2006/121/CE REACH*. Consultado en <http://eur->

lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:396:0853:0859:ES:PDF

Ramsay, T. (2002). *Ted Ramsay and Marcia Polenberg: Figure in Out*.

Consultado http://www.wsg-art.com/frames/frames_Nov02.html)

Regmurcia. (2011). *Melocotonero. Prunus persica*. Consultado en

http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,a,624,m,1307&r=ReP-5157-DETALLE_REPORTAJES

Reportajes org. (2014). *Papel reciclado con excrementos de elefantes*.

Consultado en <http://www.reportajes.org/ecologia/papel-reciclado-con-excremento-de-elefantes/>

Región de Murcia Digital. (2011). *El esparto*. Consultado en

http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,371,m,1066&r=ReP-1908-DETALLE_REPORTAJESPADRE

Rodríguez, M.D. (1999). *El soporte de papel y sus técnicas. Degradación conservación preventiva*. Bilbao: UPV.

Ruiz, M.C. (2007). *El molde de bloque como matriz. Una mirada personal al relieve en la grafica contemporánea*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

S

Sabogal, N. A. (2005). *El Protocolo de Montreal, un modelo de concertación para la protección de la capa de ozono*. Consultado en

http://www.iri.edu.ar/revistas/revista_dvd/revistas/R14/R14-ESAB.html

Salon 94. (2012). *Jennifer Cohen*. Consultado en

<http://www.salon94.com/artists/detail/jennifer-cohen>

Sánchez, I. (1991). *Obtención de papel a partir de residuos agrícolas*.

Córdoba. Universidad de Córdoba.

Solares, E. (2007). *Historia de la ecología*. Consultado en

<http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%2>

[ODE%20LA%20SALUD/CARRERA%20DE%20MEDICINA/05/Ecologia%20y%20Educacion%20ambiental/07_1934.pdf](#)

Srinivasan, C., Padilla, I.M.G. y Scorza, R. (2005). *Prunus spp. Almond, apricot, cherry, nectarine, peach and plum*. Wallingford: Biotechnology of Fruit and Nut Crops, Litz, R.E.

T

Tafur, F. (2010). *Desechos de flores convertidos en icopor biodegradable*. Consultado en <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/desechos-de-flores-convertidos-en-icopor-biodegradable-1.html>

Tecnicatura textil. (2010). *Fibras vegetales de tallo: El lino*. Consultado en http://blogtextiles.blogspot.com.es/2010_02_01_archive.html

Terraskin. (2014). *Terraskin*. Consultado en <http://www.terraskin.com/>

Tomás, J. L. (1994). *Para el artista y su obra en Calduch. Escrituras del límite*. Fundación Arte y Tecnología de Telefónica. Madrid.

U

UB. (1998). *Seguridad, salud y medio ambiente*. Consultado en <http://www.ub.edu/ossma/>

U.S. Department of State. (2008). *William Weege*. Consultado en <http://art.state.gov/artistdetail.aspx?id=163604>

V

Valentí, S. (2006). *Ideólogos, teorizantes y videntes*. Barcelona: Minerva.

Villalba, J.V. (2010). *Introducción al arte ecológico y biodegradable*. Murcia: UMU.

- Villalba, J.V. y Castillo, C. (2011). *El papel de hoja de melocotonero. Usos y prácticas*. Murcia: UMU.
- Villalba, J.V., Castillo, C. y Cuervo, A. *Creation of artworks from peach leaf pulp*. Fine Art practice, research and education across Europe. Granada: Universidad de Granada
- Villalba, J.V., Castillo, C. y Cuervo, A. *Elaboración de papel para uso artístico a partir de hoja de melocotonero*. Actas del X Congreso Nacional de Historia del Papel en España. Madrid: Asociación Hispánica de Historiadores del Papel.
- Volij, A. (2008). *Papel artesanal*. Consultado en <http://alejandrovlij.com.ar>

W

- Webmuseum Paris. (2002). *Gris, Juan: Still lives*. Consultado en <http://www.cab.u-szeged.hu/wm/paint/auth/gris/sl/>
- Whytespace. (2004). *William Weege*. Consultado en <http://www.patwhyte.com/arts/Billweege.htm>
- Wisconsin Visual Art Lifetime Achievement Awards. (2012). *William Weege*. Consultado en <http://www.wvalaa.com/year/2012>

11. ANEXOS

11.1. Anexo I. Fichas de la fase inicial experimental

Tabla 22. Prueba de papel inicial n.º 1

N.º Referencia	P.P.I. 01	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con hoja de melocotonero y cola de conejo.	
Colas y otros componentes	Cola de conejo.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 220 x 220 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	14 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 200 x 200 mm	

Tabla 23. Prueba de papel inicial n.º 2

N.º Referencia	P.P.I. 02	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	n. p	
Parte/s de la hoja	n. p	
Cantidad de hoja	n. p	
Cantidad de pulpa obtenida	n. p	
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado y cola de conejo.	
Colas y otros componentes	Cola de conejo.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno	
Aditivos	Ninguno	
Procedimiento	Trocear y poner el papel a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 180 x 180 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	10 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 160 x 160 mm	

Tabla 24. Prueba de papel inicial n.º 3

N.º Referencia	P.P.I. 03	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	n. p	
Parte/s de la hoja	n. p	
Cantidad de hoja	n. p	
Cantidad de pulpa obtenida	n. p	
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado y látex como cola.	
Colas y otros componentes	Látex.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 180 x 180 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	10 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 150 x 150 mm	

Tabla 25. Prueba de papel inicial n.º 4

N.º Referencia	P.P.I. 04	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado (90 %), hoja de melocotón (10 %) y látex como cola.	
Colas y otros componentes	Látex	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 220 x 220 mm. Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	10 días.	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 200 x 200 mm	

Tabla 26. Prueba de papel inicial n.º 5

N.º Referencia	P.P.I. 05	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	Todas	
Parte/s de la hoja		
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado (50 %), hoja de melocotón (50 %) y látex como cola.	
Colas y otros componentes	Látex.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 180 x 180 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	14 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 150 x 150 mm	

Tabla 27. Prueba de papel inicial n.º 6

N.º Referencia	P.P.I. 06	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado (70 %), hoja de melocotón (30 %) y látex como cola.	
Colas y otros componentes	Látex.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 70 x 220 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	13 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 60 x 200 mm	

Tabla 28. Prueba de papel inicial n.º 7

N.º Referencia	P.P.I. 07	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado (80 %), hoja de melocotón (20 %) y cola de conejo.	
Colas y otros componentes	Cola de conejo.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 220 x 220 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	12 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 200 x 200 mm	

Tabla 29. Prueba de papel inicial n.º 8

N.º Referencia	P.P.I. 08	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con hoja de melocotonero (100 %) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 220 x 220 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	14 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 200 x 200 mm	

Tabla 30. Prueba de papel inicial n.º 9

N.º Referencia	P.P.I. 09	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado (90 %), hoja de melocotón (10 %) y cola de conejo.	
Colas y otros componentes	Cola de conejo.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 220 x 220 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	11 días.	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 200 x 200 mm	

Tabla 31. Prueba de papel inicial n.º 10

N.º Referencia	P.P.I. 10	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado (10 %), hoja de melocotón (90 %) y cola de conejo.	
Colas y otros componentes	Látex.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 220 x 220 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	15 días.	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 200 x 200 mm	

Tabla 32. Prueba de papel inicial n.º 11

N.º Referencia	P.P.I. 11	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado (40 %), hoja de melocotón (60 %) y cola de conejo.	
Colas y otros componentes	Cola de conejo.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 220 x 220 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	12 días.	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 200 x 200 mm	

