



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

**ANÁLISIS DE LAS ETAPAS DE
PREPARACIÓN DEL TEJIDO Y ESTUDIO DE
LA CINÉTICA DEL PROCESO DE TINTE CON
COLORANTES REACTIVOS POR
PROCEDIMIENTO "COLD PAD-BATCH"
SOBRE TEXTILES CELULÓSICOS.**

AUTOR: JOSE FRANCISCO AGUILAR TATAY

TUTOR: JAIME PRIMO MILLO

COTUTOR: CARLOS MIRÓ GISBERT

Curso académico: 2014-15

AGRADECIMIENTOS

Los agradecimientos, no solo hacen referencia al periodo de tiempo que ha comprendido el desarrollo del presente proyecto o de los cuatro años de carrera, sino que me gustaría encauzarlos a todas las personas presentes hasta ahora en el camino y que han formado parte de mi vida, aportándome su confianza y su apoyo, sin los cuales hubiera resultado complicado encontrarme escribiendo esto ahora mismo.

En el ámbito personal, tengo que agradecer a mis padres, Encarna y Vicente, y a mi hermano Pablo, la gran exigencia que me han impuesto e imponen día a día para tratar de lograr los objetivos que me propongo, de los resultados obtenidos tanto en los estudios como a nivel personal a lo largo de mi vida.

En el ámbito académico y profesional, y que con el paso del tiempo, se ha convertido en algunos casos en personal, me resulta imprescindible agradecer a Don Jaime Primo Millo, mi tutor del Trabajo Final de Grado, la gran implicación, el trato más que familiar y los conocimientos que me ha sabido aportar, además de los valores que me ha inculcado a lo largo no solo de este periodo de tiempo, sino desde el primer momento en que tuve contacto con él por primera vez como profesor.

Además, quisiera agradecer a toda la plantilla de Tejidos Royo S.L, empresa en la que he desarrollado el presente trabajo, su gran implicación y dedicación para aportarme la gran cantidad de conocimientos durante estos intensos meses, ya que sin su apoyo hubiera resultado más laboriosa la elaboración del presente documento.

Agradecer finalmente a todos mis compañeros con los que he compartido grandes experiencias durante estos años y de los que he recibido apoyo en momentos complicados.

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”

PRÓLOGO

En el presente Trabajo Final de Grado se analizará el proceso de producción del tejido, realizando especial hincapié en diversas etapas de preparación y acabado de mismo.

Este trabajo se basa en los diferentes estudios a nivel industrial de cada una de las etapas necesarias para la producción de tejido, puesto que sin el análisis de las mismas resulta imposible la comprensión del proceso productivo y por tanto no se conocen los parámetros más influyentes necesarios para comenzar con los estudios a nivel de laboratorio y tratar de encontrar la reproductibilidad a nivel industrial, lo que economizará el proceso y proporcionará un aumento de la calidad en el producto final.

Además, una vez realizados todos los estudios y análisis a nivel de laboratorio, se han llevado a cabo varios estudios económicos a nivel industrial referentes a los diferentes tipos de procesos mediante los que se puede desarrollar el proceso tintóreo, observando así las diferencias que aportan los mismos.

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

Documento 1: Memoria Descriptiva

Documento 2: Estudio Económico y Presupuesto

Documento 3: Resumen



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

DOCUMENTO 1

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO. _____	pg 10
2.	INTRODUCCIÓN TEÓRICA DEL SECTOR TEXTIL Y SU SITUACIÓN A NIVEL MUNDIAL. _____	pg 12
2.1.	SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN ESPAÑA _____	pg 12
2.2.	COMPARACIÓN DEL SECTOR TEXTIL ENTRE LOS PAÍSES CON MAS INFLUENCIA EN ESTE SECTOR. _____	pg 14
3.	PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL TEJIDO _____	pg 17
3.1.	PREPARACIÓN DEL TEJIDO _____	pg 17
3.2.	TERMOFIJADO _____	pg 17
3.3.	CHAMUSCADO _____	pg 18
3.4.	IMPREGNACIÓN – BLANQUEO _____	pg 18
3.4.1.	DESENCOLADO _____	pg 19
3.4.2.	DESCRUDADO _____	pg 19
3.4.3.	BLANQUEO QUÍMICO Y ÓPTICO _____	pg 19
3.4.4.	MERCERIZADO _____	pg 20
3.5.	LAVADO DE IMPREGNACIÓN _____	pg 20
3.5.1.	CONTROLES DE CALIDAD. _____	pg 22
3.5.1.1.	ESTUDIO DEL PH POR EXTRACCIÓN DEL TEJIDO _____	pg 22
3.5.1.2.	ESTUDIO DEL PH POR GOTA SOBRE EL TEJIDO. _____	pg 22
3.5.1.3.	ESTUDIO DE LA HIDROFILIDAD-CAPILARIDAD DEL TEJIDO _____	pg 23

3.6.	PROCESO DE TINTURA MEDIANTE PROCEDIMIENTO COLD PAD-BATCH.	_____	pg 23
3.6.1.	TIPOS DE COLORANTES.	_____	pg 23
3.6.2.	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO COLD PAD-BATCH EN TINTURA. ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA UTILIZACIÓN DE ESTE MÉTODO.	_____	pg 24
3.6.3.	CONTROL DE CALIDAD. PRINCIPALES PROBLEMAS EN EL PROCESO DE TINTURA MEDIANTE ESTE MÉTODO.	_____	pg 26
3.7.	LAVADO DE TINTURA.	_____	pg 29
3.8.	SECADO Y ACABADO.	_____	pg 31
4.	EXPOSICION DE LOS PROBLEMAS QUE SE PRETENDEN RESOLVER MEDIANTE LAS TÉCNICAS EXPERIMENTALES EXPUESTAS EN EL PROYECTO	_____	pg 34
5.	ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPREGNACIÓN Y DEL LAVADO DE IMPREGNACIÓN MEDIANTE PAD-BATCH. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PARÁMETROS Y CONCLUSIONES.	_____	pg 36
5.1.	IMPREGNACIÓN	_____	pg 36
5.1.1.	INFLUENCIA Y CONTROL DE LA SOSA CAUSTICA SOBRE LA IMPREGNACIÓN. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS.	_____	pg 37
5.1.2.	INFLUENCIA DEL AGUA OXIGENADA SOBRE LA IMPREGNACIÓN. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS.	_____	pg 39
5.1.3.	INFLUENCIA DEL DETERGENTE SOBRE LA IMPREGNACIÓN. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS.	_____	pg 41
5.2.	LAVADO DE IMPREGNACIÓN	_____	pg 43
5.2.1.	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE EL LAVADO DE IMPREGNACIÓN. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS.	_____	pg 45
5.2.2.	INFLUENCIA DE LA ACCIÓN DEL DETERGENTE Y DE LA SOSA CAUSTICA SOBRE EL LAVADO DE IMPREGNACIÓN. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS.	_____	pg 46

5.2.3.	INFLUENCIA DE LA ACCIÓN DEL DETERGENTE Y DE LA SOSA CAUSTICA CON VARIACION DE TEMPERATURA SOBRE EL LAVADO DE IMPREGNACIÓN. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS _____	pg 46
5.2.4.	INFLUENCIA DEL ÁCIDO SOBRE LA NEUTRALIZACIÓN EN EL LAVADO DE IMPREGNACIÓN. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS. _____	pg 47
6.	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS COLORANTES REACTIVOS UNITARIOS EN EL PROCESO DE TINTURA MEDIANTE PROCEDIMIENTO PAD-BATCH. _____	pg 50
6.1.	PROPIEDADES DE LOS COLORANTES UNITARIOS _____	pg 50
6.1.1.	ESTRUCTURA _____	pg 50
6.1.2.	SOLUBILIDAD _____	pg 50
6.1.3.	SUSTANTIVIDAD _____	pg 51
6.1.4.	REACTIVIDAD _____	pg 52
6.1.5.	GRADO DE FIJACIÓN _____	pg 53
6.1.6.	SELECCIÓN DE COLORANTES _____	pg 53
6.1.7.	MÉTODOS DE TINTURA _____	pg 54
6.1.8.	ESTABILIDAD DEL BAÑO Y TIEMPO DE FIJACIÓN _____	pg 55
6.1.9.	PROPIEDADES FRENTE AL LAVADO DE TINTURA _____	pg 56
6.1.10.	CONCLUSIONES _____	pg 57
6.2.	ESTUDIOS DE LABORATORIO SOBRE LOS COLORANTES UNITARIOS. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PARÁMETROS Y CONCLUSIONES. _____	pg 59
6.2.1.	CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES UNITARIOS. _____	pg 59
6.2.2.	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL BAÑO SOBRE LA FUERZA DE COLOR. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS. _____	pg 61
6.2.3.	INFLUENCIA DEL TIEMPO DE REACCIÓN DEL BAÑO SOBRE LA FUERZA DE COLOR. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS. _____	pg 65
6.2.4.	INFLUENCIA DEL DIP TO NIP SOBRE LA FUERZA DE COLOR. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS. _____	pg 68

6.2.5. INFLUENCIA DEL PH SOBRE LA FUERZA DE COLOR. ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y RESULTADOS.	pg 72
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES FINALES.	pg 77
8. BIBLIOGRAFÍA	pg 79

ANEXOS DE LA MEMORIA

ANEXO 1. MUESTRAS ORIGINALES DE TEJIDO DE CADA UNO DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO.	pg 80
--	-------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis del sector textil a nivel Europeo _____	pg 14
Tabla 2: Productos presentes en la Impregnación _____	pg 18
Tabla 3. Valores correspondientes al color de la gota de pH _____	pg 22
Tabla 4. Tipos de álcali y sus propiedades. _____	pg 26
Tabla 5. Condiciones de Trabajo proceso impregnación. _____	pg 36
Tabla 6. Receta Prueba 1 Impregnación. Análisis Sosa Caustica. _____	pg 37
Tabla 7. Receta Prueba 2 Impregnación. Análisis Sosa Caustica. _____	pg 38
Tabla 8. Parámetros y Resultados Prueba 1 Impregnación. Análisis Sosa Caustica. _____	pg 38
Tabla 9. Parámetros y Resultados Prueba 2 Impregnación. Análisis Sosa Caustica. _____	pg 38
Tabla 10. Receta Prueba 3 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada. _____	pg 39
Tabla 11. Receta Prueba 4 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada. _____	pg 39
Tabla 12. Parámetros y Resultados Prueba 3 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada. _____	pg 40
Tabla 13. Parámetros y Resultados Prueba 3 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada. _____	pg 40
Tabla 14. Receta Prueba 5 Impregnación. Análisis Detergente. _____	pg 41
Tabla 15. Receta Prueba 6 Impregnación. Análisis Detergente. _____	pg 42
Tabla 16. Parámetros y Resultados Prueba 5 Impregnación. Análisis Detergente. _____	pg 42
Tabla 17. Parámetros y Resultados Prueba 6 Impregnación. Análisis Detergente. _____	pg 42
Tabla 18. Condiciones de trabajo proceso lavado de impregnación. _____	pg 44
Tabla 19. Receta original proceso lavado de impregnación. _____	pg 44
Tabla 20. Condiciones del lavado de impregnación estándar. _____	pg 44
Tabla 21. Condiciones de trabajo lavado de impregnación. Influencia de la temperatura. _____	pg 45
Tabla 22. Resultados Lavado de impregnación. Influencia de la temperatura. _____	pg 45
Tabla 23. Condiciones de trabajo lavado de impregnación. Influencia del detergente. _____	pg 46
Tabla 24. Resultados Lavado de impregnación. Influencia del detergente. _____	pg 46
Tabla 25. Condiciones de trabajo lavado de impregnación. Influencia del detergente y la sosa caustica. _____	pg 47
Tabla 26. Resultados Lavado de impregnación. Influencia del detergente y la sosa caustica. _____	pg 47
Tabla 27. Condiciones de trabajo lavado de impregnación. Influencia de la neutralización. _____	pg 48

Tabla 28. Resultados Lavado de impregnación. Influencia de la neutralización. _____	pg 48
Tabla 29. Receta Colorantes unitarios. Concentración 2 g/L. _____	pg 60
Tabla 30. Receta Colorantes unitarios. Concentración 5 g/L. _____	pg 60
Tabla 31. Receta Colorantes unitarios. Concentración 20 g/L. _____	pg 61
Tabla 32. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 2 g/L. _____	pg 62
Tabla 33. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 5 g/L. _____	pg 63
Tabla 34. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 20 g/L. _____	pg 64
Tabla 35. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 2 g/L. _____	pg 65
Tabla 36. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 5 g/L. _____	pg 66
Tabla 37. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 20 g/L. _____	pg 67
Tabla 38. Condiciones de trabajo. Estudios Dip to Nip. _____	pg 69
Tabla 39. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 2 g/L. _____	pg 69
Tabla 40. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 5 g/L. _____	pg 70
Tabla 41. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 20 g/L. _____	pg 71
Tabla 42. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 2 g/L. _____	pg 72
Tabla 43. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 5 g/L. _____	pg 73
Tabla 44. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 20 g/L. _____	pg 74

ÍNDICE DE LAS FIGURAS

Figura 1. Proceso productivo del tejido. _____	pg 17
Figura 2: Lavado de impregnación industrial. _____	pg 21
Figura 3: Lavado de impregnación en laboratorio. _____	pg 21
Figura 4. Lavado de tintura industrial. _____	pg 29
Figura 5. Lavado de tintura en laboratorio. _____	pg 30
Figura 6. Rendimiento de eliminación del silicato sódico. _____	pg 31
Figura 7. Resultados Pruebas 1 y 2 Impregnación. Análisis Sosa Caustica. _____	pg 38
Figura 8. Resultados Pruebas 3 y 4 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada. _____	pg 40
Figura 9. Resultados Pruebas 3 y 4 Impregnación. Análisis Detergente. _____	pg 43
Figura 10. Estructura química colorante reactivo. _____	pg 50
Figura 11. Sustantividad de los colorantes reactivos por procedimiento Cold Pad-Batch. _	pg 51
Figura 12. Estructura química colorantes monofuncionales y bifuncionales en cuanto a porcentaje de colorante fijado. _____	pg 54
Figura 13. Evolución del rendimiento de color frente al colorante hidrolizado. _____	pg 56
Figura 14. Sustantividad frente al baño de los colorantes. _____	pg 57
Figura 15. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 2 g/L. _____	pg 62
Figura 16. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 5 g/L. _____	pg 63
Figura 17. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 20 g/L. _____	pg 64
Figura 18. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 2 g/L. _____	pg 65
Figura 19. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 5 g/L. _____	pg 66
Figura 20. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 20 g/L. _____	pg 67
Figura 21. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 2 g/L. _____	pg 69
Figura 22. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 5 g/L. _____	pg 70
Figura 23. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 20 g/L. _____	pg 71
Figura 24. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 2 g/L. _____	pg 72
Figura 25. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 5 g/L. _____	pg 73
Figura 26. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 20 g/L. _____	pg 74
Figura 27. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 20 g/L del Negro CNN. _____	pg 74

1. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO

El desarrollo de este Trabajo Final de Grado supone la culminación de los estudios de Grado en Ingeniería Química, el cual se ha realizado en base al estudio y análisis de cada una de las etapas del proceso de producción del tejido, realizando especial hincapié en los siguientes puntos:

- Llevar a cabo un análisis del proceso de impregnación y del lavado de impregnación mediante procedimiento Pad-Batch. Se pretende con esto estudiar los parámetros más influyentes de esta etapa del proceso de producción y obtener las conclusiones respecto a la preparación del tejido previa a la tintura.
- Realización del análisis de los colorantes reactivos unitarios en el proceso de tintura mediante procedimiento Pad-Batch. Se tiene como finalidad la obtención de la afinidad entre los colorantes unitarios para la realización de tricromías cuyo comportamiento sea similar de forma individual dentro de ésta, gracias al análisis de los parámetros más influyentes dentro de esta etapa del proceso de producción.
- Estudio económico de los diferentes procesos mediante los cuales se puede llevar a cabo el proceso tintóreo a nivel industrial y comparación de los mismos.
- Estudio económico específico del proceso tintóreo "Cold Pad-Batch" a nivel industrial mediante el cual se ha realizado el presente trabajo.

2. INTRODUCCIÓN TEÓRICA DEL SECTOR TEXTIL Y SU SITUACION A NIVEL MUNDIAL

El sector textil constituye una de las cadenas industriales más largas y complejas dentro del mercado, debido a su gran variedad de estudios y aplicaciones que se pueden llevar a cabo dentro de los diferentes subsectores que aparecen dentro del mismo. Se trata de un sector fragmentado y heterogéneo en el que predominan las PYME y cuya demanda tiene su origen sobre todo en tres usos finales: confección, ropa de hogar y aplicaciones industriales.

En cuanto a los subsectores se refiere, se puede hablar de tratamiento de materias primas, es decir preparación del tejido para diferentes finalidades, de una gran variedad de productos acabados a nivel industrial, y de la investigación a nivel de laboratorio de nuevos procesos y técnicas de desarrollo.

Una de las posibles agrupaciones por subsectores se presenta de la siguiente manera:

- Lavado y peinado de lana y pelos
- Preparación e hilado de fibras (hilatura)
- Fabricación de tejidos textiles
- Fabricación de tejidos de punto
- Teñido de textiles
- Estampación de textiles
- Acabado de textiles
- Fabricación de prendas de vestir (confección)
- Fabricación de alfombras y moquetas
- Fabricación de cuerdas, cordeles, redes, etc.
- Fabricación de telas no tejidas

Como se observa, existe una gran variedad de actividades dentro de este amplio sector, que está expuesto a una continua variación de producción y de estudios, debido a que esta se basa principalmente en las tendencias y modas que imponen los mercados, siendo por tanto uno de los sectores más dinámicos y con gran influencia sobre otros sectores del mercado y por tanto de gran interés y complejidad a la hora de involucrarse de lleno en su análisis.

Resulta interesante analizar de manera breve, cuales son los países más influyentes en este sector. A nivel europeo, Italia es con diferencia el principal fabricante de artículos textiles, seguido de Alemania, Reino Unido, Francia y España, países que representan en total más del 80% de la producción de la UE.

2.1. Situación de la industria textil en España.

De acuerdo con los datos proporcionados por el INE y por el Consejo Intertextil Español, las zonas geográficas o Comunidades Autónomas en las cuales se concentra la actividad textil en España corresponden a:

Cataluña, con un 65% del total
Comunidad Valenciana, con un 25% del total
Otras comunidades autónomas: 10% restante

Dentro de la clasificación por subsectores que se ha mencionado anteriormente, podemos destacar que los principales subsectores presentes en España son el de tintura y acabados y en menor medida el de estampación.

Las industrias textiles correspondientes a los subsectores de tintura y acabados utilizan como materia prima tanto la lana como el algodón, las fibras artificiales, las fibras sintéticas o las mezclas, con una producción global que, aproximadamente se cifra en 550.300 t/año.

Por otra parte, en el subsector de estampación, se utilizan las mismas materias primas citadas para el subsector de tintura y acabados, con excepción de la lana, que se puede considerar poco frecuente, siendo por tanto la producción global media de 58.500 t/año.

En cuanto a número de empresas y trabajadores se trata, el sector textil en España posee gran cantidad de sedes dedicadas al mismo, con un número considerable de trabajadores:

Se estima que el número de empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación son, aproximadamente, 490, con una totalidad de 17.880 trabajadores. Por otra parte, estas cifras resultan insignificantes si se compara con la totalidad del sector textil que, incluyéndose el subsector de la confección, está formado por 7.615 empresas, que contemplan una cifra de 278.200 trabajadores.

Estas cifras quedan reflejadas en que el sector textil en su totalidad contribuyó en un 1,8% al total del PIB del país, mientras que los subsectores de tintura, acabados y estampación contribuyeron en un 0,08%.

Por otra parte, resulta interesante conocer las cifras aproximadas de la cantidad utilizada de los distintos productos químicos, puesto que es la base de este sector. De esta manera, se realiza la siguiente clasificación:

- Colorantes y pigmentos: 9.850 t/año
- Productos químicos auxiliares: 13.900 t/año (se han considerado jabones, tensioactivos, detergentes, ceras, colas, gelatinas, adhesivos, aprestos, aceleradores de tintura, fijadores de colorantes, preparados ignífugos, preparados hidrófugos, etc.)
- Sales inorgánicas (sal común): 23.100 t/año (se ha incluido sólo los datos de consumo de sal común.
- Disolventes halogenados: 27 t/año
- Disolventes no halogenados: 276 t/año

- Otros productos químicos: 63.000 t/año (se han considerado tanto los orgánicos como los inorgánicos (óxidos, hidróxidos, peróxidos, ácidos orgánicos e inorgánicos, enzimas, urea, siliconas, etc.) además del resto de sales consumidas no mencionadas anteriormente.

2.2. Comparación del sector textil entre los países con más influencia en este sector.

Se aportan diferentes datos extraídos de las fuentes mencionadas al inicio del apartado y en la bibliografía, a partir de los cuales se puede clasificar y comparar la situación en la que se encuentran ciertos países de la unión europea.

Cabe destacar que se han seleccionado los países que poseen mayor influencia a nivel mundial en cuanto a los parámetros que se han analizado, que son los siguientes:

- Producción anual de los sectores de tintura y acabados y del sector de estampación
- Número de empresas
- Número de trabajadores
- Contribución al PIB

Cabe destacar que de ciertos países que se presentan a continuación no ha sido posible adjuntar algunos datos, quedando por tanto la siguiente tabla comparativa:

País	Producción anual sector tintura y acabados / estampación (T/año)	Número de empresas	Número de Trabajadores	Contribución al PIB (%)
España	550.300 / 58.500	7.615	278.200	1,8
Francia	300.000	1.300	122.000	-
Siria	120.000	8.893	77.886	23
Marruecos	24.600	1.440	-	17
Egipto	19.000	10.444	213.103	3
Libia	15.900 / 884	-	-	10
Croacia	9.861	-	-	1,3
Argelia	427.312	-	-	-
Bosnia	431	-	-	-
Túnez	-	1.806	240.000	8
Turquía	-	650	400.000	8,4

Tabla 1: Análisis del sector textil a nivel Europeo

Como se ha mencionado anteriormente, España se encuentra como el 5º país de la Unión Europea en cuanto a fabricación textil, y en comparación con los países más destacados a nivel mundial, dejando de lado los 4 que se encuentran por delante, España posee datos relativamente elevados.

Por otra parte, observando los datos presentes en la Tabla 1 destaca la gran aportación al PIB del sector textil en Siria, lo que implica que gran parte de su economía la basa en esta rama de la industria.

Otro dato que también resulta interesante es el hecho de la relación de número de trabajadores y número de empresas en Turquía, pues no posee una cifra muy elevada en cuanto a empresas, pero la dedicación de los trabajadores a este sector supera cualquiera de los otros países que se presentan, además de poseer una elevada aportación al PIB con un 8,4%.

Finalmente, cabe señalar que el “ratio” entre el número de trabajadores y el de empresas del sector textil viene a indicar que el tamaño de dichas empresas, en general, deberá situarse en el marco de las PYME.

3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL TEJIDO

El proceso de producción desde que se tiene el tejido en crudo hasta ser convertido en producto final consta de una serie de etapas que quedan fijadas en el siguiente diagrama de bloques y que se explicarán más detalladamente a continuación del mismo:

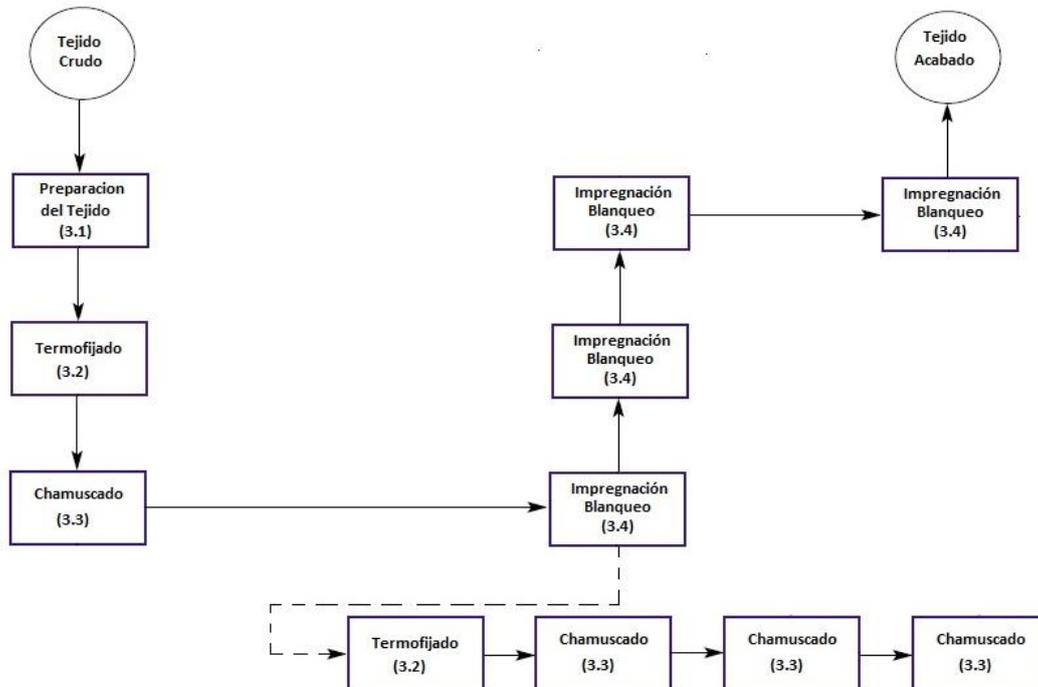


Figura 1. Proceso productivo del tejido

3.1. Etapa 1: Preparación del tejido

En primer lugar, el proveedor proporciona el tejido en crudo en diferentes piezas, por lo que habrá que unificar las piezas que vayan a sufrir el mismo proceso para obtener los rollos con los metros totales deseados y así facilitar su manipulación.

3.2. Etapa 2: Termofijado

La operación de termofijado se debe aplicar a todos los tejidos que contengan fibras sintéticas solas o en mezcla con naturales o artificiales, como tratamiento previo a los de tinte y estampación y como tratamiento final. En este caso, haciendo referencia al tejido que se ha trabajado en todas las pruebas, destaca su contenido en licra. Su objetivo es liberar a las fibras sintéticas de las tensiones a las que han sido sometidas en el transcurso del estiraje en hilatura y llevarlas, por relajamiento de las tensiones internas, a un estado de equilibrio que las proteja de toda deformación posterior. Es decir, se busca eliminar dichas tensiones o resistencias para una facilitar la posterior manipulación.

Para que no se produzcan deformaciones en procesos en caliente posteriores es necesario que el tejido no sea sometido a un tratamiento a temperatura superior a la de realización del

termofijado. Esta etapa se realiza en un rame, con el tejido al ancho para posibilitar su relajación y fijación dimensional.

3.3. Etapa 3: Chamuscado

La operación de chamuscado también tiene por objeto eliminar las fibrillas y vellosidades que sobresalen del hilado y también del tejido.

En primer lugar, el tejido pasa por varios cepillados previos a la zona de chamuscado, para así eliminar las impurezas que más significativas. A continuación pasa por la zona de chamuscado que está compuesta por las piedras de los quemadores por las que pasa una llama que hace que se eliminen las impurezas que se encuentran en la superficie del tejido. Cabe destacar que la llama mencionada desgasta las piedras de los quemadores lo que puede provocar marcas en el tejido, por lo que se deben controlar y cambiar de forma periódica. A la salida de los quemadores

3.4. Etapa 4: Impregnación - Blanqueo

Inmediatamente a la salida de la etapa 3, se lleva a cabo la impregnación del tejido sobre una barca que contiene los siguientes compuestos en las concentraciones que se exponen a continuación:

Producto	Cantidad	Unidad de medida
Sosa Caustica	25.00 - 40.00	cc/L H2O
Felosan FOX	4.00 - 8.00	cc/L H2O
Contavan TIM	3.50 - 5.00	cc/L H2O
Agua Oxigenada 200 V	28.00 - 40.00	cc/L H2O
Persulfato Sódico	0.00 - 4.00	gr/L H2O

Tabla 2: Productos presentes en la Impregnación

Como se observa, se han colocado rangos de valores en la columna de Cantidad debido a que existen diferentes baños de impregnación para cada uno de los tipos de tejidos que existen, encontrándose en alguno de ellos la ausencia del persulfato sódico, como se observa en la tabla anterior.

La descripción de los productos empleados es la siguiente:

4. *Felosan FOX*: detergente común. Ayuda al blanqueo del tejido.
5. *Contavan TIM*: estabilizador para la reacción con agua oxigenada, muy importante debido a que la reacción química entre la sosa caustica y el agua oxigenada es altamente exotérmica.
6. *Agua Oxigenada*: Blanquear junto con la sosa en medio alcalino.
7. *Sosa Caustica*: Desencolar, descruar y quitar las impurezas naturales presentes en el tejido.
8. *Persulfato Sódico*: oxidante que ayuda a la eliminación de impurezas, alcohol de polivinilo y fécula presentes en el tejido, influyentes en el grado de blanco del tejido

En esta etapa se pueden distinguir diferentes sub-etapas que se distinguen en:

3.4.1. Desencolado

La operación de desencolado tiene por objeto la eliminación de las colas añadidas a la urdimbre para su tisaje.

Los procedimientos de desencolado se seleccionan en función del tipo de encolado presente en el tejido, pero cabe destacar que no todos son necesarios para que el procedimiento de tintura no se vea afectado como podría ser el desencolado de colas de almidón o fécula, por lo que únicamente en nuestro caso realizaremos el desencolado del alcohol polivinílico (PVA), carboximetilcelulosa (CMC), (CMA)... puesto que se trata de colas hidrosolubles que se eliminan directamente con un baño de impregnación como el mencionado anteriormente.

3.4.2. Descrudado

El objetivo de la operación de descrudado del algodón es el de eliminar las impurezas de tipo natural que contiene la propia fibra consistentes en ceras, pectinas y hemicelulosas. El tratamiento se realiza en sistemas discontinuos o continuos mediante la acción de un álcali, como la sosa cáustica sola o en presencia de productos detergentes, para solubilizar y/o emulsionar las impurezas del algodón, secuestrantes y pequeñas cantidades de productos reductores, como hidrosulfito sódico.

Una vez finalizada esta etapa, el tejido requiere de un tiempo de reposo entre 20 y 24 horas para que se lleve a cabo la reacción del baño de impregnación con el tejido. Durante este tiempo, el tejido se mantendrá en continuo movimiento y recubierto de film plástico para facilitar que se dé a cabo la reacción y evitar evaporaciones localizadas. Durante este tiempo de reacción, el agua oxigenada se va evaporando y provoca el blanqueamiento del tejido, mientras que la sosa caustica y el Felosan FOX se encargan de ir extrayendo hacia la superficie del tejido todas las impurezas que se eliminarán en el lavado de impregnación.

3.4.3. Blanqueo químico y óptico

La operación de blanqueo químico tiene como finalidad eliminar la coloración amarillenta, rojiza o parduzca que todavía presenta el algodón después de los tratamientos anteriores, mediante la acción oxidante de compuestos derivados del cloro o de peróxidos. Consiste en poner en contacto el tejido con la solución oxidante, convenientemente definida, a una temperatura y tiempo variables, según el proceso que se realice (agotamiento, fulardado-vaporizado, etc.) hasta conseguir la destrucción de las materias que colorean el algodón, con una mínima degradación de la fibra.

Los productos oxidantes que se suelen emplear son los mencionados anteriormente en el inicio de la etapa.

En la operación de blanqueo se suelen utilizar, además de los productos mencionados previamente, blanqueadores ópticos cuya aplicación permite obtener grados de blanco y de solidez superiores. Basan su acción en el principio de la fluorescencia y deben presentar estructuras químicas con afinidad por cada una de las fibras a las que deseen aplicarse.

3.4.4. Mercerizado

La operación de mercerizado es una etapa opcional que consiste en someter al algodón a la acción de la sosa cáustica concentrada (28-30 ° Bé), para conferirle algunas características que no posee o las posee en niveles demasiado bajos, como es el aspecto brillante, la afinidad por los colorantes, mejor estabilidad dimensional, y aumento de un 15-20% de la resistencia mecánica del hilado.

Se realiza sometiendo los hilos a tensión, durante o después de la impregnación en sosa cáustica de 30 ° Bé a temperaturas inferiores a 20 °C y, posteriormente, se realizan lavados sucesivos hasta que la concentración de sosa ha descendido a valores que ya no modifican más el algodón.

Para facilitar la impregnación del algodón se añaden también productos humectantes de tipo aniónico que pueden ser derivados fenólicos o no fenólicos, siendo estos últimos los más usados en la actualidad, a base de ésteres sulfúricos de alcoholes de peso molecular medio (4 a 12 átomos de carbono).

Finalmente se realiza el neutralizado de los restos alcalinos que todavía contiene el hilo, si la operación siguiente no debe realizarse a pH alcalino, generalmente con ácido clorhídrico o ácido sulfúrico.

3.5. Lavado de impregnación.

Una vez el tejido ha sufrido la etapa de impregnación y su consecuente reposo, este debe ser tratado nuevamente y finalmente estar listo para llevar a cabo el proceso de tintura.

En este apartado se describirá el proceso de lavado de impregnación industrial y el proceso de lavado de impregnación en laboratorio, debido a que los estudios realizados en puntos posteriores se han realizado en el ámbito del laboratorio.

Para llevar a cabo este proceso, se emplean los siguientes compuestos:

- Felosan FOX + Sosa Caustica: Presentes en la impregnación, se vuelven a emplear en presencia de temperatura elevada al inicio de esta etapa con el fin de garantizar que la operación de descruado del tejido se ha llevado a cabo correctamente.
- H₂O: en presencia de temperatura elevada se encarga de la extracción de todas las impurezas que se han eliminado en etapas anteriores.
- Tanacid: compuesto ácido cuya finalidad es la de garantizar que el pH del tejido se encuentra próximo al neutro, pues si esto no es así, el tejido no superará los controles de calidad y por tanto no podrá continuar con el proceso productivo global.

Lavado de impregnación industrial

El lavado de impregnación a nivel industrial se realiza a contracorriente entre el tejido y el flujo de agua y componentes presente en cada una de las barcas, pues trabajando de esta manera, la eficiencia del proceso es mayor que si se trabaja en equicorriente.

A continuación se adjunta una imagen de las etapas a nivel industrial:

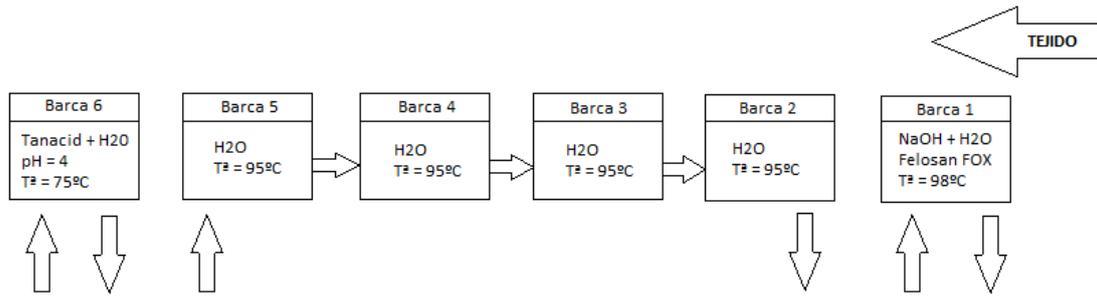


Figura 2: Lavado de impregnación industrial

Como se observa en la imagen adjunta, la primera barca posee Sosa Caustica y Felosan FOX diluidos en agua a una temperatura de 98°C con la finalidad de continuar con la operación de descruado a dicha temperatura, es decir, que se mantenga la concentración de dichos compuestos en el tejido que se había impuesto en la impregnación, y cuyo objetivo es la eliminación de todo tipo de impurezas del tejido que en presencia de elevada temperatura se lleva a cabo con mayor facilidad.

A esta barca le siguen 4 barcas más única y exclusivamente de agua a 95°C para lavar de manera contundente el tejido, pues cada una de las barcas de agua se encargara de eliminar cualquier resto de impurezas para garantizar que la llegada del tejido a la barca 6 sea la deseada.

Finalmente el tejido llega a la barca 6 en la que se lleva a cabo el neutralizado del tejido, pues se desea llegar a pH próximo al neutro ya que de no ocurrir así, aparecen gran cantidad de interferencias a la hora de llevar a cabo los procesos de tintura y acabados del tejido.

Lavado de impregnación en laboratorio

Por motivos de espacio y economía, el lavado de impregnación en el laboratorio consta de 3 etapas, puesto que las barcas 2 a 5 del proceso industrial se ven agrupadas en una sola barca, incrementando el tiempo de residencia del tejido en la misma para así estar trabajando en las mismas condiciones con la finalidad de que los estudios de laboratorio sean reproducibles a nivel industrial.

Se adjunta un esquema gráfico en el que se puede apreciar la reducción de etapas mencionada anteriormente:

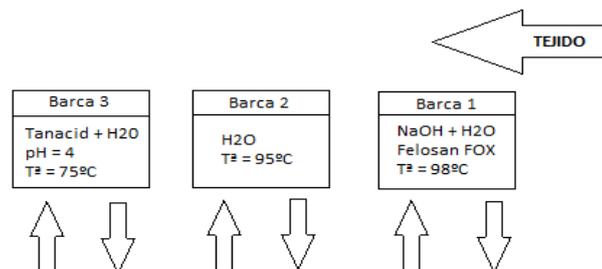


Figura 3: Lavado de impregnación en laboratorio

De igual manera que en el proceso industrial, se poseen los mismos componentes en las barcas, pues a finalidad es la misma.

3.5.1. Controles de calidad

Para garantizar que el tejido que se extrae del lavado de impregnación cumple los objetivos estipulados es necesaria la realización de diversos controles de calidad que permitirán concretar si ha habido algún fallo durante el proceso o por el contrario todo ha ido correctamente y se puede llevar a cabo la siguiente etapa del proceso productivo global.

De forma general, lo que se desea comprobar es que la neutralización de la última barca se ha llevado a cabo correctamente y que la hidrofiliidad del tejido es la correcta.

3.5.1.1. Estudio del pH por extracción del tejido

Esta técnica experimental se basa en el análisis del pH del tejido a partir de la inmersión de 2 gramos de la muestra a estudiar en 100 ml de agua destilada durante 1 hora en continua agitación.

Una vez pasada la hora, mediante un pH-metro se mide el pH de la solución final, que debe estar comprendido entre 5.5 y 7.5, es decir, próximo a pH neutro para garantizar que la calidad del tejido es la correcta, la hidrofiliidad hacia los colorantes es buena y por tanto puede llevarse a la siguiente etapa.

3.5.1.2. Estudio del pH por gota sobre el tejido.

De igual manera que en el subapartado anterior, se busca garantizar que el pH del tejido se encuentra en el intervalo 5.5-7.5 para así poder asegurar la calidad de los parámetros expuestos anteriormente.

Esa técnica experimental se lleva a cabo mediante una solución líquida de un indicador de pH universal. De esta manera, se toma la muestra de tejido a analizar y se deposita una gota sobre la misma, apreciando el color que aparecerá sobre el tejido.