Tabla 33. Prueba de papel inicial n.º 12

N.º Referencia	P.P.I. 12	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear papel con pasta de papel reciclado (60 %), hoja de melocotón (40 %) y cola de conejo.	
Colas y otros componentes	Cola de conejo.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar y realización de papel con un tamiz de 220 x 220 mm Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	12 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 200 x 200 mm	

Tabla 34. Prueba de papel inicial n.º 13

N.º Referencia	P.P.I. 13	
Fecha de realización	Febrero de 2011	
Variedad de hoja	011-18	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja		
Cantidad de pulpa obtenida		
Objetivo	Crear una composición en forma de cuadrícula con 4 segmentos de papel con diferentes porcentajes de pasta de papel reciclado y pasta de hoja de melocotón. Los porcentajes serán: 80 % de pasta de papel y 20 % de pasta de papel de hoja de melocotonero, 70 % de pasta de papel y 30 % de pasta de papel de hoja de melocotonero, 50 % de pasta de papel y 50 % de pasta de papel de hoja de melocotonero, por último, un segmento de pasta al 100 % de papel reciclado.	
Colas y otros componentes	Cola de conejo.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Desinfectantes.	
Procedimiento	Trocear y poner el papel y la hoja a remojo, triturar, mezclado proporcional de pastas y realización de papeles con un tamiz de 220 x 220 mm Una vez realizados los papeles, unirlos en húmedo yuxtaponiéndolos en dos de los bordes. Prensado manual y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	14 días	
Nº de pruebas y medidas	1 papel de 400 x 400 mm	

11.2. Anexos II. Fichas de la segunda fase. Desarrollo experimental.

Tabla 35. Papel en laboratorio n.º 1

N.º Referencia	P.L. 01	
Fecha de realización	23-11-2011	
Variedad de hoja	011-02	
Parte/s de la hoja	Lámina foliar	
Cantidad de hoja	10 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	8 gr	
Objetivo	Separar la lignina del material celulósico mediante el molido mecánico-manual y la cocción con agua destilada. Observación de las fibras en el cono de Imhoff. Realización papel.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Agua destilada (200 ml).	
Procedimiento	Desfibrado mecánico-manual, en este caso machacando la hoja en un mortero para posteriormente cocerla en agua destilada durante 3 tandas de 45 minutos. Transcurridas estas operaciones, tienen lugar procesos de decantación utilizando tres conos de Imhoff. Realización de papel con un tamiz de 40 x 40 mm Secado con bayetas, papeles absorbentes y superposición de cargas.	
Tiempo de secado	8 días.	
Nº de pruebas y medidas	2 papeles de 40 x 40 mm	

Tabla 36. Papel en laboratorio n.º 2

N.º Referencia	P.L. 02	
Fecha de realización	23-11-2011	
Variedad de hoja	011-04	
Parte/s de la hoja	Nervadura	
Cantidad de hoja	10 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	8,5 gr	
Objetivo	Separar la lignina del material celulósico mediante el molido mecánico-manual y la cocción con agua destilada. Observación de las fibras en el cono de Imhoff. Realización papel.	
Colas y otros componentes	Ninguna.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Agua destilada (200 ml).	
Procedimiento	Desfibrado mecánico-manual, en este caso machacando nervadura de hoja en un mortero para cocerla en de agua destilada durante 3 tandas de 45 minutos. Transcurridas estas operaciones, tienen lugar procesos de decantación utilizando tres conos de Imhoff. Realización de papel con un tamiz de 40 x 40 mm Secado con bayetas, papeles absorbentes y superposición de cargas.	
Tiempo de secado	8 días.	
Nº de pruebas y medidas	2 papeles de 40 x 40 mm	

Tabla 37. Papel en laboratorio n.º 3

N.º Referencia	P.L. 03	
Fecha de realización	23-11-2011	
Variedad de hoja	011-02	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	10 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	9 gr	
Objetivo	Separar la lignina del material celulósico mediante el molido mecánico-manual y la cocción con agua destilada. Observación de las fibras en el cono de Imhoff. Realización papel.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Agua destilada (200 ml).	
Procedimiento	Desfibrado mecánico-manual, en este caso machacando hoja en un mortero para posteriormente cocerla en agua destilada durante 3 tandas de 45 minutos. Transcurridas estas operaciones, tienen lugar procesos de decantación utilizando tres conos de Imhoff para observar la cantidad y el tamaño de los elementos suspendidos en el agua. Realización de papel con un tamiz de 40 x 40 mm	
Tiempo de secado	8 días.	
Nº de pruebas y medidas	2 papeles de 40 x 40 mm	

Tabla 38. Papel en laboratorio n.º 4

N.º Referencia	P.L. 04	
Fecha de realización	11-12-2011	
Variedad de hoja	011-05	
Parte/s de la hoja	Nervadura.	
Cantidad de hoja	10 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	6 gr	
Objetivo	Separar la lignina del material celulósico mediante el molido mecánico-manual y la cocción con agua destilada y cenizas. Observación de las fibras en el cono de Imhoff. Realización papel.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Agua destilada (500 ml).	
Procedimiento	Desfibrado mecánico-manual, en este caso machacando nervadura en un mortero para posteriormente cocerla en de agua destilada durante 3 tandas de 45 minutos. Transcurridas estas operaciones, tienen lugar un proceso de decantación utilizando conos de Imhoff. Realización de papel con un tamiz de 40 x 40 mm Secado con bayetas, papeles absorbentes y superposición de cargas.	
Tiempo de secado	8 días.	
Nº de pruebas y medidas	2 papeles de 40 x 40 mm	

Tabla 39. Papel en laboratorio n.º 5

N.º Referencia	P.L. 05	
Fecha de realización	11-12-2011	
Variedad de hoja	011-05	
Parte/s de la hoja	Lámina foliar sin nervadura	
Cantidad de hoja	10 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	36 gr	
Objetivo	Separar la lignina del material celulósico mediante el molido mecánico-manual y la cocción con agua destilada y cenizas. Observación de las fibras en el cono de Imhoff. Realización papel.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Agua destilada (500 ml).	
Procedimiento	Desfibrado mecánico-manual, en este caso machacando lámina foliar en un mortero para posteriormente cocerla en de agua destilada durante 3 tandas de 45 minutos. Transcurridas estas operaciones, tienen lugar un proceso de decantación utilizando un cono de Imhoff. Realización de papel con un tamiz de 40 x 40 mm. Secado con bayetas, papeles absorbentes y superposición de cargas.	
Tiempo de secado	8 días.	
Nº de pruebas y medidas	2 papeles de 40 x 40 mm	

Tabla 40. Papel en laboratorio nº. 6

N.º Referencia	P.L. 06	
Fecha de realización	11-12-2011	
Variedad de hoja	011-05	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	10 gr por cada parte de hoja	
Cantidad de pulpa obtenida	6 gr	
Objetivo	Separar la lignina del material celulósico mediante el molido mecánico-manual y la cocción con agua destilada y cenizas. Observación de las fibras en el cono de Imhoff. Realización papel.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Agua destilada (500 ml).	
Procedimiento	Desfibrado mecánico-manual, en este caso machacando cada parte de hoja en un mortero para posteriormente cocerla en de agua destilada durante 3 tandas de 45 minutos. Transcurridas estas operaciones, tienen lugar un proceso de decantación utilizando un cono de Imhoff Realización de papel con un tamiz de 40 x 40 mm Secado con bayetas, papeles absorbentes y superposición de cargas.	
Tiempo de secado	8 días.	
Nº de pruebas y medidas	2 papeles con cada parte de hoja de 40 x 40 mm	