A continuación se adjunta una tabla explicativa con los colores y los valores de pH correspondientes a los mismos:

Color	pH	Color	pH
<i>Rojo</i>	4	<i>Verde-Azul claro</i>	7,5
<i>Rojo-Naranja</i>	4,5	<i>Azul claro</i>	8
<i>Naranja</i>	5	<i>Azul oscuro</i>	8,5
<i>Amarillo-Naranja</i>	5,5	<i>Azul intenso</i>	9
<i>Amarillo</i>	6	<i>Morado claro</i>	9,5
<i>Amarillo-Verde</i>	6,5	<i>Morado intenso</i>	10
<i>Verde</i>	7		

Tabla 3. Valores correspondientes al color de la gota de pH

3.5.1.3. Estudio de la hidrofiliidad-capilaridad del tejido.

Mediante este análisis de calidad, se trata de garantizar que cuando el tejido pase por la etapa de tintura, los colorantes se distribuyan por el tejido de manera homogénea, evitando así ciertos errores que se comentarán en la descripción del proceso de tintura más adelante.

Este estudio se lleva a cabo de dos maneras:

- Se toma una muestra del tejido a analizar y se deja caer una gota de colorante sobre la muestra en cuestión, observando la manera en la que es absorbida por el tejido. Para que esta sea correcta, la gota debe expandirse de forma homogénea por la muestra.
- Se toma una muestra de tejido de 3x18 (cm) de manera que se extraiga el hilo de urdimbre en cada uno de los extremos de la muestra, para que así sea perfectamente rectangular y se pueda realizar el estudio de manera eficiente. A continuación se llena una cubeta con colorante y se sumerge 1 cm de la parte inferior de la muestra a analizar durante 30 segundos. Transcurrido este tiempo, se debe dejar la muestra en el aire evitando contacto con cualquier objeto durante 90 segundos.

Se observará como al sumergir 1 cm la muestra, el tejido irá absorbiendo colorante y avanzando en altura sobre la muestra durante la totalidad de los 120 segundos, en la que se admitirá que el control de calidad es correcto cuando se alcance aproximadamente 4-6 cm de altura por encima de la marca de 1 cm fijada anteriormente.

3.6. Proceso de tintura mediante procedimiento cold Pad-Batch.

Para la comprensión del proceso de tintura que se va a analizar durante el transcurso del presente proyecto, es necesario conocer los diferentes tipos de colorantes que existen, puesto que para cada uno de ellos se trabaja en unas condiciones y de una manera diferente. Se realizará especial hincapié en los colorantes reactivos, puesto que son objeto de estudio más adelante.

3.6.1. Tipos de colorantes

En primer lugar se van a introducir todos los tipos de colorantes diferentes a los colorantes reactivos, para finalmente introducir estos de una manera más profunda, y poder realizar comparaciones con los introducidos al inicio del apartado.

- *Colorantes Sulfurosos*

Este tipo de colorantes se caracterizan por ser insolubles en su estado inicial. Mediante una reacción química con reductores, el colorante transforma parte de su estructura y se convierte en un colorante soluble, que en el proceso de tintura, es absorbido por la fibra. Una vez el colorante se encuentra en el interior de la fibra, se realiza un proceso de oxidación y nuevamente se convierten en insolubles. De esta manera, y tras este último tratamiento, resulta muy difícil extraer el colorante del tejido, por lo que las solidez a los tratamientos en húmedo son muy buenas.

- *Colorantes Pigmentos*

Se trata de un tipo de colorantes que en su estado inicial son solubles y tienen mucha afinidad por la celulosa, y más en presencia de un electrolito (sal) en el baño que se va a emplear.

El enlace entre la fibra y el colorante suele ser muy débil por lo que si una vez tintado el tejido se lleva a cabo el lavado, en cuanto entre en contacto con el agua es muy fácil que ocurra la ruptura del enlace mencionado anteriormente y por tanto la caída del color de la fibra. Para que esto no ocurra, a este tipo de colorantes se les debe realizar un tratamiento posterior y así poder evitar que el colorante en su totalidad caiga de la fibra. Cabe destacar que una vez se realiza este tratamiento, en el posterior lavado se pierde y por tanto siempre habrá cierta caída de color, provocando así un aspecto envejecido, que es el resultado esperado tras la utilización de este tipo de colorantes.

La ventaja que presenta este tipo de colorantes es que son relativamente económicos, pero a su vez presenta un inconveniente, y es la solidez al lavado, puesto que como se ha mencionado anteriormente, requieren de un tratamiento para fijar el color a la fibra.

- *Colorantes Reactivos*

Los colorantes reactivos son los colorantes más empleados a día de hoy en la industria textil y los escogidos para realizar los estudios en los próximos apartados. Se trata de colorantes solubles en su estado inicial que son absorbidos por la fibra y que a continuación reaccionan con ella mediante un enlace covalente, que es mucho más fuerte que el enlace formado en el caso de los pigmentos. Estos colorantes se caracterizan por sus buenas propiedades a la hora de tinter y del posterior lavado de tintura, como se explicará en el apartado 5 del presente proyecto, en el que, previamente a los estudios y las experiencias realizadas en el laboratorio, se analizan todas y cada una de las propiedades más significativas de los mismos.

3.6.2. Descripción y características del proceso cold Pad-Batch en tintura de colorantes reactivos. Elementos necesarios para la utilización de este método.

El proceso de tintura mediante Cold Pad-Batch destaca por su sencillez teórica de aplicación. El baño que se genera a partir de la mezcla de colorantes reactivos y el álcali fijador se aplican de manera uniforme sobre el tejido celulósico con un foulard. La fijación en este tipo de procedimientos se lleva a cabo en un periodo comprendido entre 6 y 24 horas, en el cual se establece y consolida el enlace químico entre el colorante y el tejido. Tras esta etapa, el colorante no fijado, es decir, el colorante hidrolizado se elimina en el lavado que se estudiará más adelante.

En la industria textil, muchas de las empresas desarrollan el proceso de tintura mediante procesos continuos, pero el método Pad-Batch posee las siguientes características:

- Es un proceso más económico que el Pad-Dry-Pad-Steam y el Pad-Thermofix como se observará en el estudio económico realizado al final del presente proyecto. Esto es debido a que la inversión inicial en maquinaria es mucho más reducida, además de la energía consumida, que también es considerablemente menor.

- Se caracteriza por ser un proceso más económico en cuanto a tintura de partidas de longitud corta-media.
- La gran mayoría de maquinaria está adaptada para trabajar mediante este proceso.
- La calidad del producto obtenido es muy buena.

Tradicionalmente, muchas de las empresas de este sector trabajaban con tintura por agotamiento, pero en los últimos años y gracias a la gran cantidad de estudios realizados en cuanto a tintura mediante Pad-Batch, este método se ha consolidado entre las empresas punteras de este sector debido a la calidad de su producto final, además de la reducción de problemática y costes. La ventaja de este proceso de tintura es que se han realizado muchos estudios de viabilidad económica con el fin de conseguir llegar al camino en el que se incremente la capacidad de producción, con la mínima inversión inicial y con una reducción considerable de costes unitarios en cuanto a productos y materias primas.

Además, otro de los puntos a favor de la tintura mediante este procedimiento es que el agua residual generada contiene mucha menos cantidad de productos contaminantes y electrolitos que la generada mediante procesos como tintura por agotamiento o Pad-Dry-Pad-Steam.

En cuanto a los elementos necesarios para llevar a cabo este sencillo proceso, resulta imprescindible hablar de los colorantes, el álcali, y las condiciones que deben darse y las propiedades que aportan y que provocan la obtención de un rendimiento elevado y la calidad propia del proceso. Entre ellas destacan:

- Fácil manipulación de los productos químicos y colorantes empleados para la preparación del baño, además de su sencillez en cuanto a la limpieza del foulard, puesto que los residuos obtenidos son de fácil eliminación y no contaminantes.
- Debido a las idóneas condiciones de trabajo, permite la combinación de todo tipo de colorantes afines entre sí, pues el proceso no provocará variaciones en parámetros que afecten en el rendimiento de los mismos.
- Buena solubilidad bajo las condiciones de aplicación que evitan posibles precipitaciones en el baño.
- Muy buena compatibilidad y una afinidad media-baja lo que permite minimizar problemas como el tailing, que se explicará más adelante en el próximo apartado.
- Muy buena estabilidad del baño y estabilidad del enlace entre el colorante y la fibra.
- Proporciona una rápida fijación, provocando una productividad óptima.
- Gran resistencia al lavado y sencilla eliminación del colorante hidrolizado y de los restos de álcali.

Para la elección del álcali correcto se debe tener en cuenta los siguientes factores que se mencionan a continuación:

- La disponibilidad de una bomba de dosificación.
- Condiciones locales de trabajo, puesto que la temperatura ambiente influirá en las propiedades del baño.
- El tiempo de fijación requerido.
- El impacto ambiental producido por los diferentes compuestos químicos empleados.
- Reproductibilidad de los estudios realizados.

A continuación se adjunta una tabla resumen en la que se presentan los posibles tipos de álcali y las diferentes propiedades que estos aportan:

Tipos de álcali y características proporcionadas	Silicato sódico Sosa Caustica (fijación rápida)	Silicato sódico Sosa Caustica (fijación lenta)	Sosa Caustica Carbonato Sódico (fijación rápida)
Tiempo de fijación a 25°C	6-8 horas	12-24 horas	8-12 horas
Estabilidad del baño a 35 °C	20-30 minutos	2-3 horas	15-20 minutos
Bomba de dosificación	SI	NO	SI

Tabla 4. Tipos de álcali y sus propiedades.

3.6.3. Control de calidad. Principales problemas en el proceso de tintura mediante este método.

A continuación se va a mencionar y explicar detalladamente uno de los problemas más usuales en la tintura mediante el procedimiento cold Pad-Batch y que ha sido objeto de estudio en la parte experimental del presente proyecto, presentando además las causas más comunes en la aparición del mismo.

- *Tailing o degradé*

En este procedimiento, debido a diferentes causas en las que el procedimiento de tintura no se ha llevado a cabo correctamente, pueden aparecer diferencias en la fuerza de color o en el matiz a lo largo de una misma partida, propiedad que se define como degradé o tailing.

Una de las posibles causas de este fenómeno es la manera en que se preparan los baños, puesto que variaciones en las condiciones de trabajo como la temperatura, variaciones en la concentración de los compuestos presentes en el álcali etc.

La mejor manera de evitar estos fallos es tratar de monitorizar las dosificaciones tanto de los colorantes como de los compuestos químicos presentes en el baño, así como llevar un control de los diferentes parámetros que se mencionarán a continuación y que son motivo de la aparición de este problema.

- *Fluctuaciones en la temperatura de tintura*

El comportamiento de los colorantes puede verse afectado en cuanto a rendimiento y fuerza de color se trata por variaciones en la temperatura del baño y de tintura como se verá en los próximos apartados.

De manera directa, la temperatura del baño afecta a la cinética del mismo, por lo que una temperatura mayor aportará a priori mayor rendimiento de color, pero a su vez facilitará la aparición de la hidrólisis, además de afectar también a la sustentividad del baño. Las fluctuaciones de temperatura pueden aparecer por las siguientes razones:

- Los productos químicos y/o los colorantes no se encuentran acondicionados ni refrigerados correctamente.
- Temperatura demasiado alta o baja del baño en los reactores de preparación
- Ajuste de temperatura del baño a la temperatura de funcionamiento de la máquina.

- Calentamiento de los rodillos/foulard de la máquina que provoca un calentamiento global.

Por tanto, parece necesario controlar diversos parámetros para tratar de evitar estos perjudiciales aumentos de temperatura, por lo que se debe tratar de mantener una temperatura constante en la planta industrial y a su vez tener un control en línea de la temperatura del baño durante el proceso de tintura.

- *Estabilidad del baño*

Previo a comenzar el proceso de tintura, el operario presente en la máquina debe estar completamente seguro de que los siguientes parámetros se encuentran correctamente:

- Los sistemas de agitación se encuentran correctamente posicionados y en funcionamiento, lo que implica evitar zonas muertas en el reactor.
- Los parámetros de nivel y temperatura de baño son correctos.
- La presión del foulard tanto en los extremos como en el centro es la correcta.
- La bomba de dosificación y el mezclador se encuentran encendidos y el depósito lleno y en agitación.

Se debe tener especial cuidado en el tiempo en el que se tarda en comenzar la tintura desde que el álcali y el baño con colorantes se han mezclado, pues inmediatamente cuando esta reacción se da, comienza la hidrólisis, por lo que para evitar fluctuaciones en la estabilidad del baño es más que recomendable tener el tejido preparado y todos los parámetros de la maquina bajo control antes de iniciar la mezcla del baño y el consiguiente proceso de tintura.

- *Sustantividad*

Una de las causas más comunes de la aparición del degradé en ciertas partidas de tintura se debe a una excesiva afinidad o sustantividad de los colorantes y/o a una excesivamente rápida o lenta difusión de las moléculas de colorante. Cabe destacar que una afinidad excesiva resulta en una absorción elevada de la fibra sobre los colorantes.

Por otra parte un exceso de baño de tintura implica una reducción de la concentración de los compuestos químicos de la receta original y por tanto una reducción de la fuerza de color. A continuación se analizan los factores que afectan de manera directa a la sustantividad del colorante, y de manera indirecta a la aparición del degradé:

- Concentración del electrolito: Una mayor concentración de electrolito provoca un degradé más remarcado.
- Concentración de colorante: Una débil concentración de colorante provoca una aparición significativa de degradé.
- Afinidad: Un incremento en la afinidad facilita la aparición de degradé.
- Difusión: Cuanto mayor sea la molécula de colorante, menor será la difusión y por tanto disminuye el riesgo de aparición de tailing.

- *Variación en la absorción del tejido*

Una disminución o un aumento en la absorción del tejido implica variaciones en la intensidad de color, por lo que puede ser otro de los motivos de la problemática analizada.

Esto puede ocurrir por las siguientes causas:

- Cambio en la dureza/rigidez del foulard de tintura pasado cierto tiempo desde el arranque de la misma.
- Cambio en la velocidad de tintura de los rodillos, puesto que cuanto más rápido pasa el tejido mayor es la relación de absorción/expresado del mismo y por tanto habrá variaciones de fuerza de color.
- Inusual humedad de los elementos de la máquina.

- *Tensiones excesivas en la entrada*

Las tensiones tanto a la entrada como durante todo el proceso deben ser lo más constantes posibles, por lo que se requiere un control en línea de las tensiones de orillo-centro-orillo para minimizar el riesgo de aparición de diferencias entre estas partes del tejido.

Además, para evitar posibles fallos, el tejido suele sufrir un proceso de termofijado que minimiza las variaciones de las tensiones internas del tejido, para que cuando se tinte no sufra deformaciones internas.

- *Variaciones en el pH del baño*

Como se observará en estudios posteriores, la cantidad de silicato sódico y sosa caustica es uno de los factores de mayor riesgo en la aparición de este fenómeno, puesto que puede provocar una disminución de fuerza de color o que no se alcance el equilibrio del baño, provocando así variaciones difícilmente reparables.

- *Variaciones en la humedad del tejido*

Las variaciones en la humedad del tejido suelen aparecer en partidas largas, puesto que los primeros metros que se encuentran al exterior poseen una humedad mayor que los metros del centro o finales, debido a que poseen muchas capas de tejido encima y por tanto se encuentran más secos. Las diferencias que se aprecian en cuanto a fuerza de color son considerables, ya que el tejido que se encuentra húmedo posee mayor cantidad de agua y el rendimiento de color es menor.

- *Lavado de tintura incorrecto*

Es posible que ocurra que el final de la partida de tintura se encuentre lavado en peores condiciones que el inicio debido a que cuando entra el tejido en la primera barca de lavado, si este no se encuentra perfectamente tintado, la parte de colorante que no se ha fijado caerá y puesto que todas las barcas se encuentran conectadas entre sí en contracorriente, la concentración de colorante irá aumentando en las barcas conforme vaya avanzando el proceso, lo que implica de manera directa que el rendimiento de lavado sea inferior y aparezcan ligeras diferencias en el matiz en diferentes partes del tejido.

3.7. Lavado de tintura.

Una vez el tejido ha sufrido la etapa tintura y su consecuente reposo, este debe ser tratado nuevamente y finalmente estar listo ser acabado o servido.

En este apartado se describirá el proceso de lavado tintura industrial y el proceso de lavado de tintura en laboratorio, debido a que los estudios realizados en puntos posteriores se han realizado en el ámbito del laboratorio.

Para llevar a cabo este proceso, se emplean los siguientes compuestos:

- H₂O: Se encarga en la primera etapa de eliminar el colorante que no ha reaccionado con la fibra, es decir, el colorante hidrolizado, además de las impurezas y el silicato que queda en la superficie del tejido.
- Lamegal: Es un producto químico similar a un detergente y cuya finalidad es la de eliminar todo residuo de agentes alcalinos como pueda ser Sosa Caustica, Carbonato Sódico o Silicato Sódico.
- Tanacid: compuesto ácido cuya finalidad es la de garantizar que el pH del tejido se encuentra próximo al neutro, pues si esto no es así, el tejido no superará los controles de calidad y por tanto no podrá continuar con el proceso productivo global.

- Lavado de tintura industrial

El lavado de tintura a nivel industrial se realiza a contracorriente entre el tejido y el flujo de agua y componentes presente en cada una de las barcas, pues trabajando de esta manera, la eficacia del proceso es mayor que si se trabaja en equicorriente.

A continuación se adjunta una imagen de las etapas a nivel industrial:

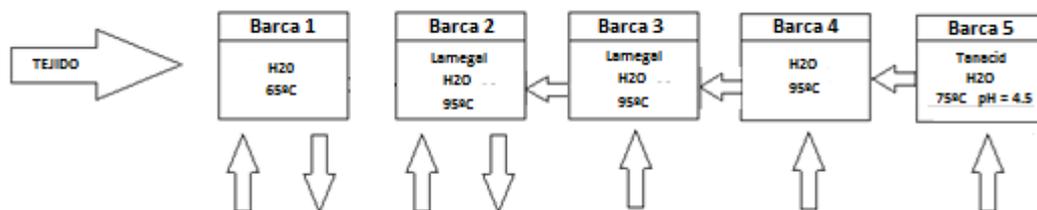


Figura 4. Lavado de tintura industrial

Como se observa en la imagen adjunta, el proceso de lavado de tintura consta de 5 etapas que se describirán a continuación.

En la primera etapa, se realiza un lavado inicial únicamente con agua a 65°C, con la finalidad de eliminar el colorante que ha hidrolizado durante el proceso de tintura, además de las impurezas de álcali que tampoco hayan reaccionado con la fibra. Es importante no superar esta temperatura en la barca inicial, puesto que si esto ocurre, se favorece la hidrólisis alcalina y por tanto se puede modificar el aspecto final de tejido, puesto que parte del colorante fijado con la fibra podría ser eliminado, apareciendo posibles diferencias de tono/matiz.

En cuanto a la segunda y la tercera etapa del proceso, ya se trabaja a temperaturas cercanas a la ebullición del agua, puesto que de esta manera se obtiene un rendimiento de lavado considerablemente mayor y se terminan de eliminar las impurezas y los restos de álcali gracias a la presencia del Lamegal, que como se ha mencionado anteriormente, es un producto químico que interviene de una manera muy satisfactoria a la eliminación de estos productos.

A continuación, se tiene una etapa en la que únicamente se emplea agua a temperatura elevada, para así eliminar la posible pequeña cantidad de Lamegal presente en el tejido, pese a que no aportaría variaciones apreciables en su presencia, el acabado al tacto es diferente.