Tabla 41. Papel en laboratorio n.º 7

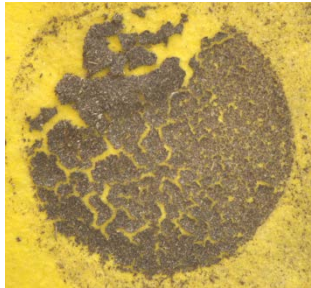
N.º Referencia	P.L. 07	
Fecha de realización	12-1-2012	
Variedad de hoja	011-05	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	50 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	45,5 gr	
Objetivo	Realizar hojas de papel con pastas de fibra deshidratada.	
Colas y otros componentes	Ceniza (5 gr).	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Agua destilada (800 ml).	
Procedimiento	Deshidratar la hoja en un horno eléctrico de mufla a temperaturas no muy alta (90°C) durante 1 hora. Romper la hoja a presión con la utilización de un rodillo. Una vez aplastada, se añade agua destilada a cada variedad y se deja fermentar durante 20 días. La fermentación provoca la aparición de bacterias y hongos que también ayuda a hacer desaparecer la lámina media. Posteriormente, las fibras de las variedades 011-05 y 011-14 fueron lavadas y cocidas durante tres tandas de 45 minutos con agua y ceniza. Realización de papel con un tamiz de 6 mm de diámetro. Secado con bayetas, papeles absorbentes y superposición de cargas.	
Tiempo de secado	8 días.	
Nº de pruebas y medidas	3 papeles de 50 mm de diámetro.	

Tabla 42. Papel en laboratorio n.º 8

N.º Referencia	P.L. 08	
Fecha de realización	12-1-2012	
Variedad de hoja	011-14	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	50 gr de hoja desecada de cada variedad	
Cantidad de pulpa obtenida	44 gr	
Objetivo	Realizar hojas de papel con pastas de fibra deshidratada.	
Colas y otros componentes	Ceniza (5gr).	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Agua destilada (800 ml).	
Procedimiento	Deshidratar la hoja en un horno eléctrico de mufla a temperaturas no muy alta (90°C) durante 1 hora. Después romperla a presión con la utilización de un rodillo. Una vez aplastada la hoja, se añade agua y se deja fermentar durante 20 días. La fermentación provoca la aparición de bacterias que ayuda a hacer desaparecer la lámina media. Posteriormente, las fibras de las variedades 011-05 y 011-14 fueron lavadas y cocidas durante 3 tandas de 45 minutos con agua y ceniza. Realización de papel con tamiz de 60 mm de diámetro.	
Tiempo de secado	8 días	
Nº de pruebas y medidas	3 papeles de 50 mm de diámetro	

11.3. Anexos III. Fichas de la tercera fase. Depuración técnica del proceso de elaboración de pastas y de papel.

Tabla 43. Papel en estudio n.º 1

N.º Referencia	P.E. 01	
Fecha de realización	27-10-2012	
Variedad de hoja	011-05	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	338 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	107,5 gr	
Objetivo	Realizar hojas de papel con fibras cocidas con sosa cáustica y sin almidonar. Blanquear o aclarar la fibra.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Sosa cáustica y peróxido de oxígeno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y realización y de papeles con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	4 hojas de 80 x 80 mm	

Tabla 44. Papel en estudio n.º 2

N.º Referencia	P.E. 02	
Fecha de realización	27-10-2012	
Variedad de hoja	011-05	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	338 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	336 gr	
Objetivo	Realizar hojas de papel con fibras cocidas con sosa cáustica y almidonada. Blanquear o aclarar la fibra.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Peróxido de oxígeno.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y almidonar. Realización de papeles con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	4 hojas de 80 x 80 mm	
Nº de pruebas y medidas	24 horas.	

Tabla 45. Papel en estudio n.º 3

N.º Referencia	P.E. 03	
Fecha de realización	7/11/2012	
Variedad de hoja	011-01	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	337 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	106 gr	
Objetivo	Repetir la prueba realizada el 27-10-2012. Realizar hojas de papel con fibras cocidas con sosa cáustica y almidonada. Blanquear o aclarar la fibra.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz..	
Blanqueadores / colorantes	Peróxido de oxígeno.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y almidonar fibra, realización y de papeles con tamiz de 80 x 80 mm Con respecto a la prueba realizadas el 27-10-2012, se ha añadido el doble de peróxido de oxígeno. Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas	
Nº de pruebas y medidas	4 papeles de 80 x 80 mm	

Tabla 46. Papel en estudio n.º 4

N.º Referencia	P.E. 04	
Fecha de realización	7-11-2012	
Variedad de hoja	011-01	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	445 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	142 gr	
Objetivo	Realizar papeles incorporando almidón en polvo.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Peróxido de oxígeno	
Aditivos	Ácido bórico.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y almidonar la fibra. Realización de papel con un tamiz de 130 x 130 mm Secado de las hojas con prensa.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	2 hojas de 130 x 130 mm	

Tabla 47. Papel en estudio n.º 5

N.º Referencia	P.E. 05	
Fecha de realización	9-11-2012	
Variedad de hoja	011-09	
Parte/s de la hoja	Nervadura	
Cantidad de hoja	338 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	107,5 gr	
Objetivo	Estudiar la capacidad dimensional y el color del papel aclarado con peróxido de oxígeno y sin almidonar.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Peróxido de oxígeno.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer, aclarar, triturar la fibra y realización de papel con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	4 hojas de 80 x 80 mm	

Tabla 48. Papel en estudio n.º 5 B

N.º Referencia	P.E. 05 B	
Fecha de realización	9-11-2012	
Variedad de hoja	011-09	
Parte/s de la hoja	90 % Nervadura. 10 % lámina foliar	
Cantidad de hoja	254 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	87 gr	
Objetivo	Realizar hojas de papel con fibras de nervadura cocidas con sosa cáustica y aclarada con hipoclorito sódico.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito sódico (33 %).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Separar la nervadura de la lámina foliar, trocear y ponerla a remojo, cocer fibra, triturar fibra, aclarar y realización de papeles con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	3 hojas de 80 x 80 mm	

Tabla 49. Papel en estudio n.º 6

N.º Referencia	P.E. 06	
Fecha de realización	10-11-2012	
Variedad de hoja	011-01	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	274 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	88 gr	
Objetivo	Observar el blanqueado de las fibras con distintos porcentajes de hipoclorito.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (50, 43, 33 y 20 %) y ácido clorhídrico.	
Aditivos	Ácido bórico.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y almidonar la fibra. Realización de papel sin tamiz formando montones de fibras y aplastadas con la prensa. Secado de las hojas. Se hacen 4 aclarados con diferentes porcentajes de hipoclorito. Tras una hora de aclarado, se neutralizan las mezclas con ácido clorhídrico. También se realiza un papel sin ninguna aclaración.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	5 hojas de 80 mm de diámetro	

Tabla 50. Papel en estudio n.º 7

N.º Referencia	P.E. 07	
Fecha de realización	21-10-2012	
Variedad de hoja	011-11	
Parte/s de la hoja	Nervadura	
Cantidad de hoja	85 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	27 gr	
Objetivo	Realizar papel con nervadura. Colorear con café.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores y colorantes	Hipoclorito (20 %), ácido clorhídrico y café.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar, almidonar y colorear fibra, realización de papel con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 80 x 80 mm	

Tabla 51. Papel en estudio n.º 8

N.º Referencia	P.E. 08	
Fecha de realización	21-10-2012	
Variedad de hoja	011-11	
Parte/s de la hoja	Nervadura	
Cantidad de hoja	85 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	28 gr	
Objetivo	Realizar papel con nervadura. Colorear con un colorante alimentario (azafrán).	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico y colorante alimentario (azafrán).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar, almidonar y colorear fibra, realización de papel con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 80 x 80 mm	