De esta manera, se finaliza el proceso productivo con la aplicación de una barca en presencia de Tanacid que aportará un pH ácido cercano al 4,5 al baño y que provocará que el tejido sitúe su pH final en un pH cercano al neutro, lo que implica la reducción de riesgos en cuanto a la aparición de problemas de tono y de matiz.

- Lavado de tintura en laboratorio

Por motivos de espacio y economía, el lavado de tintura en el laboratorio consta de 3 etapas, puesto que las barcas 2 y 3 del proceso industrial se ven agrupadas en una sola barca, incrementando el tiempo de residencia del tejido en la misma para así estar trabajando en las mismas condiciones con la finalidad de que los estudios de laboratorio sean reproducibles a nivel industrial. Además, por los motivos comentados el en proceso industrial, se elimina la barca 4 en el laboratorio, finalizando por tanto el proceso productivo en 3 etapas.

Se adjunta un esquema gráfico en el que se puede apreciar la reducción de etapas mencionada anteriormente:



Figura 5. Lavado de tintura en laboratorio

De igual manera que en el proceso industrial, se poseen los mismos componentes en las barcas, pues a finalidad es la misma y se obtienen las mismas conclusiones y resultados que en el proceso industrial.

A continuación, se adjunta una gráfica en la que se observa la cantidad de silicato sódico eliminado durante las diferentes etapas del lavado de tintura en relación a la temperatura de lavado, pues como se ha mencionado anteriormente, una mayor temperatura del baño de la barca proporciona un mayor rendimiento de eliminación.

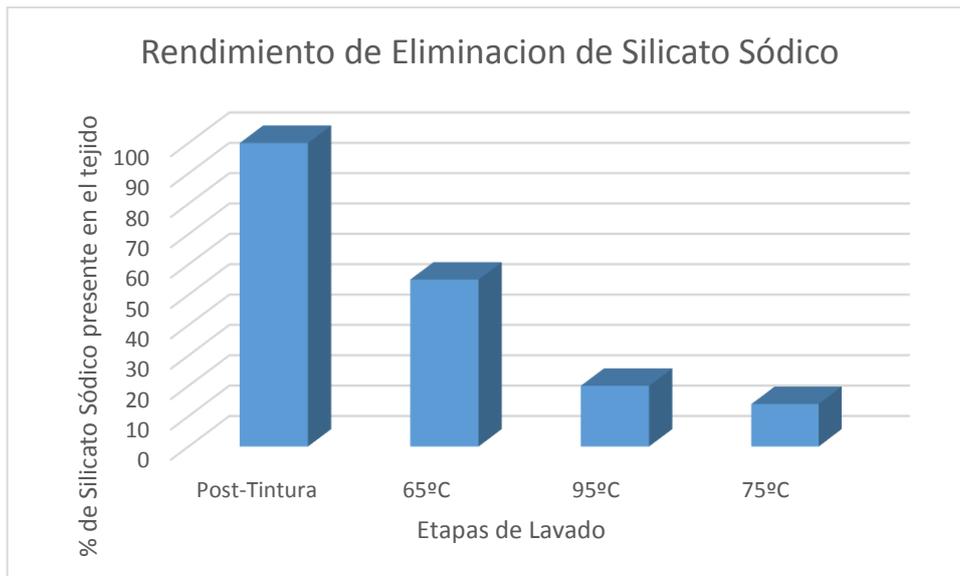


Figura 6. Rendimiento de eliminación del silicato sódico

Para concluir con esta etapa del proceso productivo, se realiza el control de calidad correspondiente al análisis del tejido en cuanto a tono y matiz en comparación con el estándar, empleando un espectrofotómetro y un programa informático asignado al mismo que aporta información muy precisa de la comparación entre muestras y permite extraer excelentes conclusiones.

Además, se realiza un control de calidad también en cuanto a tono y matiz del orillo derecho – centro – orillo izquierdo de la muestra a la salida del lavado de tintura, para comprobar que tanto la tintura como el lavado de tintura han sido homogéneos y esta la muestra perfectamente acabada y lista para servir.

3.8. Secado y acabado

Una vez ha finalizado el proceso de tintura mediante colorantes reactivos, según el artículo que se esté tratando, se debe dejar en estado de reposo durante 12-24 horas para que el colorante reaccione de manera homogénea. Este proceso se realiza con el tejido completamente cubierto por un plástico y en continuo movimiento circular, para evitar que con el contacto con el aire aparezcan migraciones o el colorante se difunda de manera no homogénea por todo el tejido y así facilitar la obtención de la calidad deseada.

Una vez finalizado este proceso de secado/reposo se puede proceder a realizar diversos tratamientos para conferirle diferentes características especiales al tejido.

Estas características pueden verse variadas por tratamientos físicos/mecánicos o por la aplicación de productos químicos.

A continuación se va a realizar una breve clasificación de las características que se pueden obtener a partir de los dos tipos de tratamientos planteados anteriormente.

- Acabados mecánicos: termofijado, cepillado, suavizado, sanforizado, etc.
- Acabados químicos: suavizado químico, ignífugo, impermeable, inarrugable, etc.

Generalmente, a los tratamientos químicos se les conoce también como tratamientos húmedos, puesto que se basan principalmente en impregnar el tejido con diferentes compuestos químicos para así tratar de lograr las diversas propiedades planteadas anteriormente.

Por otra parte, otro de los conocidos procesos de acabado del tejido es el proceso de estampación, en el que, una vez tintado, se le aplica una pasta o diferentes tipos de colorantes con la finalidad de variar el aspecto final del tejido. Como procesos de estampación destacan los siguientes: estampación directa, estampación por corrosión y estampación por reserva.

4. EXPOSICIÓN DE LOS PROBLEMAS QUE SE PRETENDEN RESOLVER MEDIANTE LAS TÉCNICAS EXPERIMENTALES EXPUESTAS EN EL PROYECTO

Una vez realizado el estudio de cada una de las etapas que forman el proceso de producción industrial del tejido desde la materia prima hasta el acabado, resulta interesante analizar diversos puntos en los que mayor problemática aparece.

En los puntos que a continuación se desarrollarán, se pretende realizar un estudio de los parámetros más influyentes dentro del proceso de impregnación – lavado de impregnación y el proceso de tintura, pues en estas etapas se plantean diferentes problemas que afectan al acabado final del tejido y son objeto de estudio.

Entre otras cosas, se trata de extraer las conclusiones adecuadas de los diferentes estudios para así llegar a economizar las diferentes etapas y reducir al mínimo los puntos que más afecten en los procesos estudiados, con el fin de encontrar la estabilidad deseada para superar los controles de calidad satisfactoriamente.

En cuanto a la impregnación – lavado de impregnación, resulta interesante analizar las recetas originales de preparación de los baños y de los lavados y analizar los resultados que aparezcan cuando hay variaciones en los mismos, puesto que a nivel industrial, debido a la complejidad de los procesos, pueden aparecer fallos o fluctuaciones y por tanto resulta de interés tener un seguimiento y control de los mismos.

Por otra parte, el estudio del proceso de tintura se ha realizado de manera que se han seleccionado todos los colorantes unitarios y se han estudiado sus parámetros más influyentes, es decir, el tiempo de reacción, la temperatura y el pH del baño y la variación de las condiciones tintóreas con la finalidad de comprender su comportamiento de manera unitaria y por tanto seleccionar las mejores combinaciones y parámetros para la obtención de las tricromías que permiten la aparición de una gran variedad de colores.

5. ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPREGNACIÓN Y DEL LAVADO DE IMPREGNACION MEDUANTE PAD-BATCH. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PARÁMETROS Y CONCLUSIONES.

5.1. Impregnación

Durante el desarrollo del apartado 3.4 del proceso productivo se llevó a cabo la explicación de la impregnación, especificándose cada una de las sub-etapas presentes dentro de esta fase.

A continuación se realizarán diferentes estudios en los que se analizan los parámetros más influyentes y determinantes que afectan en mayor o menor medida a la obtención de los resultados deseados.

Para todos los estudios de los parámetros influyentes en esta etapa se han empleado las mismas condiciones de trabajo, las cuales se adjuntan en una tabla a continuación:

Condiciones de Trabajo	Pruebas
<i>Articulo</i>	Montana
<i>Presión (Kg)</i>	1.4
<i>Pasadas</i>	2
<i>Velocidad (m/min)</i>	4

Tabla 5. Condiciones de Trabajo proceso impregnación.

Partiendo de las recetas originales que se especifican en cada uno de los estudios, se han ido variando diferentes parámetros para tratar de encontrar la influencia de los siguientes:

- Influencia de la sosa cáustica sobre la impregnación
- Influencia del agua oxigenada sobre la impregnación.
- Influencia del detergente sobre la impregnación

Para cada uno de los estudios planteados, se han realizado las variaciones correspondientes en presencia y en ausencia de persulfato sódico, para así, poder determinar también la influencia de este compuesto sobre los resultados deseados. Como ya se mencionó en el apartado 2 del presente proyecto, este compuesto, es un oxidante que ayuda a la eliminación de impurezas, alcohol de polivinilo y fécula presentes en el tejido y por tanto es interesante realizar pruebas en su presencia para así observar su influencia y extraer las conclusiones correspondientes.

Además, una vez impregnado el tejido y pasadas las 24h de reposo necesarias, se ha realizado el lavado de impregnación convencional para así poder realizar los controles de calidad explicados en el apartado 2.5. En este caso hablamos del análisis del estudio del pH por gota y del estudio del pH por extracción, además de la capilaridad, que se apreciará en las muestras originales.

Tanto el pH por gota como el pH por extracción no dependen del ph del baño con el que se ha impregnado la muestra, sino que dependen del lavado de impregnación que hayan sufrido, por lo que, como se observará en la tabla de resultados, en todos los estudios se han obtenido valores similares y en ambos casos dentro de los márgenes fijados en el apartado teórico.

Cabe destacar que el pH por extracción es mucho más preciso que el pH por gota, por lo que es normal que aparezcan pequeñas diferencias en los valores obtenidos dentro del análisis de la misma muestra.

5.1.1. Influencia y control de la sosa caustica sobre la impregnación. Análisis de parámetros y resultados.

Como se ha mencionado en la etapa 3 del proceso de producción, la sosa caustica, junto con el agua oxigenada se consideran compuestos de gran importancia a la hora de realizar el análisis del grado de blanco en la impregnación del tejido.

Para ello, se han realizado diversos estudios que se exponen a continuación, en los que se ha variado la cantidad de NaOH presente en el baño de impregnación, y se han analizado los parámetros más influyentes, es decir, la densidad y el pH del baño de impregnación junto con el grado de blanco obtenido.

Es muy importante el seguimiento tanto de la densidad como del pH del baño de impregnación en cuanto a control de calidad se trata, pues indicará si la concentración de sosa caustica es la correcta o no lo es, teniendo como objetivo la obtención del grado de blanco deseado.

Además, teniendo como única variable en este estudio la concentración de sosa caustica presente en el baño, se va a analizar conjuntamente la influencia de la presencia del persulfato sódico, pues como se ha mencionado anteriormente en el marco teórico, es uno de los compuestos influyentes a la hora de realizar los procesos de impregnación.

A continuación se adjunta una tabla con los componentes de cada uno de los baños y para los cuales se han obtenido los resultados que se aportarán más adelante:

Componentes	Prueba 1-A	Prueba 1-B	Prueba 1-D
<i>Sosa Caustica 48^oBé (mL/ L H₂O)</i>	40	0	20
<i>Felosan FOX (mL/ L H₂O)</i>	4,8	4,8	4,8
<i>Contavan TIM (mL/ L H₂O)</i>	5	5	5
Agua Oxigenada (mL/ L H ₂ O)	45	45	45

Tabla 6. Receta Prueba 1 Impregnación. Análisis Sosa Caustica.

Componentes	Prueba 2-A	Prueba 2-B	Prueba 2-C
<i>Sosa Caustica 48^oBé (mL/ L H₂O)</i>	40	0	20
<i>Felosan FOX (mL/ L H₂O)</i>	8	8	8
<i>Contavan TIM (mL/ L H₂O)</i>	4	4	4
Agua Oxigenada (mL/ L H ₂ O)	45	45	45
Persulfato Sódico (mL/ L H ₂ O)	4	4	4

Tabla 7. Receta Prueba 2 Impregnación. Análisis Sosa Caustica.

Se parte de la receta original (Prueba 1-A y 2-A) y se analiza la influencia de la cantidad de NaOH presente en el baño de impregnación sobre los parámetros presentados a continuación:

Parámetros- Resultados	Prueba 1-A	Prueba 1-B	Prueba 1-D
Densidad (°Bé)	5	1,2	3,1
pH del baño	12.66	4,96	11,58
pH por gota	4,8 – 4,9	4,8 – 4,9	4,8 – 4,9
pH por extracción	5.62	5,67	5,5
Hidrofilidad – Capilaridad (cm)	5	5,5	5,5
Absorción (%)	80	80	80
Grado de Blanco	69.65	51.39	69.52

Tabla 8. Parámetros y Resultados Prueba 1 Impregnación. Análisis Sosa Caustica.

Parámetros- Resultados	Prueba 2-A	Prueba 2-B	Prueba 2-C
Densidad (°Bé)	5,1	1,5	3,2
pH del baño	12,58	5,3	11,06
pH por gota	4,8 – 4,9	4,8 – 4,9	4,8 – 4,9
pH por extracción	5,22	5,11	5,1
Hidrofilidad - Capilaridad	5,5	6	5,5
Absorción (%)	79,2	78	79,5
Grado de Blanco	73,20	53,2	66,36

Tabla 9. Parámetros y Resultados Prueba 2 Impregnación. Análisis Sosa Caustica.



Figura 7. Resultados Pruebas 1 y 2 Impregnación. Análisis Sosa Caustica

Como se observa en la tabla de resultados y en la gráfica adjuntas anteriormente, la concentración de NaOH implica un aumento en el pH y en la densidad del baño, pero una vez se alcanza el 50% de la sosa caustica presente en la receta original, para ambos estudios, la variación del pH es relativamente pequeña, por lo que el el grado de blanco apenas se ve

incrementado, lo que implica que se está trabajando por encima de la cantidad necesaria de NaOH por motivos de seguridad y control de calidad, pues trabajando así, en caso de que aparecieran fallos en la dosificación de la sosa caustica, se tendría un margen de error relativamente grande hasta que el grado de blanco del artículo se viera afectado.

Por otra parte, se realiza la comparación de los resultados obtenidos en presencia y en ausencia de persulfato sódico, y se aprecia que gracias a la presencia del persulfato sódico se ha conseguido aumentar el grado de blanco en aproximadamente un 10% por lo que se comprueba que el persulfato sódico es un compuesto químico que ayuda considerablemente al aumento del grado de blanco en el lavado de impregnación.

5.1.2. Influencia de agua oxigenada sobre la impregnación. Análisis de parámetros y resultados.

El agua oxigenada es uno de los compuestos más determinantes a la hora de realizar el proceso de impregnación, por lo que a continuación se llevarán a cabo diversos estudios a partir de los cuales se observará el grado de influencia que tiene en esta etapa del proceso productivo y a su vez se podrán extraer conclusiones a través del análisis de resultados obtenido.

Para ello, se han realizado diversos estudios que se exponen a continuación, en los que se ha variado la cantidad de H₂O₂ presente en el baño de impregnación, y se han analizado los parámetros más influyentes, es decir, la densidad y el pH del baño de impregnación junto con el grado de blanco obtenido.

Como se ha mencionado en el apartado 4.1.1 es muy importante el seguimiento tanto de la densidad como del pH del baño de impregnación en cuanto a control de calidad se trata, pues indicará si la concentración de agua oxigenada es la correcta o no lo es, teniendo como objetivo la obtención del grado de blanco deseado.

A continuación se adjunta una tabla con los componentes de cada uno de los baños y para los cuales se han obtenido los resultados que se aportarán más adelante:

Componentes	Prueba 3-A	Prueba 3-B	Prueba 3-C
<i>Sosa Caustica 48ºBé (mL/ L H2O)</i>	40	40	40
<i>Felosan FOX (mL/ L H2O)</i>	4,8	4,8	4,8
<i>Contavan TIM (mL/ L H2O)</i>	5	0	2,5
Agua Oxigenada (mL/ L H2O)	45	0	22,5

Tabla 10. Receta Prueba 3 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada.

Componentes	Prueba 4-A	Prueba 4-B	Prueba 4-C
<i>Sosa Caustica 48ºBé (mL/ L H2O)</i>	40	40	40
<i>Felosan FOX (mL/ L H2O)</i>	8	8	8
<i>Contavan TIM (mL/ L H2O)</i>	4	2	0
Agua Oxigenada (mL/ L H2O)	45	22,5	0
Persulfato Sódico (mL/ L H2O)	4	4	4

Tabla 11. Receta Prueba 4 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada.

Se parte de la receta original (Prueba 3-A y prueba 4-A) y se analiza la influencia de la cantidad de H₂O₂ presente en el baño de impregnación sobre los parámetros presentados a continuación:

Parámetros- Resultados	Prueba 3-A	Prueba 3-B	Prueba 3-C
Densidad (°Bé)	4,9	3,8	4,2
pH del baño	12,59	13,6	13,39
pH por gota	4,4 - 4,5	4,4 - 4,5	4,4 - 4,5
pH por extracción	4,88	4,7	4,75
Hidrofilidad – Capilaridad (cm)	3	3	3
Absorción (%)	70	75	75
Grado de Blanco	65,55	40,26	61,86

Tabla 12. Parámetros y Resultados Prueba 3 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada.

Parámetros- Resultados	Prueba 4-A	Prueba 4-B	Prueba 4-C
Densidad (°Bé)	5,1	4	4,3
pH del baño	12,61	13,66	13,43
pH por gota	4,4 - 4,5	4,4 - 4,5	4,4 - 4,5
pH por extracción	4,9	4,81	4,77
Hidrofilidad – Capilaridad (cm)	5	4,5	4,5
Absorción (%)	80	77	78
Grado de Blanco	68,99	64,86	40,33

Tabla 13. Parámetros y Resultados Prueba 3 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada.

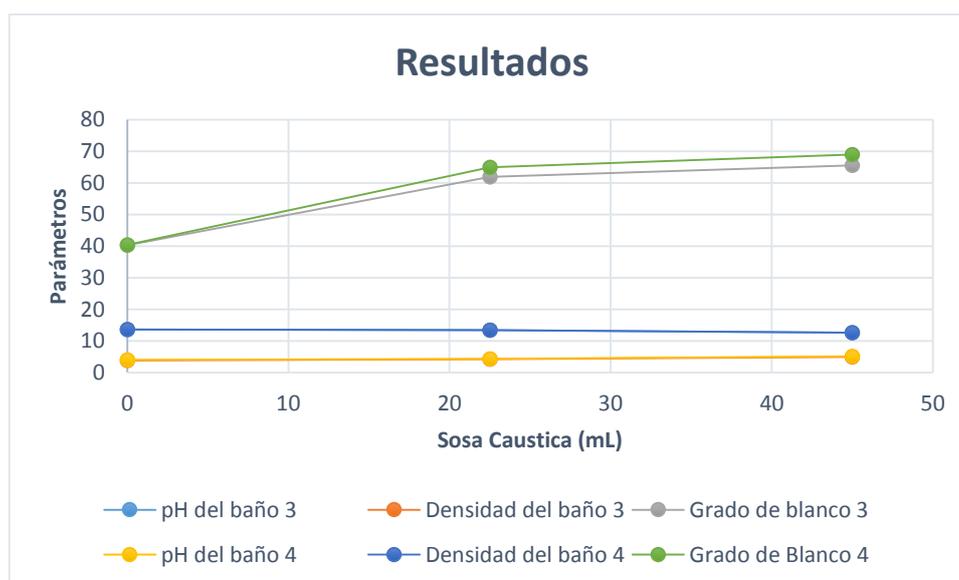


Figura 8. Resultados Pruebas 3 y 4 Impregnación. Análisis Agua Oxigenada.