Tabla 52. Papel en estudio n.º 9

N.º Referencia	P.E. 09	
Fecha de realización	9-11-2012	
Variedad de hoja	011-09	
Parte/s de la hoja	Lamina foliar	
Cantidad de hoja	253,5 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	80,5 gr	
Objetivo	Estudiar la capacidad dimensional y el color del papel sin aclarar y sin almidonar.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Ninguno.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer, triturar la fibra y realización de papel con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	3 hojas de 80 x 80 mm	

Tabla 53. Papel en estudio n.º 10

N.º Referencia	P.E. 10	
Fecha de realización	1-11-2012	
Variedad de hoja	011-01	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	512 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	163 gr	
Objetivo	Estudiar la capacidad dimensional y color de la hoja sin almidonar y aclarada con peróxido de oxígeno.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Peróxido de oxígeno.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar, y realización de papeles con tamiz de 80 x 80 y 140 x 140 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	3 hojas de 80 x 80 mm y 2 hojas de 140 x 140 mm	

Tabla 54. Papel en estudio n.º 11

N.º Referencia	P.E. 11	
Fecha de realización	12-11-2012	
Variedad de hoja	011-09	
Parte/s de la hoja	Lámina foliar	
Cantidad de hoja	506 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	161 gr	
Objetivo	Estudiar la capacidad dimensional y el color del papel aclarado con hipoclorito y sin almidonar.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito(al 33 %).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y almidonar la fibra. Realización de papel con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	6 hojas de 80 x 80 mm	

Tabla 55. Papel en estudio n.º 12

N.º Referencia	P.E. 12	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	51 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua destilada y carga (caolín).	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (al 25 %) y sulfato alumínico (2 gr).	
Aditivos	Agua destilada (80 ml).	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir agua destilada, látex y de sulfato alumínico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 56. Papel en estudio n.º 13

N.º Referencia	P.E. 13	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	161 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	50,5 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua destilada, carga (caolín) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml) y sulfato aluminico (1 gr).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (al 25 %) y ácido clorhídrico.	
Aditivos	Agua destilada (80 ml).	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir agua destilada, látex y sulfato aluminico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 57. Papel en estudio n.º 14

N.º Referencia	P.E. 14	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	51,5 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua destilada, carga (caolín) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico y sulfato aluminico (2 gr).	
Aditivos	Agua destilada (80 ml).	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir agua destilada, látex y sulfato aluminico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 58. Papel en estudio n.º 15

N.º Referencia	P.E. 15	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	51 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua destilada, carga (caolín) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico y sulfato aluminico (4 gr).	
Aditivos	Agua destilada (80 ml).	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir de agua destilada, látex y sulfato aluminico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 59. Papel en estudio n.º 16

N.º Referencia	P.E. 16	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	52 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua destilada, carga (caolín) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, sulfato aluminico (6 gr).	
Aditivos	Agua destilada (80 ml).	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir látex y sulfato aluminico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 60. Papel en estudio n.º 17

N.º Referencia	P.E. 17	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	52 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua corriente y carga (caolín).	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico y sulfato alumínico (2 gr).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir agua corriente y sulfato alumínico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 61. Papel en estudio n.º 18

N.º Referencia	P.E. 18	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	52 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua corriente, carga (caolín) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml)	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, sulfato alumínico (1 gr).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir 80 ml de agua corriente, látex, sulfato alumínico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 62. Papel en estudio n.º 19

N.º Referencia	P.E. 19	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	51 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua corriente, carga (caolín) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml)	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico y sulfato alumínico (2 gr).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir 80 ml de agua corriente, látex y sulfato alumínico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 63. Papel en estudio n.º 20

N.º Referencia	P.E. 20	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	52 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua corriente, carga (caolín) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, sulfato alumínico (4 gr).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir 80 ml de agua corriente, látex y sulfato alumínico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 64. Papel en estudio n.º 21

N.º Referencia	P.E. 21	
Fecha de realización	21-12-2012	
Variedad de hoja	011-13	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	160 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	52 gr	
Objetivo	Realizar papel con agua corriente, carga (caolín) y látex.	
Colas y otros componentes	Látex (3 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico y sulfato alumínico (6gr).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, añadir 80 ml de agua corriente, látex y sulfato alumínico. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 110 x 110 mm	

Tabla 65. Papel en estudio n.º 22

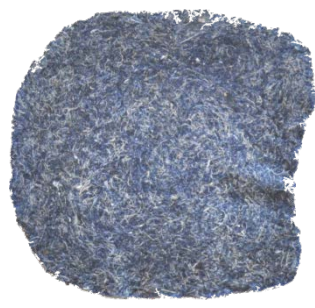
N.º Referencia	P.E. 22	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	47,5 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	15 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con pigmento azul cobalto. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el pigmento con agua caliente.	
Colas y otros componentes	Látex (1,5 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25%), ácido clorhídrico, alumbre (3gr) y pigmento azul cobalto.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer con alumbre durante 8 horas y agua fría. Exponer la fibra pigmentada a 90°C durante 1 hora y añadir látex. Realización de papel con tamiz de 80 x 80 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 60 x 60 mm	

Tabla 66. Papel en estudio n.º 23

N.º Referencia	P.E. 23	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	64,5 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	20,5 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con pigmento azul cobalto. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el pigmento con agua fría.	
Colas y otros componentes	Látex (1,5 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y pigmento azul cobalto.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer en una disolución de alumbre con agua fría durante 8 horas. Mezclar la fibra con el pigmento y látex. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 70 x 70 mm	

Tabla 67. Papel en estudio n.º 24

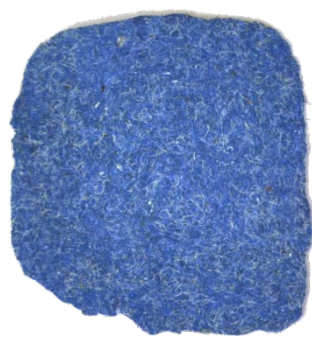
N.º Referencia	P.E. 24	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	51 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	16 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con pintura acrílica azul cobalto. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y la pintura con agua caliente.	
Colas y otros componentes	Látex (1,5 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y pintura acrílica azul cobalto.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer con alumbre y agua fría durante 8 horas. Exponer la fibra mezclada con la pintura a 90°C durante 1 hora y añadir látex. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 60 x 60 mm	

Tabla 68. Papel en estudio n.º 25

N.º Referencia	P.E. 25	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	51 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	17 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con pintura acrílica azul cobalto. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el pigmento con agua fría.	
Colas y otros componentes	Látex (1,5 ml)	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y pintura acrílica azul cobalto.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer alumbre con agua fría durante 8 horas. Mezclar la fibra con la pintura acrílica azul cobalto y látex. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 60 x 60 mm	

Tabla 69. Papel en estudio n.º 26

N.º Referencia	P.E. 26	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	51 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	16,5 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con pigmento rojo cadmio. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el pigmento con agua caliente.	
Colas y otros componentes	Látex (1,5 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y pigmento rojo cadmio.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer con alumbre y agua fría durante 8 horas. Exponer la fibra pigmentada a 90°C durante 1 hora y añadir látex. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm. Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 60 x 60 mm	

Tabla 70. Papel en estudio n.º 27

N.º Referencia	P.E. 27	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	64 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	17 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con pigmento rojo cadmio. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el pigmento con agua fría.	
Colas y otros componentes	Látex (1,5 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y pigmento rojo cadmio.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer con alumbre y agua fría durante 8 horas. Mezclar la fibra con el pigmento y látex. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 70 x 70 mm	

Tabla 71. Papel en estudio n.º 28

N.º Referencia	P.E. 28	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	51 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	16 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con pigmento ocre amarillo. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el pigmento con agua caliente.	
Colas y otros componentes	Látex (1,5 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y pigmento ocre amarillo.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer con alumbre y agua fría durante 8 horas. Exponer la fibra pigmentada a 90°C durante 1 hora y añadir látex. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 60 x 60 mm	