Analizando los resultados obtenidos, observando la tabla y el gráfico, se puede apreciar como el grado de blanco en ausencia de agua oxigenada es menor que el grado de blanco en ausencia de sosa caustica, por lo que se comprueba que es un factor más influyente a la hora de alcanzar el objetivo deseado en la impregnación, como ya se mencionó en el marco teórico de esta etapa del proceso productivo.

Cabe destacar que en el estudio realizado con el 50% de agua oxigenada, también se ha reducido a la mitad la cantidad del Contavan TIM, pues es un estabilizador del agua oxigenada cuya cantidad es proporcional a la de esta.

Por otra parte, tanto el pH como la densidad del baño no se han visto apenas afectados, por lo que a la hora de analizarlos en cuanto a control de calidad se refiere, se deberá ser muy preciso, puesto que los intervalos en los que se mueven los resultados son relativamente pequeños.

De la misma manera que ocurrió en el estudio de la sosa caustica, se aprecia como inicialmente, en ausencia de agua oxigenada, la diferencia en el grado de blanco entre ambos estudios es prácticamente nula, pero conforme se aumenta la cantidad de H₂O₂ se aprecia una progresión en cuanto a la diferencia de grado de blanco, incrementándose aproximadamente un 5% en la receta original.

5.1.3. Influencia del detergente sobre la impregnación. Análisis de parámetros y resultados.

Como ya se especificó en la etapa 3.4 del proceso productivo, el detergente es un compuesto que ayuda al blanqueamiento del tejido, pero no es un compuesto determinante, pues el agua oxigenada y la sosa caustica, como ya se ha apreciado en estudios anteriores tienen gran influencia en esta etapa.

De igual manera que en los estudios anteriores, se han seguido las condiciones de trabajo iniciales y se ha variado la cantidad de detergente presente en el baño de impregnación, tanto en presencia como en ausencia de persulfato sódico.

A continuación se adjunta una tabla con los componentes de cada uno de los baños y para los cuales se han obtenido los resultados que se aportarán más adelante. Cabe destacar, que la receta original en presencia de persulfato sódico requiere de más cantidad de Felosan FOX, por lo que a la hora de variar las cantidades se apreciarán ligeras diferencias.

Componentes	Prueba 5-A	Prueba 5-B	Prueba 5-C
<i>Sosa Caustica 48°Bé (mL/ L H2O)</i>	40	40	40
<i>Felosan FOX (mL/ L H2O)</i>	4,8	2,4	0
<i>Contavan TIM (mL/ L H2O)</i>	5	5	5
<i>Agua Oxigenada (mL/ L H2O)</i>	45	45	45

Tabla 14. Receta Prueba 5 Impregnación. Análisis Detergente.

Componentes	Prueba 6-A	Prueba 6-B	Prueba 6-C
<i>Sosa Caustica 48°Bé (mL/ L H2O)</i>	40	40	40
<i>Felosan FOX (mL/ L H2O)</i>	8	4	0
<i>Contavan TIM (mL/ L H2O)</i>	4	4	4
<i>Agua Oxigenada (mL/ L H2O)</i>	45	45	45
<i>Persulfato Sódico (mL/ L H2O)</i>	4	4	4

Tabla 15. Receta Prueba 6 Impregnación. Análisis Detergente.

Se parte de la receta original (Prueba 5-A y 6-A) y se analiza la influencia de la cantidad de detergente presente en el baño de impregnación sobre los parámetros presentados a continuación:

Parámetros- Resultados	Prueba 5-A	Prueba 5-B	Prueba 5-C
<i>Densidad (°Bé)</i>	5	4,7	4,2
<i>pH del baño</i>	12,65	12,44	12,37
<i>pH por gota</i>	4,6 - 4,7	4,6 - 4,7	4,6 - 4,7
<i>pH por extracción</i>	4,92	4,8	4,76
<i>Hidrofilidad – Capilaridad (cm)</i>	4,5	4	4,5
<i>Absorción (%)</i>	77	80	80
<i>Grado de Blanco</i>	64,57	63,04	59,54

Tabla 16. Parámetros y Resultados Prueba 5 Impregnación. Análisis Detergente.

Parámetros- Resultados	Prueba 6-A	Prueba 6-B	Prueba 6-C
<i>Densidad (°Bé)</i>	5,1	4,78	4,31
<i>pH del baño</i>	12,59	12,37	12,29
<i>pH por gota</i>	4,6 - 4,7	4,6 - 4,7	4,6 - 4,7
<i>pH por extracción</i>	4,88	4,7	4,75
<i>Hidrofilidad - Capilaridad</i>	4,5	4	4
<i>Absorción (%)</i>	80	77	82
<i>Grado de Blanco</i>	69,69	68,1	63,22

Tabla 17. Parámetros y Resultados Prueba 6 Impregnación. Análisis Detergente.



Figura 9. Resultados Pruebas 3 y 4 Impregnación. Análisis Detergente.

Como se puede observar tanto en la tabla como en el gráfico, la variación del pH del baño y de la densidad del baño es mínima, por lo que no será fácil tomarlos como parámetros a la hora de determinar que todo está funcionando correctamente. En cambio, el grado de blanco sí que puede ser indicativo de errores, pues se aprecia como en ausencia de detergente, el grado de blanco se reduce en un 8% en comparación con el 50% de detergente, mientras que la diferencia entre la mitad y la totalidad de este producto, es mínima en ambos estudios, lo que es indicativo de que por motivos de seguridad, se está trabajando con una cantidad superior de este compuesto, para así, en caso de que haya algún error, tener un margen relativamente grande a la hora de apreciar diferencias en el grado de blanco definitivo.

5.2. Lavado de Impregnación

Como se explicó en el apartado 3.5, el lavado de impregnación es una etapa muy importante en el proceso productivo global, pues es la etapa final en la que se deja el tejido listo para tinte o en caso de no ser tintado, listo para pasar a la etapa de acabados. En esta etapa, posterior a la impregnación, se eliminan todas las impurezas que contiene el tejido y se deja con un aspecto blanqueado, totalmente diferente al tejido en crudo, siendo pues la etapa en la que aprecian ya grandes diferencias visuales respecto a la materia prima inicial.

De forma general, se adjuntó un diagrama de bloques en el que se apreciaba el lavado de impregnación de laboratorio, el cual ha sido objeto de estudio y análisis de sus parámetros más influyentes para cuantificar la importancia de cada uno de ellos sobre el proceso. Los parámetros a analizar han sido los siguientes:

- Influencia de la Temperatura del baño de las barcas
- Influencia de Detergente + Sosa caustica
- Influencia de Detergente + Sosa caustica con variación de temperatura.
- Influencia del ácido sobre la neutralización

Para la realización de este estudio, previamente se ha requerido de una impregnación estándar de cada una de las muestras y su consecuente reposo de 24 h. Se adjuntan por tanto las condiciones de impregnación y las recetas que se han empleado para llevar a cabo el estudio.

De igual manera que en el proceso de impregnación se han llevado a cabo los controles de calidad especificados en el apartado 3.5 del proyecto, para comprobar cómo afecta la variación de los diferentes parámetros planteados anteriormente sobre dichos controles.

Condiciones de Trabajo	Pruebas
<i>Articulo</i>	Montana
<i>Presión (Kg)</i>	1.4
<i>Pasadas</i>	2
<i>Velocidad (m/min)</i>	4

Tabla 18. Condiciones de trabajo proceso lavado de impregnación.

Componentes	Pruebas	Componentes	Pruebas
<i>Sosa Caustica 48ºBé (mL/ L H2O)</i>	40	<i>Sosa Caustica 48ºBé (mL/ L H2O)</i>	40
<i>Felosan FOX (mL/ L H2O)</i>	4,8	<i>Felosan FOX (mL/ L H2O)</i>	8
<i>Contavan TIM (mL/ L H2O)</i>	5	<i>Contavan TIM (mL/ L H2O)</i>	4
<i>Agua Oxigenada (mL/ L H2O)</i>	45	<i>Agua Oxigenada (mL/ L H2O)</i>	45
		<i>Persulfato Sódico (mL/ L H2O)</i>	4

Tabla 19. Receta original proceso lavado de impregnación.

A continuación se fijarán las condiciones del lavado de impregnación estándar, y a partir de este se realizarán las comparaciones correspondientes en cuanto a variación de parámetros se trata:

Condiciones de Lavado	Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Componentes	
			Nombre	Cantidad
Barca 1	95	30	<i>Felosan FOX</i>	2 cc/ L H ₂ O
			<i>NaOH</i>	4cc/L H ₂ O
Barca 2	95	120	<i>Agua</i>	10 L
Barca 3	60	30	<i>Tanacid</i>	1 cc/ L H ₂ O

Tabla 20. Condiciones del lavado de impregnación estándar.

Una vez planteadas las condiciones de trabajo de impregnación previas al lavado, las recetas de dichas impregnaciones y el lavado estándar objeto de comparaciones con los diferentes lavado, se procede a al análisis de los parámetros más influyentes en esta etapa del proceso productivo.

5.2.1. Influencia de la temperatura sobre el lavado de impregnación. Análisis de parámetros y resultados.

La temperatura es uno de los parámetros objeto de estudio en esta etapa, pues una caída en la temperatura de las barcas puede provocar diferencias en los resultados obtenidos, debido a que provoca una ligera disminución en el grado de blanco final, pese a no ser uno de los parámetros más influyentes en este parámetro, si que presenta grandes diferencias en cuanto a hidrofiliidad y capilaridad, pues el tejido no absorbe de igual manera.

Se adjunta una tabla en la que se especifican las condiciones de trabajo mediante las que se ha desarrollado el lavado de impregnación correspondiente a este apartado:

Condiciones de Lavado	Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Componentes	
			Nombre	Cantidad
Barca 1	70	30	<i>Felosan FOX</i>	2 cc/ L H2O
			<i>NaOH</i>	4cc/L H2O
Barca 2	70	120	<i>Agua</i>	10 L
Barca 3	60	30	<i>Tanacid</i>	1 cc/ L H2O

Tabla 21. Condiciones de trabajo lavado de impregnación. Influencia de la temperatura

Por otra parte se presentan los resultados obtenidos y las conclusiones correspondientes.

Influencia de la Temperatura					
Lavado	Condiciones	Grado de Blanco	pH por gota	pH por extracción	Hidrofiliidad - Capilaridad (cm)
Lavado 1 Estándar	<i>SIN Persulfato</i>	63,44	4,3	5,23	4,5
	<i>CON Persulfato</i>	69,95	4,3	5,26	5
Lavado 3	<i>SIN Persulfato</i>	62,06	4,6	5,12	1,2
	<i>CON Persulfato</i>	68,55	4,6	5,19	1,5

Tabla 22. Resultados Lavado de impregnación. Influencia de la temperatura

Como se observa en la tabla de resultados adjunta, la diferencia en cuanto al grado de blanco es mínima, aproximadamente de un 1 % , de igual manera ocurre con el pH por gota y por extracción, mientras que la hidrofiliidad si que ha variado en gran cantidad, pues tomando como referencia del 100% de altura alcanzada al lavado estándar, se ha obtenido un 26% de hidrofiliidad, es decir, una reducción de un 74% en el análisis de este parámetro, lo que quiere decir que es un factor muy importante en el análisis de la calidad de absorción del tejido.

5.2.2. Influencia de la acción del detergente y de la sosa caustica sobre el lavado de impregnación. Análisis de parámetros y resultados.

Como ya se explicó en el apartado 3.5 del presente proyecto, la primera barca de la etapa de lavado de impregnación tiene como finalidad continuar con la operación de descudado a

dicha temperatura, es decir, que se mantenga la concentración de dichos compuestos en el tejido que se había impuesto en la impregnación. Por este motivo, se ha creído necesario realizar el siguiente estudio para observar la influencia de estos componentes.

Se adjunta una tabla en la que se especifican las condiciones de trabajo mediante las que se ha desarrollado el lavado de impregnación correspondiente a este apartado:

Condiciones de Lavado	Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Componentes	
			Nombre	Cantidad
Barca 1	0	0	Felosan FOX	0
			NaOH	0
			Agua	10 L
Barca 2	95	150	Tanacid	1 cc/ L H ₂ O
Barca 3	60	30		

Tabla 23. Condiciones de trabajo lavado de impregnación. Influencia del detergente.

Por otra parte se presentan los resultados obtenidos y las conclusiones correspondientes.

Influencia de Detergente + Sosa Caustica					
Lavado	Condiciones	Grado de Blanco	pH por gota	pH por extracción	Hidrofilidad - Capilaridad (cm)
Lavado 1 Estándar	SIN Persulfato	63,44	4,3	5,23	4,5
	CON Persulfato	69,95	4,3	5,26	5
Lavado 2	SIN Persulfato	63,09	4,3	5,28	5
	CON Persulfato	69,53	4,3	5,31	5,3

Tabla 24. Resultados Lavado de impregnación. Influencia del detergente.

Analizando la tabla de resultados adjunta, se puede observar como no existen apenas diferencias entre los resultados de los parámetros del lavado estándar y estos. Esto es debido a que la finalidad de esta barca, como ya se especificó al inicio del apartado no es más que garantizar que la operación de descruado finaliza correctamente, etapa que si todo ha funcionado de manera satisfactoria está prácticamente completada. Esto significa que la finalidad de esta etapa es minimizar el grado de error de la etapa anterior y así poder trabajar con margen, es decir, que si ha habido un error en la etapa anterior, aplicando esta primera barca exista la posibilidad de corregirlo.

5.2.3. Influencia de la acción del detergente y de la sosa caustica con variación de temperatura sobre el lavado de impregnación. Análisis de parámetros y resultados.

Este estudio surge de una combinación de los apartados 5.2.1 y 5.2.2, debido a que se desea comprobar si la combinación de los dos factores objeto de estudio de este apartado influyen de manera proporcional o la combinación de los mismos proporciona resultados diferentes.

Se adjunta una tabla en la que se especifican las condiciones de trabajo mediante las que se ha desarrollado el lavado de impregnación correspondiente a este apartado:

Condiciones de Lavado	Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Componentes	
			Nombre	Cantidad
Barca 1	0	0	Felosan FOX	0
			NaOH	0
Barca 2	70	150	Agua	10 L
Barca 3	60	30	Tanacid	1 cc/ L H ₂ O

Tabla 25. Condiciones de trabajo lavado de impregnación. Influencia del detergente y la sosa caustica.

Por otra parte se presentan los resultados obtenidos y las conclusiones correspondientes.

Influencia de Temperatura + Detergente + NaOH					
Lavado	Condiciones	Grado de Blanco	pH por gota	pH por extracción	Hidrofilidad - Capilaridad (cm)
Lavado 1 Estándar	SIN Persulfato	63,44	4,3	5,23	4,5
	CON Persulfato	69,95	4,3	5,26	5
Lavado 4	SIN Persulfato	61,88	4,7	5,14	1
	CON Persulfato	68,12	4,7	5,17	1,5

Tabla 26. Resultados Lavado de impregnación. Influencia del detergente y la sosa caustica.

Como se aprecia en la tabla de resultados del presente estudio, la combinación de estos dos parámetros implica una ligera variación cercana al 2,5% en cuanto al grado de blanco, parámetro que no se veía afectado en cuanto apenas cuando se analizaban ambos parámetros por separado.

En cuanto a las diferencias del pH, se aprecia una ligera diferencia, prácticamente despreciable, mientras que en el análisis de la hidrofilidad, se consolida el hecho que aparecía a la hora de analizar la influencia de la temperatura, pues se observa como el rendimiento de este parámetro es cercano al 24%, marcando como 100% de rendimiento el resultado obtenido en el lavado de impregnación estándar.

5.2.4. Influencia del ácido sobre la neutralización en el lavado de impregnación. Análisis de parámetros y resultados.

Mediante la realización del presente estudio, se trata de averiguar la influencia de la barca 3 del lavado de impregnación del laboratorio, en la que se trata de neutralizar el tejido para dejarlo listo para llevar a cabo el proceso de tintura.

Se adjunta una tabla en la que se especifican las condiciones de trabajo mediante las que se ha desarrollado el lavado de impregnación correspondiente a este apartado:

Condiciones de Lavado	Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Componentes	
			Nombre	Cantidad
Barca 1	95	30	<i>Felosan FOX</i>	2 cc/ L H2O
			<i>NaOH</i>	4cc/L H2O
Barca 2	95	120	<i>Agua</i>	10 L
Barca 3	0	0	<i>Tanacid</i>	0

Tabla 27. Condiciones de trabajo lavado de impregnación. Influencia de la neutralización.

Por otra parte se presentan los resultados obtenidos y las conclusiones correspondientes.

Influencia de la Neutralización					
Lavado	Condiciones	Grado de Blanco	pH por gota	pH por extracción	Hidrofilidad - Capilaridad (cm)
<i>Lavado 1 Estándar</i>	<i>SIN Persulfato</i>	63,44	4,3	5,23	4,5
	<i>CON Persulfato</i>	69,95	4,3	5,26	5
<i>Lavado 5</i>	<i>SIN Persulfato</i>	56,62	7,7	7,83	3,2
	<i>CON Persulfato</i>	61,89	7,7	7,87	4,5

Tabla 28. Resultados Lavado de impregnación. Influencia de la neutralización.

La tabla de resultados muestra como la última barca posee una gran influencia en esta etapa del proceso de producción, pues es en la que más diferencias en cuanto a parámetros se aprecian.

El primero de ellos es el grado de blanco, que se ve afectado en aproximadamente un 11%, lo que quiere decir que si no se neutraliza en la última barca, se apreciarán diferencias en cuanto a calidad de acabado se refiere, lo que implica, que la hidrofilidad se reduzca en un 28%, una reducción significativa en comparación con la calidad obtenida en el lavado de impregnación estándar.

Finalmente, el parámetro que más afectado se ve es el pH, pues se alcanzan valores cercanos a los 8 puntos, cuando en cualquier otro lavado en el cual se haya realizado la impregnación, se alcanzaban valores comprendidos entre 4,9 y 5,5 puntos, lo que confirma que la última barca posee una gran importancia en el proceso.

6. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS COLORANTE REACTIVOS UNITARIOS EN EL PROCESO DE TINTURA MEDIANTE PROCEDIMIENTO PAD-BATCH.

6.1. Propiedades de los colorantes unitarios

Los colorantes empleados para la realización del presente proyecto se tratan de colorantes bifuncionales con buenas propiedades tintóreas debido a que no se han creado a partir de una combinación aleatoria de grupos reactivos, sino que se ha llevado a cabo a partir de una rigurosa selección de los correctos grupos reactivos y los correctos cromóforos.

Entre las propiedades más características destacan las siguientes:

- Muy buena solubilidad
- Elevado grado de fijación
- Muy buena elaboración
- Excelentes propiedades frente al lavado
- Buena solidez

A continuación se van a describir brevemente de manera teórica los conceptos más importantes en cuanto a los colorantes se trata, puesto que será de gran ayuda a la hora de comprender las experiencias prácticas llevadas a cabo en el laboratorio.

6.1.1. Estructura

Los colorantes Novacron C se caracterizan por su estructura bifuncional fluorotriazina-vinilsulfona, cuyas características se citan a continuación:

- El grupo fluorotriazina posee una reactividad media-alta mientras que el grupo vinilsulfona posee una reactividad media.
- El grupo fluorotriazina forma enlaces estables con la celulosa en medio alcalino. Por otra parte, el grupo vinilsulfona forma enlaces estables con la celulosa en medio ácido. De esta manera, los enlaces generados entre el colorante y la fibra con ambos grupos son estables tanto en medio alcalino como en medio ácido.
- Además, en su estructura poseen un grupo cromóforo que posee una afinidad media-baja y buenas propiedades en cuanto a la solidez del color.

A continuación se adjunta una imagen en la que se aprecia la estructura de un colorante reactivo:

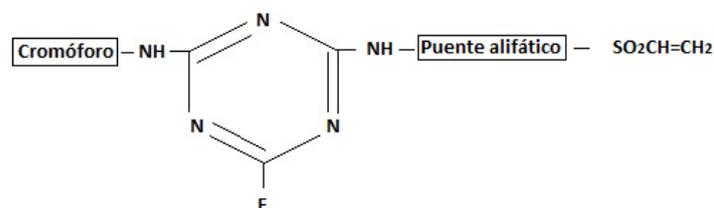


Figura 10. Estructura química colorante reactivo

6.1.2. Solubilidad

Los colorantes reactivos poseen una solubilidad muy buena debido a que su grupo cromóforo se encuentra altamente sulfonado. Esta propiedad es de gran utilidad puesto que se puede

trabajar tanto con agua fría como con agua caliente, además de ser mucho menos sensibles a las sales como el magnesio o el calcio que dificultan el posterior lavado del tejido ya tintado.

De esta manera, la excelente solubilidad de este tipo de colorantes proporciona a las empresas del sector textil un ahorro importante en cuanto a tiempo y energía, lo que implica a su vez un incremento en la productividad.

6.1.3. Sustantividad

Se define como la propiedad que presentan los colorantes de ser absorbidos por la celulosa y su resistencia a la desorción, debido a la energía de unión entre fibra y colorante, está medida por la denominada sustantividad del colorante por la fibra. Es decir, la afinidad es la medida del grado de sustantividad que presenta el colorante por el material, pero antes de la fijación de ésta a la estructura de la fibra.

El concepto de sustantividad también puede referirse a la descripción cualitativa de la afinidad, expresada como el nivel de atracción entre los aniones portadores de color presentes en el baño y las fibras celulósicas no iónicas.

A la hora de realizar tricromías, es muy importante llevar a cabo un estudio sobre la selección de colorantes unitarios, pues es de gran importancia que las combinaciones posean una sustantividad similar, además del grupo cromóforo y el grupo reactivo, lo que asegurará la media-baja sustantividad característica de este tipo de colorantes y por tanto reducirá el riesgo de que aparezcan problemas como el tailing, que implica una diferencia de matiz y/o de fuerza de color entre el inicio y el final de la partida de tintura.

A continuación se adjunta una imagen en la que se muestra la sustantividad (caracteriza el tailing, el posterior lavado y la migración de color) de los colorantes reactivos por procedimiento Pad-Batch en comparación con estos mismos por diferentes procedimientos, como puede ser la tintura por agotamiento que requiere una sustantividad mayor, o por el contrario, el estampado, que requiere mucha menos afinidad.

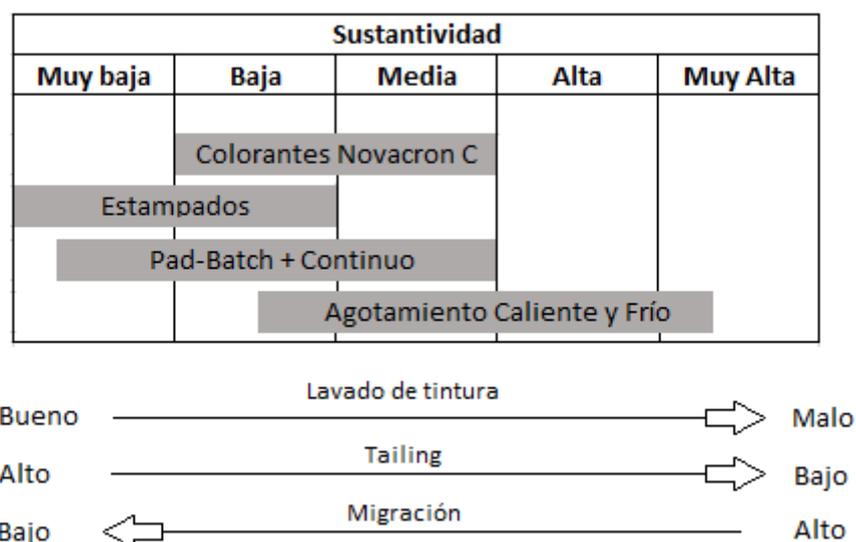


Figura 11. Sustantividad de los colorantes reactivos por procedimiento Cold Pad-Batch.

La media-baja afinidad característica de este tipo de colorantes, junto con el pequeño tamaño de las moléculas y unas condiciones de tintura apropiadas proporcionan las siguientes características:

- Buena penetración del baño de tintura
- Óptima migración
- Buenas condiciones de nivelación
- Reducción al mínimo del riesgo de dicromismo
- Sencillez a la hora de eliminar el colorante mediante el lavado de tintura

Además, cabe destacar que para que un colorante sea sustantivo a la celulosa ha de reunir las siguientes condiciones las cuales están basadas en diversas teorías sobre la sustantividad:

- La molécula de colorante debe estar orientada linealmente.
- Los núcleos aromáticos deben estar en posición coplanar.
- La molécula de colorante debe contener grupos capaces de formar enlaces de hidrógeno.
- La existencia de un sistema conjugado de dobles enlaces.
- La presencia de un número mínimo de grupos solubilizantes.

Gracias al control de estos parámetros se consigue mejorar la fiabilidad y facilita la reproductibilidad a nivel industrial lo que conlleva una reducción de costes y un aumento en la calidad y en la cantidad de producción.

6.1.4. Afinidad

Los términos de sustantividad y afinidad van altamente relacionados, pues esta última se define como la atracción del colorante por la fibra de forma tal que es la expresión cuantitativa de la sustantividad, y resulta de la diferencia entre el potencial químico del colorante en su estado estándar en la fibra y correspondiente potencial químico en el baño. La afinidad al ser expresada en términos de potencial químico indica la fuerza de atracción existente entre el colorante y la fibra expresada como unidad de trabajo.

Este concepto es equivalente a medir la fuerza o trabajo requerido para separar el colorante de la fibra.

La afinidad de los colorantes reactivos depende de los grupos cromóforos y del sistema reactivo.

En el proceso de tintura, las moléculas de colorante en solución tienen una tendencia a ocupar el mayor volumen disponible, presentándose un estado de alto desorden molecular (aumento de la entropía). Cuando las moléculas de colorante penetran en la fibra éstas entran a un estado de menor desorden, para lo que requieren de una fuerza externa que les permita realizar el cambio de estado, la cual es llamada afinidad.

La afinidad reviste una importancia decisiva para el rendimiento de fijación ya que la elevada reactividad proporciona un gran rendimiento de fijación sólo si el colorante no queda por debajo de un determinado límite de afinidad.

6.1.5. Reactividad

La principal cualidad de un colorante reactivo es su reactividad, la cual depende de la influencia activadora del grupo reactivo. Para poder indicar en una escala unitaria la reactividad de un colorante se ha introducido la determinación analítica de la cantidad de colorante que reacciona en medio alcalino.

Como medida de la reactividad se emplea la constante de hidrólisis, que se expresa como valor recíproco del tiempo; pero se debe tener en cuenta que para algunos tipos colorantes, la constante de hidrólisis no se puede relacionar con la constante de reacción.

La reactividad determina la velocidad de fijación de los colorantes, por tanto, esta velocidad para los colorantes con grupo reactivo unitario, debería ser teóricamente casi igual. Sin embargo la constitución radical del colorante puede influir sobre la reactividad del grupo reactivo y por ende, sobre la rapidez de fijación del colorante.

El grado de rendimiento reactivo (porcentaje de colorante fijado en la fibra en relación a la oferta total) depende fundamentalmente de la reactividad, de la cantidad de posibilidades de reacción en la molécula y de la posición de los radicales reactivos

Una posible clasificación de los colorantes, es de acuerdo a su reactividad, en donde una reactividad alta significa una menor necesidad de energía para que se dé la reacción

De esta manera, la fijación del colorante a la fibra se logra mediante un equilibrio entre la temperatura de tintura y/o el álcali empleado, es decir, con temperaturas bajas y / o débiles. Por eso una posible clasificación de los colorantes reactivos sería colorantes para la tintura en frío, a temperatura media y en caliente.

El agregado de álcali, según su naturaleza química y concentración, produce sobre todo en el caso de los colorantes sumamente reactivos, una hidrólisis al átomo móvil del grupo reactivo. Sin embargo seleccionando el álcali se puede alcanzar una estabilidad suficiente incluso para colorantes altamente reactivos.

6.1.6. Grado de Fijación

Una de las características más destacadas de los colorantes reactivos bifuncionales es el hecho de que proporcionan un elevado grado de fijación debido a que los grupos reactivos se encuentran situados en la posición idónea dentro de la molécula.

A continuación se adjunta una imagen en la que se compara la estructura de un colorante monoreactivo y de un colorante bifuncional, apreciándose que el colorante bifuncional alcanza un mayor grado de fijación.

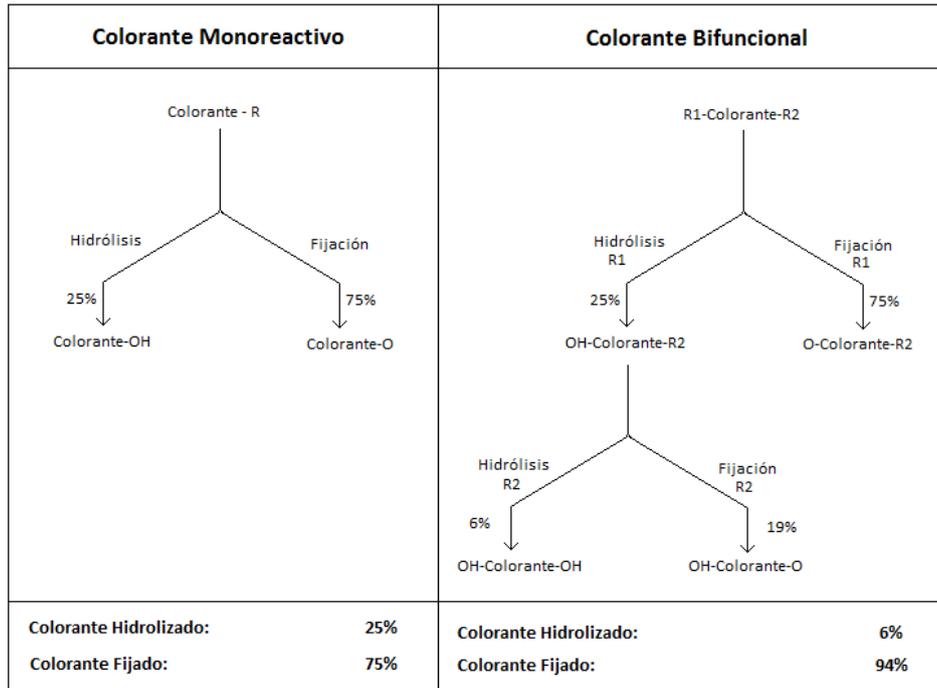


Figura 12. Estructura química colorantes monofuncionales y bifuncionales en cuanto a porcentaje de colorante fijado.

En el caso de los colorantes bifuncionales, el grupo reactivo R1 reacciona de igual manera que un colorante monoreactivo, obteniendo de esta manera un 75% de fijación con la fibra y un 25% de colorante hidrolizado. En cuanto a este último 25%, en el que el colorante se encuentra parcialmente hidrolizado, todavía tiene capacidad de reaccionar por vía del segundo grupo reactivo, obteniéndose de esta manera un total de 94% de colorante fijado, quedando únicamente un 6% de colorante hidrolizado.

6.1.7. Métodos de tintura

A la hora de llevar a cabo el proceso tintóreo, se deben analizar cada uno de los parámetros influyentes en el mismo para poder determinar cuáles serán las condiciones más eficientes de trabajo.

Dependiendo de los requisitos que impongan los tintoreros:

- Velocidad de producción
- Disponibilidad de bombas de dosificación
- Temperatura de trabajo
- Tipo de material

Se proponen a continuación una serie de sistemas alcalinos y condiciones de trabajo:

- Método 1:

Basado en una fijación rápida de entre 6 y 8 horas a una temperatura de 25-30 °C con mezcla de sosa caustica y silicato sódico, este método requiere de una bomba de dosificación y un mezclador. La cantidad de álcali dosificada es relativamente elevada, lo que implica una rápida fijación y además proporciona una estabilidad de baño excelente a partir de 30°C de

temperatura. Destaca además la gran resistencia a la carbonación debido a que el silicato sódico es un estabilizador excelente.

- *Método 2:*

La utilización de este método se recomienda llevarla a cabo sobre fibras regeneradas. Requiere, de igual manera que el método 1, la misma cantidad de mezcla de sosa caustica y silicato sódico, proporcionando la misma estabilidad de baño, pero con la diferencia de que el tiempo de fijación es entre 6 y 12 horas con la necesidad de una bomba de dosificación y un mezclador.

- *Método 3:*

La ejecución de este método implica la mezcla de silicato sódico y sosa caustica (en cantidades reducidas) además de un prolongado periodo de fijación de entre 12 y 24 horas a una temperatura de 25°C. Destaca también la ausencia de bomba de dosificación en la instalación junto con la estabilidad del baño, que está fijada en 2 horas aproximadamente, a una temperatura de 30-35 °C.

- *Método 4:*

Este último método se caracteriza por la ausencia de silicato sódico, por lo que la fijación se realiza a partir de la mezcla de sosa caustica y carbonato sódico. Hay que tener en cuenta a la hora de llevar a cabo el proceso mediante este método, que el bicarbonato sódico presente en el carbonato sódico puede neutralizar parte de la sosa caustica y modificar relativamente los resultados. Como ventaja a la utilización de este método, es el hecho de que se evitan ciertos problemas característicos que aporta el emplear silicato sódico.

Por otra parte, y para concluir con este apartado, cabe destacar que los métodos de tintura más utilizados son los 3 primeros, más específicamente el tercero, puesto que garantizan una excelente calidad de trabajo y reproductibilidad de estudios de laboratorio a procedimiento industrial.

6.1.8. Estabilidad del baño y tiempo de fijación.

La fijación de los colorantes reactivos debe ser relativamente corta para asegurar una productividad óptima, pero esta productividad no debe perjudicar a la reproductibilidad de los estudios realizados, por lo que se debe encontrar un equilibrio para trabajar de forma eficiente.

Es cierto que una gran cantidad de álcali en el baño favorece una rápida fijación, pero a su vez, perjudica a la estabilidad del baño, viéndose reducida considerablemente y por consiguiente forzar la aparición de problemas de reproductibilidad, especialmente cuando se combinan colorantes con propiedades diferentes.

A continuación se muestra una gráfica comparativa en la que se aprecia el comportamiento de los colorantes monoreactivos y los bifuncionales en cuanto a rendimiento y porcentaje de colorante hidrolizado.

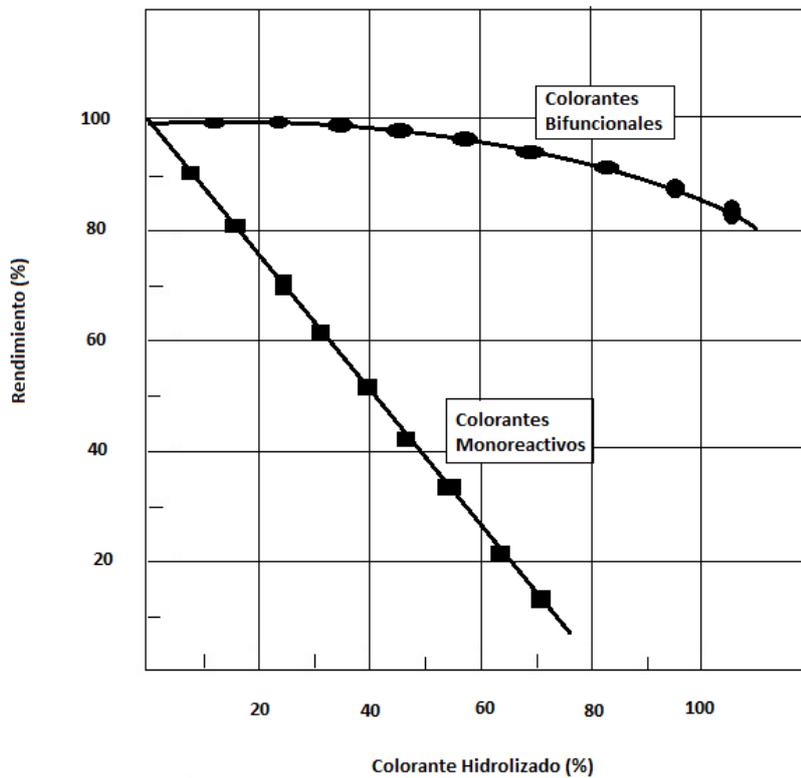


Figura 13. Evolución del rendimiento de color frente al colorante hidrolizado.

Como se observa en la gráfica adjunta anteriormente, debido a la bireactividad de los colorantes bifuncionales queda casi por completo solucionado el problema de la hidrólisis del colorante con el baño, puesto que, como se ha mencionado anteriormente en el apartado 6.1.6, únicamente se hidroliza un 6% de colorante, lo que implica una estabilidad en cuanto al rendimiento del proceso.

De esta manera, se puede explicar la excelente estabilidad del baño en este tipo de colorantes, puesto que pese a que el tiempo de espera desde que se añade el álcali sea muy elevado, únicamente va a reaccionar un grupo reactivo, quedando el otro totalmente intacto y provocando así una gran eficiencia en el proceso.

6.1.9. Propiedades frente al lavado de tintura

Para llevar a cabo un lavado continuo eficiente, los colorantes empleados en el proceso de tintura deben de tener propiedades óptimas para así ofrecer una buena resistencia frente al lavado.

Resulta intuitivo entender a estas alturas la importancia que tiene el grado de fijación del colorante, puesto que en cuanto se lleve a cabo el proceso de lavado, el colorante hidrolizado que no se encuentra fijado al tejido caerá inmediatamente, por lo que este parámetro es muy importante de cara a la resistencia que se ha comentado anteriormente.

Cabe destacar además, que para que el colorante hidrolizado se difunda desde el interior de la fibra a la superficie y así poder ser eliminado, es necesario que la molécula de colorante sea pequeña y tenga una afinidad limitada hacia el lavado

A continuación se adjunta un gráfico de barras en el que se analiza el comportamiento frente al lavado de tintura de un colorante monoreactivo y un colorante bifuncional.

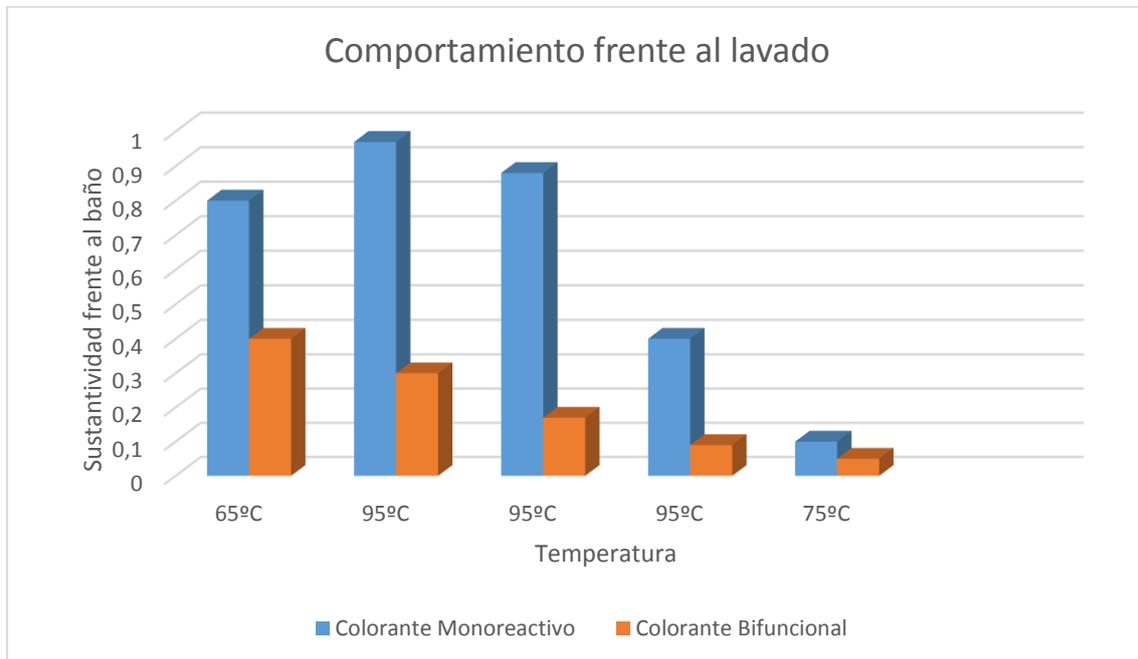


Figura 14. Sustantividad frente al baño de los colorantes.