Tabla 72. Papel en estudio n.º 29

N.º Referencia	P.E. 29	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	64 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	17 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con pigmento ocre amarillo. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el pigmento con agua fría.	
Colas y otros componentes	Látex (1,5 ml).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y pigmento ocre amarillo.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer con alumbre y agua fría durante 8 horas. Mezclar la fibra con el pigmento y látex. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 70 x 70 mm	

Tabla 73. Papel en estudio n.º 30

N.º Referencia	P.E. 30	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	58 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	16,5 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con tinta china. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el colorante con agua caliente.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y tinta china.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer con alumbre y agua fría durante 8 horas. Exponer la fibra entintada a 90°C durante 1 hora. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 65 x 65 mm	

Tabla 74. Papel en estudio n.º 31

N.º Referencia	P.E. 31	
Fecha de realización	3-01-2013	
Variedad de hoja	011-06	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	64 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	17 gr	
Objetivo	Realizar papel coloreado con tinta china. La fibra previamente se ha mordentado con alumbre. Mezclar la pasta y el tinte con agua fría.	
Colas y otros componentes	Ninguno.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25 %), ácido clorhídrico, alumbre (3 gr) y tinta china.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, neutralizar la pasta con ácido clorhídrico, triturar la fibra, exponer con alumbre y agua fría durante 8 horas. Mezclar la fibra tinta china. Realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 70 x 70 mm	

11.4. Anexos IV. Fichas de las pruebas artísticas

Tabla 75. Prueba artística n.º 1

N.º Referencia	P.A.E. 01	
Fecha de realización	7-11-2012	
Variedad de hoja	011-05	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	400 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	170 gr	
Objetivo	Realizar una composición con huellas de objetos.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Peróxido de oxígeno.	
Aditivos	Ácido bórico.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y almidonar la fibra. Rrealización de papel aplastando y modelando la pasta. Dejar huellas de objetos (espátulas, vasos, lápices, etc.). Dejar secar entre bayetas y tablas con peso.	
Tiempo de secado	24 horas	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 240 x 180 mm	

Tabla 76. Prueba artística n.º 2

N.º Referencia	P.A.E. 02	
Fecha de realización	7-11-2012	
Variedad de hoja	011-01	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	174 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	55,5 gr	
Objetivo	Realizar composición añadiendo hojas secas a la hoja formada.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Peróxido de oxígeno.	
Aditivos	Ácido bórico.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y almidonar la fibra, realización de papel aplastando y modelando la pasta, yuxtaponer hojas secas en la hoja de papel ya obtenida. Dejar secar entre bayetas y tablas con peso.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 115 x 115 mm	

Tabla 77. Prueba artística n.º 3

N.º Referencia	P.A.E. 03	
Fecha de realización	20-11-12	
Variedad de hoja	011-16	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	258 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	82 gr	
Objetivo	Estudiar la adherencia entre fibras de nervadura y fibras de lámina foliar, texturas y los diferentes cromatismos provocados por las diversas cantidades de hipoclorito. Comprobar la capacidad de almidón de arroz.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (9, 13, 17, y 20 %) y ácido clorhídrico.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer, aclarar, triturar, lavar y almidonar la fibra. Se hacen 4 aclarados con diferentes porcentajes de hipoclorito. Tras una hora de aclarado, se neutralizan las mezclas. Se realiza un papel de con una tamiz de 140 x 140 mm En húmedo se mezclan varias pastas aleatoriamente que quedarán unidas en el secado.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 140 x 140 mm	

Tabla 78. Prueba artística n.º 4

N.º Referencia	P.A.E. 04	
Fecha de realización	20-11-2012	
Variedad de hoja	011-11 y 011-16	
Parte/s de la hoja	Todas.	
Cantidad de hoja	381 gr (54 gr de nervadura, 142 gr de lámina foliar, 185 gr de toda).	
Cantidad de pulpa obtenida	24 gr de nervadura, 47 gr de lámina foliar y 49 gr de entera.	
Objetivo	Estudiar la adherencia entre fibras de nervadura y fibras de lámina foliar, texturas y los diferentes cromatismos provocados por las diversas cantidades de hipoclorito. Comprobar la capacidad de almidón de arroz.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (25, 17, 10 y 8 %) y ácido clorhídrico.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer, aclarar, triturar, lavar y almidonar la fibra. Se hacen 3 aclarados con diferentes porcentajes de hipoclorito: 17 y 25 % (hoja entera), 10 % (lámina foliar) y 8 % (nervadura). Tras una hora de aclarado, se neutralizan las mezclas. Se realizan papeles con tamices de 60 x 60, 80 x 80 y 140 x 140 mm que se yuxtaponen para que queden unidos en el secado.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 170 x 170 mm	

Tabla 79. Prueba artística n.º 5

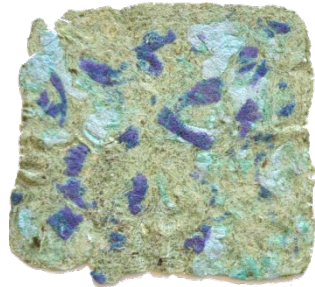
N.º Referencia	P.A.E. 05	
Fecha de realización	25-11-2012	
Variedad de hoja	011-02	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	190 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	60,5 gr	
Objetivo	Estudiar las combinaciones de las fibras de hoja de melocotonero con papeles de colores ya elaborados.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz y papel pinocho (violeta y cian).	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (18 %) y ácido clorhídrico.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar y almidonar la fibra, realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm Añadir trozos de papel pinocho para que queden integrados y unidos en uno solo. Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 120 x 120 mm	

Tabla 80. Prueba artística n.º 6

N.º Referencia	P.A.E. 06	
Fecha de realización	20-11-2012	
Variedad de hoja	011-16	
Parte/s de la hoja	Entera y lámina foliar	
Cantidad de hoja	256 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	80 gr	
Objetivo	Estudiar posibles reservas para configurar vacíos y formas en los papeles. Estudiar la adherencia entre fibras de nervadura y fibras de lámina foliar, texturas y los diferentes cromatismos provocados por las diversas cantidades de hipoclorito. Comprobar la capacidad de almidón de arroz.	
Colas y otros componentes	Álmidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (17, 12 y 8 %) y ácido clorhídrico.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer, aclarar, triturar, lavar y almidonar la fibra. Se hacen 4 aclarados con diferentes porcentajes de hipoclorito: 17 (hoja entera), 12 (nervadura) y 8 % (lámina foliar). Se realiza un papel con una tamiz de 140 x 140 mm. Previamente se han colocado unos moldes metálicos con formas de llaves. En húmedo se mezclan varias pastas aleatoriamente que quedarán unidas en el secado.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 140 x 140 mm	

Tabla 81. Prueba artística n.º 7

N.º Referencia	P.A.E. 07	
Fecha de realización	19-11-2012	
Variedad de hoja	011-11	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	351 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	112 gr	
Objetivo	Realizar una composición con pulpas aclaradas en diferentes proporciones de hipoclorito.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (16, 23, 28, 33, 37 y 47 %) y ácido clorhídrico.	
Aditivos	Ácido bórico.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer, aclarar, triturar y almidonar la fibra. Se hacen 6 aclarados con diferentes porcentajes de hipoclorito: Tras una hora de aclarado, se neutralizan las mezclas con ácido clorhídrico. Se realizan papeles con una tamiz de 80 x 80 mm que en húmedo se yuxtapondrán para que queden unidos en el secado. Prensado del papel.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	Lados irregulares. 1 papel 140 x 190 mm	

Tabla 82. Prueba artística n.º 8

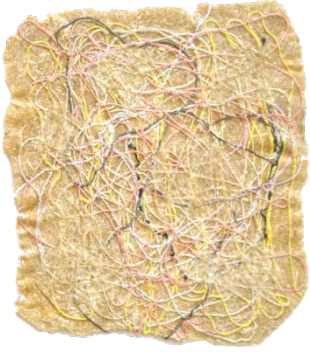
N.º Referencia	P.A.E. 08	
Fecha de realización	25-11-2012	
Variedad de hoja	011-02	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	258 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	82 gr	
Objetivo	Estudiar las combinaciones de las fibras de hoja de melocotonero con hilos de algodón de colores.	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz e hilos de colores cálidos.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (27 %).	
Aditivos	Ninguno	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra con sosa cáustica, blanquear, triturar y almidonar la fibra, realización de papel con tamiz de 120 x 120 mm. Añadir hilos para que queden integrados y unidos en uno solo. Superponer pasta para asegurar la integración de los hilos en el papel. Prensado y secado de la hoja.	
Tiempo de secado	24 horas	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 140 x 140 mm	

Tabla 83. Prueba artística n.º 9

N.º Referencia	P.A.E. 09	
Fecha de realización	21-10-2012	
Variedad de hoja	011-11	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	570 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	181,5 gr	
Objetivo	Realizar papel mixto combinando una zona con colorante alimentario (azafrán) y otra aclarada sin ningún tipo de tinte.	
Colas y otros componentes	Álmidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (18 %) y colorante alimentario (azafrán).	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar, almidonar y colorear fibra, realización de papel con tamiz de 80 x 80 y 130 x 130 mm Juntar papeles para que queden unidos en uno solo. Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 240 x 180 mm	

Tabla 84. Prueba artística n.º 10

N.º Referencia	P.A.E. 10	
Fecha de realización	21-10-2012	
Variedad de hoja	011-16	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	845 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	268 gr	
Objetivo	Realizar papel mixto combinando una zona Coloreada con café y otra aclarada sin colorear.	
Colas y otros componentes	Álmidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (18 %) y café.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer fibra, blanquear, triturar, almidonar y colorear la fibra. Realización de papel con tamiz de 80 x 80 y 140 x 140 mm Juntar papeles para que queden unidos en uno solo. Prensado y secado de las hojas.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 200 x 320 mm	

Tabla 85. Prueba artística n.º 11

N.º Referencia	P.A.E. 11	
Fecha de realización	20-11-2012	
Variedad de hoja	011-16	
Parte/s de la hoja	Todas	
Cantidad de hoja	223 gr	
Cantidad de pulpa obtenida	79 gr	
Objetivo	Juntar dos pastas distintas en un mismo tamiz (por zonas).	
Colas y otros componentes	Almidón de arroz.	
Blanqueadores / colorantes	Hipoclorito (18 %) y ácido clorhídrico.	
Aditivos	Ninguno.	
Procedimiento	Trocear y poner la hoja a remojo, cocer, aclarar, triturar y almidonar la fibra. Se hace un aclarado al de hipoclorito. Se neutraliza tras una hora de aclarado. En un tamiz de 130 x 130 mm se realiza la hoja y se añade en una zona pulpa si aclarar. Prensado del papel.	
Tiempo de secado	24 horas.	
Nº de pruebas y medidas	1 hoja de 130 x 130 mm	

12. ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

12.1 . Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de fibras para uso papelerero de origen vegetal.....	57
Tabla 2. Tipos de fibras para uso papelerero de origen animal.....	62
Tabla 3. Tipos de fibras para uso papelerero de origen mineral	63
Tabla 4. Tipos de fibras para uso papelerero de origen artificial y sintético	63
Tabla 5. Información de la hoja recogida.....	201
Tabla 6. Datos cromáticos de las cenizas	205
Tabla 7. Cromatografías	209
Tabla 8. Pruebas de ceniza	211
Tabla 9. Elementos perceptivos	271
Tabla 10. Elementos cualitativos sobre aspectos generales.....	272
Tabla 11. Escala de valoración.....	273
Tabla 12. Análisis sobre los aspectos perceptivos y generales	274
Tabla 13. Análisis sobre los aspectos perceptivos y generales	274
Tabla 14. Análisis sobre los aspectos perceptivos y generales	275
Tabla 15. Análisis de los elementos cualitativos	276
Tabla 16. Análisis de los elementos cualitativos	276
Tabla 17. Análisis de los elementos cualitativos	277
Tabla 18. Tabla de viabilidad I.....	286
Tabla 19. Tabla de viabilidad II.....	287
Tabla 20. Tabla de viabilidad III.....	287
Tabla 21. Serie de obra artística.....	314
Tabla 22. Prueba de papel inicial n.º 1	366
Tabla 23. Prueba de papel inicial n.º 2	367
Tabla 24. Prueba de papel inicial n.º 3	368
Tabla 25. Prueba de papel inicial n.º 4	369
Tabla 26. Prueba de papel inicial n.º 5	370
Tabla 27. Prueba de papel inicial n.º 6	371
Tabla 28. Prueba de papel inicial n.º 7	372
Tabla 29. Prueba de papel inicial n.º 8	373
Tabla 30. Prueba de papel inicial n.º 9	374

Tabla 31. Prueba de papel inicial n.º 10.....	375
Tabla 32. Prueba de papel inicial n.º 11.....	376
Tabla 33. Prueba de papel inicial n.º 12.....	377
Tabla 34. Prueba de papel inicial n.º 13.....	378
Tabla 35. Papel en laboratorio n.º 1.....	379
Tabla 36. Papel en laboratorio n.º 2.....	380
Tabla 37. Papel en laboratorio n.º 3.....	381
Tabla 38. Papel en laboratorio n.º 4.....	382
Tabla 39. Papel en laboratorio n.º 5.....	383
Tabla 40. Papel en laboratorio n.º 6.....	384
Tabla 41. Papel en laboratorio n.º 7.....	385
Tabla 42. Papel en laboratorio n.º 8.....	386
Tabla 43. Papel en estudio n.º 1.....	387
Tabla 44. Papel en estudio n.º 2.....	388
Tabla 45. Papel en estudio n.º 3.....	389
Tabla 46. Papel en estudio n.º 4.....	390
Tabla 47. Papel en estudio n.º 5.....	391
Tabla 48. Papel en estudio n.º 5 B.....	392
Tabla 49. Papel en estudio n.º 6.....	393
Tabla 50. Papel en estudio n.º 7.....	394
Tabla 51. Papel en estudio n.º 8.....	395
Tabla 52. Papel en estudio n.º 9.....	396
Tabla 53. Papel en estudio n.º 10.....	397
Tabla 54. Papel en estudio n.º 11.....	398
Tabla 55. Papel en estudio n.º 12.....	399
Tabla 56. Papel en estudio n.º 13.....	400
Tabla 57. Papel en estudio n.º 14.....	401
Tabla 58. Papel en estudio n.º 15.....	402
Tabla 59. Papel en estudio n.º 16.....	403
Tabla 60. Papel en estudio n.º 17.....	404
Tabla 61. Papel en estudio n.º 18.....	405
Tabla 62. Papel en estudio n.º 19.....	406

Tabla 63. Papel en estudio n.º 20	407
Tabla 64. Papel en estudio n.º 21	408
Tabla 65. Papel en estudio n.º 22	409
Tabla 66. Papel en estudio n.º 23	410
Tabla 67. Papel en estudio n.º 24	411
Tabla 68. Papel en estudio n.º 25	412
Tabla 69. Papel en estudio n.º 26	413
Tabla 70. Papel en estudio n.º 27	414
Tabla 71. Papel en estudio n.º 28	415
Tabla 72. Papel en estudio n.º 29	416
Tabla 73. Papel en estudio n.º 30	417
Tabla 74. Papel en estudio n.º 31	418
Tabla 75. Prueba artística n.º 1	419
Tabla 76. Prueba artística n.º 2	420
Tabla 77. Prueba artística n.º 3	421
Tabla 78. Prueba artística n.º 4	422
Tabla 79. Prueba artística n.º 5	423
Tabla 80. Prueba artística n.º 6	424
Tabla 81. Prueba artística n.º 7	425
Tabla 82. Prueba artística n.º 8	426
Tabla 83. Prueba artística n.º 9	427
Tabla 84. Prueba artística n.º 10	428
Tabla 85. Prueba artística n.º 11	429