En el gráfico se muestra el comportamiento de los dos tipos de colorantes analizados frente al lavado de tintura.

El lavado de tintura que se presenta en el gráfico es el lavado industrial explicado en el apartado 3.7 del presente proyecto.

Es necesario conocer que una temperatura elevada favorece la hidrólisis alcalina del baño de tintura por lo que es imprescindible, como ya se ha comentado anteriormente, la presencia de una primera barca a menor temperatura para la eliminación de los compuestos deseados sin favorecer la hidrólisis.

Como se puede observar, el comportamiento de los colorantes bifuncionales se encuentra totalmente controlado debido a su estructura y a sus buenas propiedades de resistencia frente al lavado, por lo que al contener una pequeña cantidad de colorante hidrolizado, la sustantividad hacia el baño es pequeña y por tanto se eliminará poco color obteniendo así resultados muy reproducibles. En cambio, observando los colorantes monofuncionales se observa como la sustantividad es elevada y que la eliminación de colorante es significativa, observándose como un incremento de temperatura en la segunda barca sigue provocando una fácil hidrólisis alcalina parcial.

6.1.10. Conclusiones

Más allá del análisis de todos y cada uno de los parámetros más destacables de los colorantes reactivos bifuncionales, uno de los puntos de mayor interés es alcanzar una buena reproductibilidad a nivel industrial de los estudios realizados en el laboratorio, lo que implica de manera necesaria una muy buena estabilidad del enlace entre el colorante-fibra y el cromóforo. De este modo, analizando la estructura de los colorantes unitarios y sus

propiedades, escogiendo las combinaciones más favorables de colorantes bifuncionales, se pueden obtener las ventajas de los grupos reactivos de manera individual y a su vez las ventajas del buen enlace que se genera con la fibra, quedando por tanto unas propiedades mucho más sofisticadas que las que presentan los colorantes monofuncionales.

Cuando se habla del término solidez, se habla de un conjunto de propiedades que caracterizan a los colorantes, como puede ser la resistencia al lavado mencionada anteriormente, la estructura específica del colorante con sus grupos reactivos, sustentividad, reactividad etc que son parámetros típicos de los colorantes bifuncionales y cuya ventaja es que aportan una calidad elevada en los productos finales.

En cuanto a calidad se trata, una vez el tejido se encuentra en su estado final, este sufre exhaustivos controles de calidad que garantizan que el producto final se encuentra en el estado deseado, sin fallos ni errores, tal y como lo requiere el cliente, y es aquí cuando la utilización de este tipo de colorantes juega un papel muy importante, puesto que como ya se ha mencionado anteriormente, gracias a sus excelentes propiedades, garantizan unos resultados muy buenos.

6.2. Estudios de laboratorio sobre los colorantes unitarios. Análisis de resultados, parámetros y conclusiones.

Durante el desarrollo de este apartado se estudiarán los diferentes parámetros que más influyen sobre el procedimiento de tintura mediante cold Pad-Batch. Algunos de estos fueron mencionados en el apartado 3.6.3 debido a que forman parte de los principales problemas en el proceso de tintura mediante este método y por tanto resulta de interés estudiarlos.

Previamente a la realización de los 4 estudios referidos a los colorantes reactivos unitarios, se ha realizado una clasificación de los mismos, planteándose todos los elementos necesarios para la preparación de los baños de tintura, incluyendo los productos auxiliares y químicos con sus respectivas cantidades, puesto que esto facilitará la comprensión de diversas pautas que se siguen y de los estudios que se llevan a cabo. No obstante, dentro de cada uno de los apartados que comprenden los diferentes estudios, se exponen diversas explicaciones sobre el procedimiento experimental y como se ha llevado a cabo junto con el análisis de resultados y conclusiones referentes a los mismos.

Cabe destacar que para cada uno de los colores que se han analizado, se ha fijado como parámetro variable la fuerza de color, pues al encontrarse de forma unitaria, es el parámetro que más afectado se ve, a diferencia de los estudios con tricromías en los que se analizan otro tipo de parámetros.

Para la realización de todos y cada uno de los estudios, se precisa de un espectrofotómetro acompañado de un programa informático llamado DCIMatch-DataColor, junto con las herramientas que lo acompañan. Este potente programa, además de la fuerza de color, es capaz de proporcionar gran cantidad de parámetros, por lo que para facilitar la justificación de la fuerza de color, se añadirán valores de luminosidad (L), saturación (C) y tono (h), siendo de gran importancia el conocimiento de que una diferencia de $\pm 1,5\%$ se puede considerar despreciable.

6.2.1. Clasificación de los colorantes unitarios.

Previo a todos los estudios que se llevarán a cabo más adelante, se realiza una clasificación de todos los colorantes unitarios que se analizan, en la que se incluye la receta estándar del baño que se ha mantenido durante todos los estudios. La clasificación se va a llevar a cabo en cuanto a la concentración de colorante presente en el baño. Cabe destacar, que junto a cada uno de los colorantes que se mencionan, se especifica la concentración en la que se encuentran en la dilución original, pues inicialmente el colorante se encuentra en polvo, exceptuando el Negro Novacron CNN que se encuentra en estado líquido.

Además, se incluye también la receta estándar de cada uno de los baños de colorante, puesto que para cada muestra que se tinte se empleará un baño de 200 ml que poseerá diferentes cantidades de álcali y de auxiliares.

- Concentración del baño: 2 g/L

2 g/L Baño 200 ml	Colorante (ml)	Carbonato Sódico (ml)	Sosa Caustica 48°Bé (ml)	Albaflow PAD (ml)
Amarillo Novacron NC (50 g/L)	8	20	0,92	0,4
Pardo Novacron NC (50 g/L)	8	20	0,92	0,4
Oliva Novacron NC (50 g/L)	8	20	0,92	0,4
Gris Novacron NC (50 g/L)	8	20	0,92	0,4
Azul Novacron CD (100 g/L)	4	20	0,92	0,4

Tabla 29. Receta Colorantes unitarios. Concentración 2 g/L

- Concentración del baño: 5 g/L

5 g/L Baño 200 ml	Colorante (ml)	Silicato Sódico 40°Bé	Sosa Caustica 48°Bé (ml)	Albaflow PAD (ml)	Ladiquest G97 (ml)
Amarillo Novacron C5G (100 g/L)	10	14	1,24	0,4	0,2
Amarillo Avitera SE (100 g/L)	10	14	1,24	0,4	0,2
Naranja Novacron C3R (100 g/L)	10	14	1,24	0,4	0,2
Rojo Novacron C2BL (100 g/L)	10	14	1,24	0,4	0,2
Rojo Novacron C2G (500 g/L)	2	14	1,24	0,4	0,2
Rojo Intenso Novacron CD (100 g/L)	10	14	1,24	0,4	0,2
Azul Novacron CR (100 g/L)	10	14	1,24	0,4	0,2
Turquesa Novacron GN (100 g/L)	10	14	1,24	0,4	0,2

Tabla 30. Receta Colorantes unitarios. Concentración 5 g/L.

- Concentración del baño: 20 g/L

20 g/L - Baño 200 ml	Colorante (ml)	Silicato Sódico 40°Bé (ml)	Sosa Caustica 48°Bé (ml)	Albaflow PAD (ml)	Ladiquest G97 (ml)
Naranja Novacron S4R (100 g/L)	40	14	2,5	0,4	0,2
Rubí Novacron (100 g/L)	40	14	2,5	0,4	0,2
Marino Novacron CR (100 g/L)	40	14	2,5	0,4	0,2
Marino Novacron CBN (100 g/L)	40	14	2,5	0,4	0,2
Negro Novacron CNN (100 g/L)	40	14	2,5	0,4	0,2

Tabla 31. Receta Colorantes unitarios. Concentración 20 g/L

Estas recetas que se han fijado anteriormente, se mantendrán durante los tres primeros estudios que se realizarán a continuación, puesto que los parámetros que se estudiarán no afectan a la receta estándar, mientras que en el último estudio sí que sufrirán modificaciones para así analizar los diferentes parámetros influyentes en el proceso de tintura.

Cabe destacar que en el anexo I del proyecto se adjunta encontrar las muestras originales de tejido de cada uno de los estudios realizados, clasificadas por colorantes y por concentración del mismo en el baño, apareciendo los 4 estudios de cada colorante en una misma imagen.

6.2.2. Influencia de la temperatura del baño sobre la fuerza de color. Análisis de parámetros y resultados.

Se mencionó brevemente la influencia de la temperatura en el proceso de tintura durante el desarrollo del apartado 3.6, puesto que supone uno de los principales problemas a la hora de llevar a cabo el proceso tintóreo.

En este caso, se ha llevado a cabo el análisis de la temperatura del baño de la siguiente manera:

Se preparan 3 baños de 200 ml de la receta estándar de cada uno de los colorantes y se lleva a cabo el proceso de tintura en las siguientes condiciones:

- Temperatura Baño 1: 20°C
- Temperatura Baño 2: 30°C
- Temperatura Baño 3: 40°C

La elección de las temperaturas se ha escogido acorde a las condiciones climatológicas de las diferentes estaciones del año en una planta industrial, puesto que en condiciones normales invernales, el baño poseería una temperatura aproximada de unos 20°C mientras que en condiciones estivales se podrían alcanzar incluso los 40°C de temperatura del baño, por lo que para la obtención de dichas temperaturas en el laboratorio, se ha precisado de un aparato para alcanzarlas.

Como se ha mencionado anteriormente, se ha fijado como estándar la temperatura de 20°C, por lo que esto supondrá un 100% de fuerza de color y se comparará la fuerza de color obtenida en los otros estudios.

Una vez se planteen todos los colores de cada grupo, se adjuntara una gráfica comparativa de cada uno de ellos junto con una tabla resumen de los datos más significativos.

- Concentración del baño: 2 g/L

2 g/L	20 °C	30 °C	40 °C
Amarillo Novacron NC	100	99,61	100,57
Pardo Novacron NC	100	102,71	102,08
Oliva Novacron NC	100	103,68	102,83
Gris Novacron NC	100	98,93	94,22
Azul Novacron CD	100	106,41	105,38

Tabla 32. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 2 g/L.

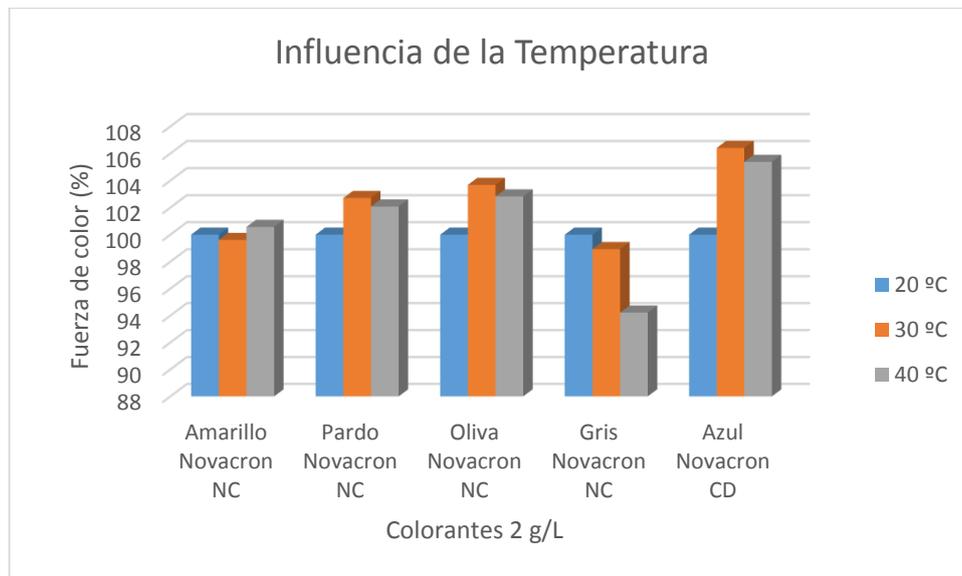


Figura 15. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 2 g/L.

Como se puede observar tanto en la tabla 29 como en su gráfico correspondiente, exceptuando el Gris Novacron NC que posee un comportamiento inverso a los demás, puesto que se aprecia una caída en la fuerza de color conforme aumenta la temperatura del baño, se cumple que el rendimiento en cuanto a fuerza de color aumenta conforme aumenta la temperatura. Resulta interesante del análisis de este primer grupo de colorantes, el incremento en la fuerza de color del colorante Azul CD, que aumenta en un 5% su rendimiento, siendo pues una cifra que se apreciaría a la vista y que en conjunto con otros colorantes buscando una tricromía resultaría necesario llevar un control de la temperatura del baño para no apreciar diferencias de matiz.

- Concentración del baño: 5 g/L

5 g/L	20 °C	30 °C	40 °C
Amarillo Novacron C5G	100	105,48	102,53
Amarillo Avitera SE	100	102,63	103,82
Naranja Novacron C3R	100	99,03	100,22
Rojo Novacron C2BL	100	101,35	99,32
Rojo Novacron C2G	100	105,83	113,99
Rojo Intenso Novacron CD	100	100,78	99,64
Azul Novacron CR	100	97,07	95,84
Turquesa Novacron GN	100	105,36	107,11

Tabla 33. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 5 g/L.

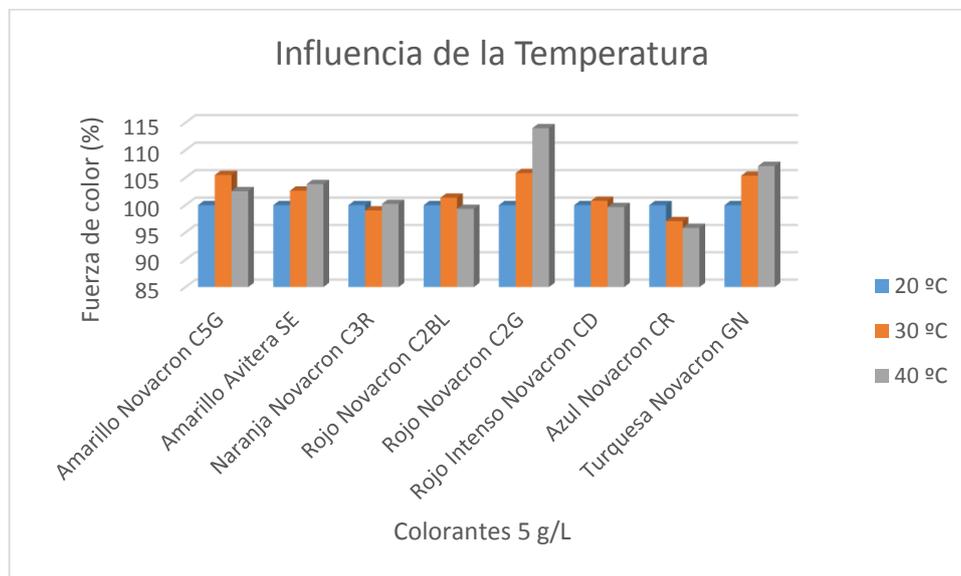


Figura 16. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 5 g/L.

Analizando los resultados obtenidos en los colorantes cuya concentración es de 5 g/L, se observa como el Amarillo C5G, el Amarillo Avitera (en menor medida, apenas apreciable), el Rojo C2G y el Turquesa GN son colorantes a los que les afecta considerablemente un aumento en la energía del baño de tincura, puesto que las diferencias son significativas y tanto de forma unitaria como en tricromías podrían causar variaciones en el matiz, por lo que dependiendo de la intensidad de color deseada, y de los colorantes con los que se trabaje se deberá realizar un control de este parámetro.

Por otra parte, el Azul CR, responde de igual manera que lo hacía el Gris NC, apreciándose una caída considerable en el rendimiento del color, que provocaría diferencias de matiz, y la no superación de los controles de calidad si se trabaja por encima de la temperatura óptima de trabajo.

- Concentración del baño: 20 g/L

20 g/L	20 °C	30 °C	40 °C
Naranja Novacron S4R	100	95,86	89,71
Rubí Novacron	100	100,31	102,61
Marino Novacron CR	100	104,42	103,4
Marino Novacron CBN	100	95,69	97,66
Negro Novacron CNN	100	100,38	100,95

Tabla 34. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 20 g/L.

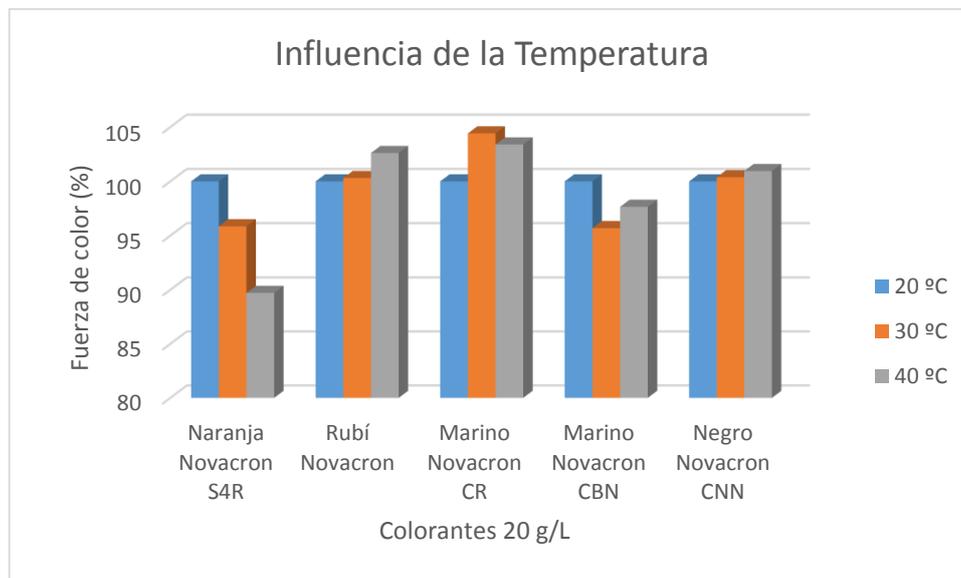


Figura 17. Resultados Fuerza Color. Influencia de la temperatura en 20 g/L.

En este caso, tanto el Negro CNN como el Rubí son colorantes muy estables a los que no les afecta una variación en la energía del baño, por lo que la estabilidad del mismo en cuanto a este parámetro es idónea. En cambio, no se puede decir lo mismo del Naranja S4R y del Marino CBN. Colorantes muy sensibles a este parámetro, pues provoca un descenso apreciable en la fuerza de color. Finalmente, el Marino CR posee una tendencia a aumentar su rendimiento con un aumento de temperatura, pero que se encontraría muy cercano al límite de apreciación de diferencias de manera unitaria.