12.2. Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Logo de REACH. PIR (2014)	23
Ilustración 2. Logos de diversas certificaciones de AENOR (2010a)	23
Ilustración 3. Logo de PEFC. (2010)	27
Ilustración 4. Logo de FSC. (2010)	28
Ilustración 5. Elaboración de pasta de papel con excrementos de elefante. Poor paper (2008)	31
Ilustración 6. Cuaderno elaborado con pulpa de excrementos de elefante. Poor paper (2008)	32
Ilustración 7. Extracción de la corteza del pinzote de banano. Barbé (2011)	34
Ilustración 8. Earth University (2009)	35
Ilustración 9. Extracción de tallos de clavel. Flechas (2011)	36
Ilustración 10. Productos realizados con pulpa de tallos de clavel. Flechas (2011)	37
Ilustración 11. Panel informativo de Terraskin (2014)	38
Ilustración 12. Paulina Fortunei	39
Ilustración 13. Tallo de olivo	41
Ilustración 14. Viñedo	41
Ilustración 15. Papeles realizados con el sistema de Lockie (2002)	47
Ilustración 16. Fundación Kolistcher (2009)	48
Ilustración 17. Fundación Kolitscher (2009)	49
Ilustración 18. Obra realizada por Punin Burneo (2009)	50
Ilustración 19. Muebles realizados por Oscar Daniel Noriega (2012)	50
Ilustración 20. Explotación maderera. Brasil	66
Ilustración 21. Formación tradicional de las hojas de papel	82
Ilustración 22. Panal de avispas	83
Ilustración 23. Proceso de elaboración del Washi. Lazaga (2002)	88
Ilustración 24. Limpieza manual de las pastas	89
Ilustración 25. Grabado de De La Lande (1997). Tres vistas de un molino de mazos	91
Ilustración 26. Grabado de De La Lande (1997). A la izquierda, limpieza manual de las pastas en un molino de mazos. A la derecha, proceso de limpieza de los trapos	92

Ilustración 27. Grabado de De La Lande (1997). A la izquierda, comprobación final de las hojas de papel en un molino de mazos. A la derecha, prensado final de las hojas	93
Ilustración 28. Grabado de De La Lande (1997). Proceso de formación de hojas de papel en un molino de mazos.....	94
Ilustración 29. Secado de las hojas de papel en un molino tradicional. Capellades (2010)...	94
Ilustración 30. Grabado de De La Lande (1997). Dos vistas de un molino de cilindro	95
Ilustración 31. Refinadora de cilindro o pila holandesa. Ministerio de educación, cultura y deporte (2012)	98
Ilustración 32. Dibujo de la máquina de papel continuo diseñada por los hermanos Fourdrinier. Escobar (1993).....	99
Ilustración 33. Máquina de papel continuo en la fábrica La Esperanza. Lasa (2011)	100
Ilustración 34. Máquina de papel en Prieto Papel	101
Ilustración 35. Máquina trituradora de madera	102
Ilustración 36. Microscopía digital de fibra larga y media de pino. García (2007)	109
Ilustración 37. Microscopía digital de fibra muy larga de algodón. García (2007).....	109
Ilustración 38. Depósito de papel de una fábrica de papel reciclado.	115
Ilustración 39. (Webmuseum Paris, 2002). Juan Gris. <i>Still lives</i>	127
Ilustración 40. (Polinskie, 2010). <i>Ken Polinskie's happy medium</i>	131
Ilustración 41. (Polinskie, 2010). <i>Ken Polinskie's happy medium</i>	132
Ilustración 42. (Polinskie, 2010). <i>Ken Polinskie's happy medium</i>	132
Ilustración 43. (Frederick, 2009). <i>Paper works</i>	134
Ilustración 44. (Frederick, 2009). <i>Paper works</i>	134
Ilustración 45. (Frederick, 2009). <i>Paper works</i>	135
Ilustración 46. (Salón 94, 2012). Jennifer Cohen	136
Ilustración 47. (Salón 94, 2012). Jennifer Cohen	137
Ilustración 48. (Salón 94, 2012). Jennifer Cohen	137
Ilustración 49. (Fuentes, 2010). José Fuentes	139
Ilustración 50. (Fuentes, 2010). José Fuentes	139
Ilustración 51. (Fuentes, 2010). José Fuentes	140
Ilustración 52. (Fuentes, 2010). José Fuentes	140
Ilustración 53. (García Ripollés, 2011b). <i>Grabado</i>	141
Ilustración 54. (García Ripollés, 2011b). <i>Grabado</i>	142
Ilustración 55. (García Ripollés, 2011b). <i>Grabado</i>	142

Ilustración 56. (Bolíj, 2008). <i>Papel artesanal</i>	144
Ilustración 57. (Bolíj, 2008). <i>Papel artesanal</i>	144
Ilustración 58. (Bolíj, 2008). <i>Papel artesanal</i>	145
Ilustración 59. (Cohen, 2012). Nancy Cohen	146
Ilustración 60. (Cohen, 2012). Nancy Cohen	146
Ilustración 61. (Cohen, 2012). Nancy Cohen	147
Ilustración 62. (Greenwald, 2004). <i>The art of Caroline Greenwald</i>	148
Ilustración 63. (Greenwald, 2004). <i>The art of Caroline Greenwald</i>	149
Ilustración 64. (Greenwald, 2004). <i>The art of Caroline Greenwald</i>	149
Ilustración 65. (Dieu Donné, 2010). Chuck Closet	151
Ilustración 66. (Dieu Donné, 2010). Chuck Closet	152
Ilustración 67. (Close, 2012). Chuck Close	152
Ilustración 68. (Patwhyte, 2008). Bill Weege.....	154
Ilustración 69. (U.S. Departament of State, 2008). Bill Weege	154
Ilustración 70. (U.S. Departament of State, 2008). Bill Weege	155
Ilustración 71. (Fundación Telefónica, 1993). Calduch. <i>Escrituras del límite</i>	156
Ilustración 72. (Fundación Telefónica, 1993). Calduch. <i>Escrituras del límite</i>	157
Ilustración 73. (Fundación Telefónica, 1993). Calduch. <i>Escrituras del límite</i>	157
Ilustración 74. (Hockney, 2006b). David Hockney	159
Ilustración 75. (Hockney, 2006b). David Hockney	159
Ilustración 76. (Hockney, 2006b). David Hockney	160
Ilustración 77. (Dieu Donné, 2010). <i>Amanda Guest</i>	161
Ilustración 78. (Dieu Donné, 2010). <i>Amanda Guest</i>	162
Ilustración 79. (Dieu Donné, 2010). <i>Amanda Guest</i>	162
Ilustración 80. (EPDLP, 2010). Lucio Muñoz.....	164
Ilustración 81. (EPDLP, 2010). Lucio Muñoz	165
Ilustración 82. (EPDLP, 2010). Lucio Muñoz	165
Ilustración 83. (Gallery MDA. 2012). Barker, Laurence.....	167
Ilustración 84. (Gallery MDA. 2012). Barker, Laurence.....	167
Ilustración 85. (Gallery MDA. 2012). Barker, Laurence.....	168
Ilustración 86. (Dieu donné, 2010). Elana Herzog	169
Ilustración 87. (Herzog, 2011). Elana Herzog	169

Ilustración 88. (Herzog, 2011). Elana Herzog	170
Ilustración 89. Interior de una de las explotaciones agrícolas	176
Ilustración 90. Partes de la hoja. González (2006).....	179
Ilustración 91. Hojas de melocotonero	180
Ilustración 92. P.P.I. 01	185
Ilustración 93. P.P.I. 02.....	186
Ilustración 94. P.P.I. 04.....	187
Ilustración 95. P.L.I. 05	188
Ilustración 96. P.P.I. 06.....	189
Ilustración 97. P.P.I. 07	190
Ilustración 98. P.P.I. 08.....	191
Ilustración 99. P.P.I. 09.....	192
Ilustración 100. P.P.I. 10.....	193
Ilustración 101. P.P.11.....	194
Ilustración 102. P.P.I.12.....	195
Ilustración 103. P.P.I.13.....	196
Ilustración 104. 15 variedades de hoja de melocotonero	199
Ilustración 105. Primeros procesos de tamizado	203
Ilustración 106. Cenizas de todas las variedades de hoja.....	204
Ilustración 107. Cromatografías.....	207
Ilustración 108. Disolución de alcohol y clorofila	208
Ilustración 109. Cromatografías.....	208
Ilustración 110. Microscopías	210
Ilustración 111. Pasteado manual de la fibra.....	212
Ilustración 112. Pruebas de decantación.....	213
Ilustración 113.Proceso de tamizado.....	215
Ilustración 114. Proceso de tamizado.....	215
Ilustración 115. Papeles en proceso de secado	216
Ilustración 116. P.L. 01	217
Ilustración 117. P.L. 02	218
Ilustración 118. P.L. 03	219
Ilustración 119. P.L. 04	221

Ilustración 120. P.L. 05.....	222
Ilustración 121. P.L. 06.....	223
Ilustración 122. Aplastamiento de fibra con rodillo	224
Ilustración 123. Comparativa de fibras en diferentes estados	225
Ilustración 124. P.L. 07.....	226
Ilustración 125.P.L. 08.....	226
Ilustración 126. Colocación de papeles en bayetas absorbentes	227
Ilustración 127. Tamiz de acero inoxidable	228
Ilustración 128. Tamiz y su respectivo marco	229
Ilustración 129. Estudio de José Víctor Villalba	230
Ilustración 130. Pastas aclarada	235
Ilustración 131. Elaboración de papel en el estudio.....	236
Ilustración 132. Proceso de tamizado en el estudio.....	237
Ilustración 133. Secado en tendedero de diversos papeles.....	238
Ilustración 134. P.E. 01	239
Ilustración 135. P.E. 02	240
Ilustración 136. P.E. 03	241
Ilustración 137. P.E. 04	242
Ilustración 138. P.E. 05	243
Ilustración 139. P.E. 05B.....	244
Ilustración 140. P.E 06	245
Ilustración 141. P.E. 07	246
Ilustración 142. P.E. 08	247
Ilustración 143. P.E. 09	248
Ilustración 144. P.E. 10	249
Ilustración 145. P.E. 11	250
Ilustración 146. P.E. 12	251
Ilustración 147. P.E. 13	252
Ilustración 148. P.E. 14	253
Ilustración 149. P.E. 15	254
Ilustración 150. P.E. 16	255
Ilustración 151. P.E. 17	256

Ilustración 152. P.E. 18.....	257
Ilustración 153. P.E. 19.....	258
Ilustración 154. P.E. 20.....	259
Ilustración 155. P.E. 21.....	260
Ilustración 156. P.E. 22.....	261
Ilustración 157. P.E. 23.....	262
Ilustración 158. P.E. 24.....	263
Ilustración 159. P.E. 25.....	264
Ilustración 160. P.E. 26.....	265
Ilustración 161. P.E. 27.....	266
Ilustración 162. P.E. 28.....	267
Ilustración 163. P.E. 29.....	268
Ilustración 164. P.E. 30.....	269
Ilustración 165. P.E. 31.....	270
Ilustración 166. Realización de una de las pruebas artísticas.....	295
Ilustración 167. P.A.E.01	296
Ilustración 168. P.A.E.02	297
Ilustración 169. P.A.E.03	298
Ilustración 170. P.A.E.04	299
Ilustración 171. P.A.E.05	300
Ilustración 172. P.A.E.06	301
Ilustración 173. P.A.E.07	302
Ilustración 174. P.A.E.08	303
Ilustración 175. P.A.E.09	304
Ilustración 176. P.A.E.11	305
Ilustración 177. P.E. 21.....	306
Ilustración 178. Grafito.....	307
Ilustración 179. Acuarela	308
Ilustración 180. Tinta china.....	309
Ilustración 181. Acrílico.....	310
Ilustración 182. Pastel.....	311
Ilustración 183. S. N° 1	317

Ilustración 184. S. Nº 2.....	318
Ilustración 185. S. Nº 3.....	319
Ilustración 186. S. Nº 4.....	320
Ilustración 187. S. Nº 5.....	321
Ilustración 188. S. Nº 6.....	322
Ilustración 189. S. Nº 7.....	323
Ilustración 190. S. Nº 8.....	324
Ilustración 191. S. Nº 9.....	325
Ilustración 192. S. Nº 10.....	326
Ilustración 193. S. Nº 11.....	327
Ilustración 194. S. Nº 12.....	328
Ilustración 195. S. Nº 13.....	329
Ilustración 196. S. Nº 14.....	330
Ilustración 197. S. Nº 15.....	331
Ilustración 198. S. Nº 16.....	332
Ilustración 199. S. Nº 17.....	333
Ilustración 200. S. Nº 18.....	334
Ilustración 201. S. Nº 19.....	335
Ilustración 202. S. Nº 20.....	336
Ilustración 203. S. Nº 21.....	337
Ilustración 204. S. Nº 22.....	338
Ilustración 205. S. Nº 23.....	339

13. AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Cuando me inicié en esto de la vida, una de las primeras cosas que me enseñaron fue a observar y buscarme la vida en el medio agrícola. Por ello, desde pequeños, mis padres nos mostraron el camino del trabajo pegado a la naturaleza. Sin ello, jamás podría haber iniciado esta tesis.

A mis directores Carmen Castillo y Alfredo Cuervo, gracias por abrirme las puertas. Vuestros criterios y constante motivación ha sido clave para trabajar diariamente con entusiasmo y dedicación.

A María Marta Rosales por sus clases magistrales y tantas aquellas intensas y divertidas tardes de encierro en su laboratorio. A Carolina Rossi Rosales, por ayudarme siempre que lo he necesitado.

A todos aquellos amigos y expertos que han sido víctimas de mis infinitas cuestiones. A todas aquellas personas que me han facilitado materiales para elaborar mis artilugios papeleros. A Pepe Ortiz por prestarme aquella fantástica prensa durante tanto tiempo. A Paco Miñano, por ayudarme en tantas tareas. A Antonio Aznar. A María Gracia Ruiz. A M.^a Ángeles Solano.

A Laura Ortiz. Por aguantar mi carácter y mi falta de atención.

A mi madre y mis hermanos.

Mi más sincero agradecimiento. Todos habéis gastado mucho tiempo de forma desinteresada y me habéis facilitado el trabajo.

Dedico esta tesis a don Miguel Villalba Salmerón, mi padre. A la primera persona que me ayudó en este trabajo, al agricultor que a sus maneras me lo dio todo, que me enseñó a trabajar duramente. Implícitamente me inició en la tesis desde 1985 cuando me llevó a las tierras por primera vez.

Aquellas palabras antes de irte, sin saberlo, han sido el motor que ha movido este trabajo. “Estés donde estés, espero que puedas disfrutarlo”.

Te quiero.