6.2.3. Influencia del tiempo de reacción del baño sobre la fuerza de color. Análisis de parámetros y resultados.

Desde el instante inicial en el que se prepara la disolución del colorante y se le añade los auxiliares químicos, comienza a llevarse a cabo una reacción entre los elementos presentes en el baño.

En algunos casos, como se verá más adelante, el instante inicial es el momento de mayor rendimiento, puesto que conforme avanza el tiempo comienza a llevarse a cabo la reacción de

hidrólisis con el agua y por tanto habrá menor concentración de colorante expuesta a reaccionar con la fibra del tejido, y será por tanto cuando se aprecien colores menos intensos.

En otros, la cinética de la reacción requerirá de un discreto periodo de tiempo para alcanzar su máximo rendimiento, puesto que hay colorantes que hasta que no alcanzan el equilibrio con el álcali y los auxiliares, no aportan la fuerza de color en su totalidad.

- Concentración del baño: 2 g/L

2 g/L	INMEDIATO	5 MINUTOS	15 MINUTOS	20 MINUTOS	30 MINUTOS
Amarillo Novacron NC	100	102,71	104,67	100,69	102,47
Pardo Novacron NC	100	99,01	99,88	100,53	101,18
Oliva Novacron NC	100	100,56	100,83	97,91	97,07
Gris Novacron NC	100	103,91	102,56	104,58	99,31
Azul Novacron CD	100	95,21	96,65	94,7	93,14

Tabla 35. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 2 g/L.

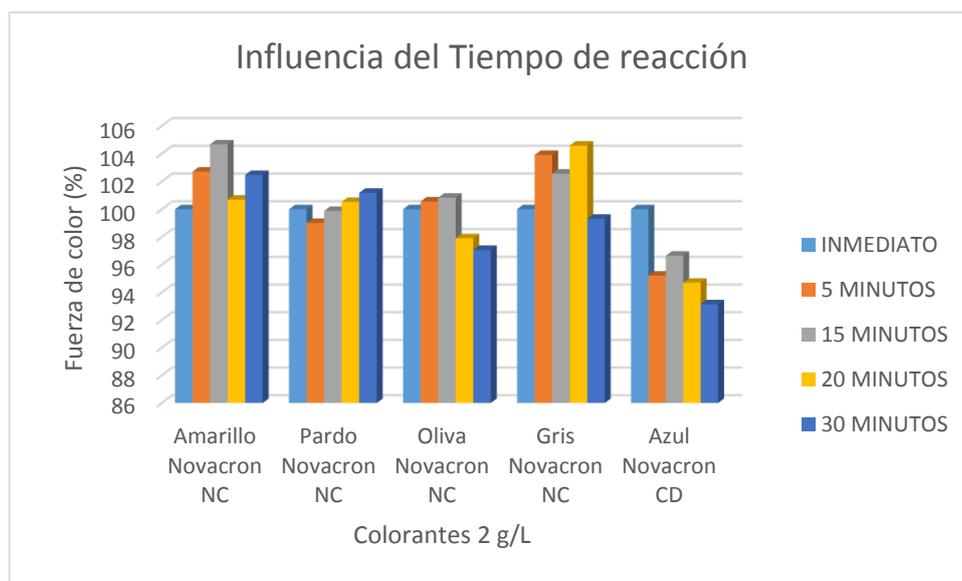


Figura 18. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 2 g/L.

Nuevamente, se puede apreciar en la Tabla 32, como el colorante Azul CD es un colorante muy sensible a las variaciones en cuanto a tiempo de reacción del baño, requiriendo una tintura inmediata para la obtención de resultados correctos, puesto que la caída de rendimiento alcanza hasta un 7% a los 30 minutos.

En cambio, los demás colorantes con sus respectivas variaciones cercanas al 3-4 % en algunos casos, siguen una tendencia relativamente estable, lo que implica que el rendimiento de estos no se ve muy afectado dejando que el baño de tintura reaccione y no tintando de manera inmediata.

- Concentración del baño: 5 g/L

5 g/L	INMEDIATO	5 MINUTOS	15 MINUTOS	20 MINUTOS	30 MINUTOS
Amarillo Novacron C5G	100	101,33	99,86	101,62	98,6
Amarillo Avitera SE	100	96,15	97,07	97,7	97,09
Naranja Novacron C3R	100	101,3	106,26	100,01	101,9
Rojo Novacron C2BL	100	99,01	99,46	98,51	95,68
Rojo Novacron C2G	100	101,94	104,73	94,08	94,49
Rojo Intenso Novacron CD	100	101,23	102,11	98,23	103,63
Azul Novacron CR	100	99,6	101,3	99,5	99,28
Turquesa Novacron GN	100	93,5	97,57	95,33	98,43

Tabla 36. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 5 g/L.

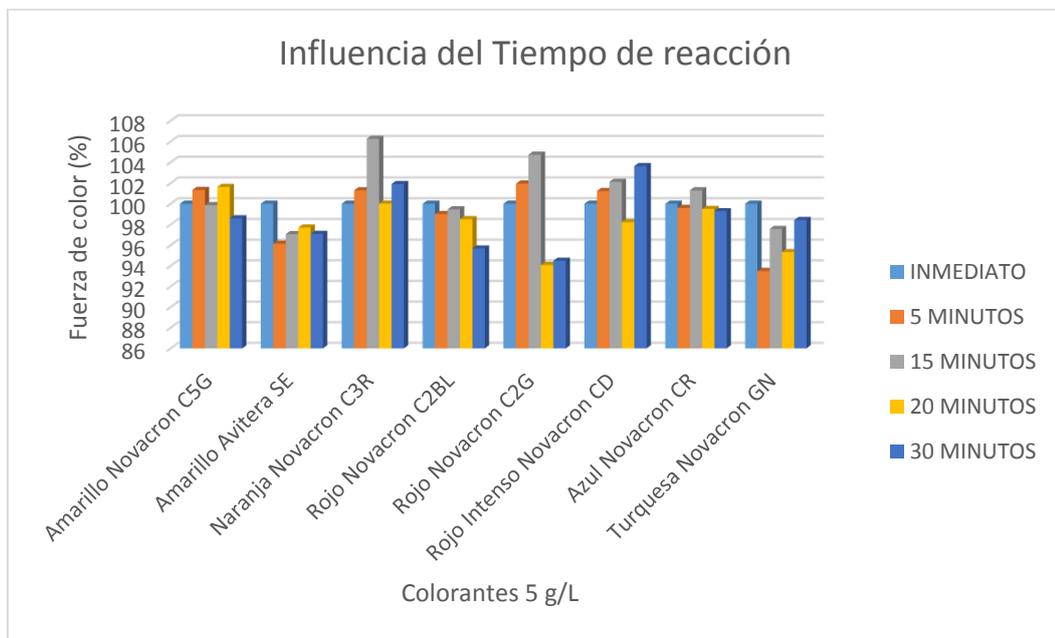


Figura 19. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 5 g/L.

Resulta interesante el hecho de que exceptuando el Azul CR y el Amarillo C5G, colorantes con una buena estabilidad frente al tiempo de reacción del baño, los demás colorantes, de una manera o de otra sufren diferencias en su rendimiento de color.

En el caso de los colorantes que sufren pérdida de fuerza de color, es debido a que en el momento inicial, el colorante no se encuentra hidrolizado, y conforme va avanzando la cinética de la reacción, mas colorante reacciona con el agua, por lo que a la hora de tinter la muestra de tejido, se tendrán menos enlaces entre la fibra y los colorantes, y a la hora de realizar en lavado de tintura, habrá menos colorante fijado a la fibra.

En cuanto a los colorantes que evolucionan hacia un incremento de rendimiento, quiere decir que necesitan un pequeño periodo de tiempo para que se lleva la reacción entre los auxiliares y el colorante hasta alcanzar su máximo rendimiento, que por lo general suele darse a los 15 minutos como máximo, siendo a partir de este momento cuando el colorante comienza a hidrolizar y ocurriría el caso mencionado en el párrafo anterior.

- Concentración del baño: 20 g/L

20 g/L	INMEDIATO	5 MINUTOS	15 MINUTOS	20 MINUTOS	30 MINUTOS
Naranja Novacron S4R	100	97,4	95,83	94,12	98,3
Rubí Novacron	100	93,56	93,67	95,53	94,96
Marino Novacron CR	100	104,18	103,91	103,75	99,59
Marino Novacron CBN	100	100,29	98,97	98,84	100,98
Negro Novacron CNN	100	99,96	99,83	100,34	100,43

Tabla 37. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 20 g/L.

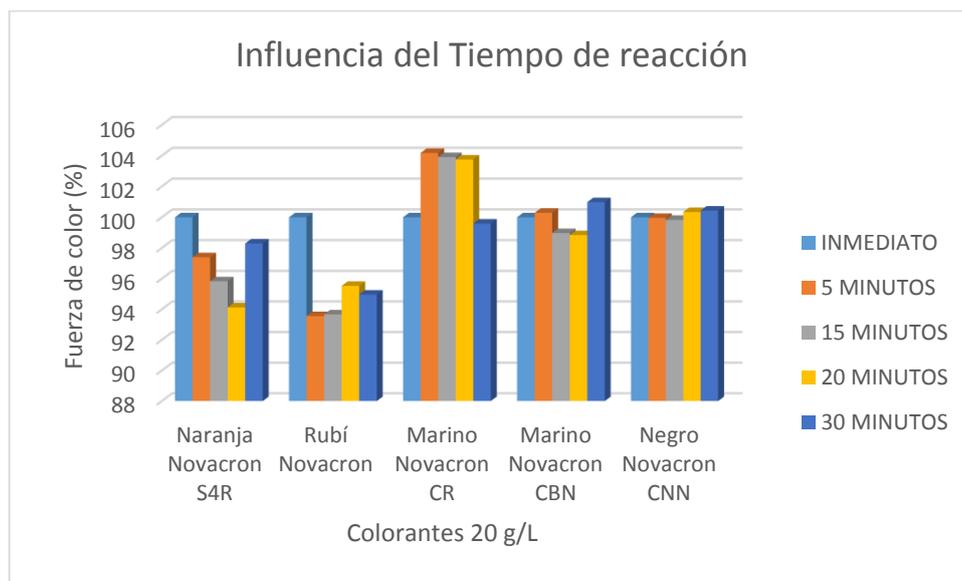


Figura 20. Resultados Fuerza Color. Influencia del tiempo en 20 g/L.

Nuevamente, el Negro CNN se consolida como un colorante muy estable también frente a la cinética de la reacción del baño, de igual manera que ocurre con el Marino CBN, en el que se aprecian diferencias insignificantes.

Por otra parte, destacan tanto el Naranja S4R como el Rubí, puesto que vistos los resultados obtenidos, sufren de manera relativamente rápida la reacción de hidrólisis con el agua, siendo por tanto más que recomendable tintarlos en el menor tiempo posible desde que se le añade el álcali y los auxiliares.

Finalmente, el comportamiento del Marino CR resulta interesante de analizar, puesto que requiere de un tiempo hasta alcanzar su máximo rendimiento y a partir de este comienza a darse la reacción de hidrólisis.

Se debe tener especial cuidado a la hora de preparar disoluciones con más de un colorante, tratando de encontrar un equilibrio en cuanto a la cinética de reacción del baño, puesto que pueden apreciarse diferencias importantes entre diferentes muestras con la misma receta.

6.2.4. Influencia del Dip to Nip sobre la fuerza de color. Análisis de parámetros y resultados.

El Dip to Nip se define como la absorción del tejido frente a variaciones en los parámetros de tintura, manteniendo la receta original del baño.

En este caso, los parámetros que se pueden modificar son la presión del foulard y su velocidad de manera que una presión mayor proporcionará una menor absorción puesto que se exprime de una manera más fuerte el tejido una vez se impregna del baño de tintura, y por otra parte, un descenso en la velocidad de tintura provocará un aumento en la cantidad de color absorbido, debido a que el tiempo de residencia del tejido en el baño es mayor.

Finalmente, el último parámetro que se puede modificar es el número de pasadas del tejido por el Foulard, lo que provocará un aumento en la absorción y por tanto un aumento en la fuerza de color.

De esta manera, se tratará de encontrar un equilibrio entre la presión del foulard y la velocidad del mismo para la obtención, a priori, de la misma absorción y por tanto de los mismos resultados.

Para la obtención del valor de la absorción del tejido adjunta en la tabla 35, se realizó una prueba únicamente con agua como baño de tintura y se calculó este parámetro de manera orientativa.

A continuación se adjunta una tabla en la que se mencionan las variaciones en las condiciones de trabajo mediante las cuales se han llevado a cabo los diferentes estudios:

Condiciones de Trabajo	DIP TO NIP 1	DIP TO NIP 2	DIP TO NIP 3
Presión del Foulard (kg)	1,8	1,8	1,2
Numero de Pasadas	1	2	1
Velocidad del Foulard (m/min)	1	1	4
Absorción (%)	79	87	80

Tabla 38. Condiciones de trabajo. Estudios Dip to Nip.

- Concentración del baño: 2 g/L

2 g/L	DIP TO NIP 1	DIP TO NIP 2	DIP TO NIP 3
Amarillo Novacron NC	100	110,6	99,96
Pardo Novacron NC	100	103,33	94,84
Oliva Novacron NC	100	101	92,44
Gris Novacron NC	100	118,81	92,76
Azul Novacron CD	100	109,57	97,84

Tabla 39. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 2 g/L.

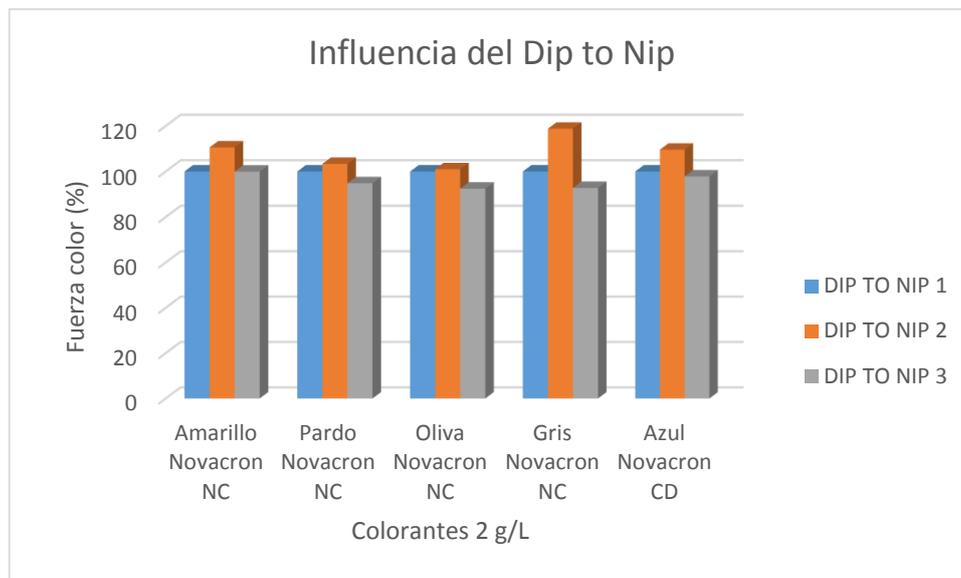


Figura 21. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 2 g/L.

Como se puede observar, los resultados obtenidos en el estudio número 2 aportan un aumento considerable en todos los colorantes debido a que, como se mencionó anteriormente en la Tabla 35, la absorción aumentaba un 8%, excepto en el Oliva NC que se mantiene estable, lo que implica que este colorante no es sensible a un aumento en la absorción, puesto que se obtienen los mismos resultados con 1 pasada por el foulard que con 2, lo que resulta sorprendente.

Por otra parte, realizando la comparación entre los estudios 1 y 3, en los cuales se había obtenido una absorción similar, se presentan resultados relativamente diferentes en cuanto a fuerza de color (entre un 5 y un 8 %), exceptuando el Amarillo NC, colorante que responde acorde a la absorción de ambos estudios.

Esto se debe a que el tiempo de residencia resulta ser un parámetro más influyente que la presión del foulard, puesto que incrementando la velocidad, pese a que la absorción obtenida sea igual debido a la reducción de la presión, el tiempo que el tejido se encuentra en contacto con el baño es mucho menor y por tanto justifica la aparición de estas diferencias.

- Concentración del baño: 5 g/L

5 g/L	DIP TO NIP 1	DIP TO NIP 2	DIP TO NIP 3
Amarillo Novacron C5G	100	106,55	102,65
Amarillo Avitera SE	100	103,95	104,3
Naranja Novacron C3R	100	113,78	102,95
Rojo Novacron C2BL	100	111,48	99,45
Rojo Novacron C2G	100	118,08	102,48
Rojo Intenso Novacron CD	100	110,42	99,9
Azul Novacron CR	100	112,31	98,32
Turquesa Novacron GN	100	106,25	98,24

Tabla 40. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 5 g/L.

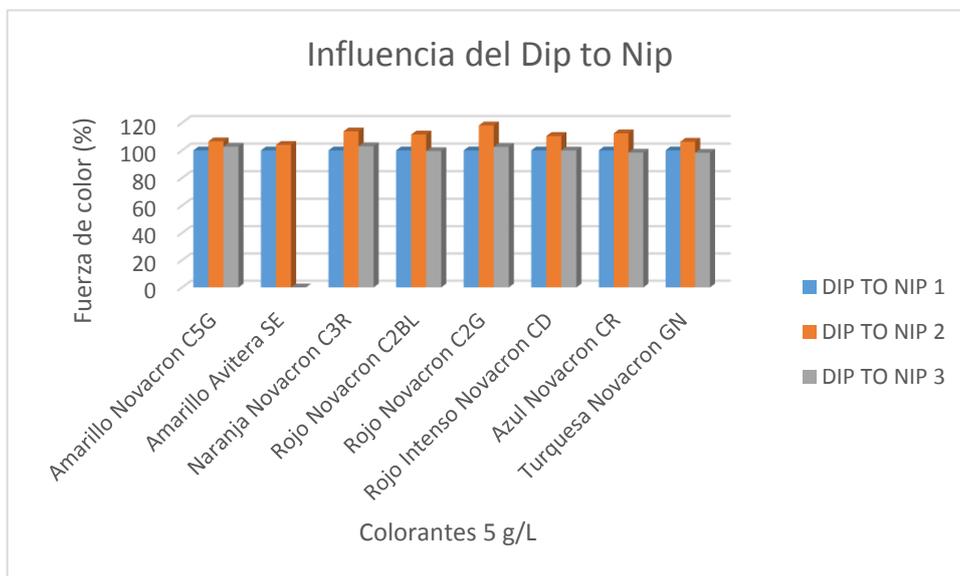


Figura 22. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 5 g/L.

De igual manera que ocurría con los colorantes cuya concentración era de 2 g/L, los resultados obtenidos en el estudio 2 aportan una mayor fuerza de color debido a una mayor absorción, pero a diferencia de los anteriores, realizando la comparación entre los estudios 1 y 3, se han obtenido resultados muy similares, y en algunos casos, se han alcanzado valores de fuerza de color ligeramente superior en el estudio 3, lo que indica que estos colorantes poseen una estabilidad muy favorable frente a las variaciones de velocidad y presión, lo que implicará que a la hora de realizar tricromías, estos colorantes podrán adaptarse a unas condiciones u otras dependiendo de con que colorantes se encuentren trabajando, lo que aporta una gran flexibilidad en las condiciones tintóreas.

- Concentración del baño: 20 g/L

20 g/L	DIP TO NIP 1	DIP TO NIP 2	DIP TO NIP 3
Naranja Novacron S4R	100	104,16	101,58
Rubí Novacron	100	103,83	102,99
Marino Novacron CR	100	108,57	101,26
Marino Novacron CBN	100	106,6	103,44
Negro Novacron CNN	100	100,29	96,48

Tabla 41. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 20 g/L.

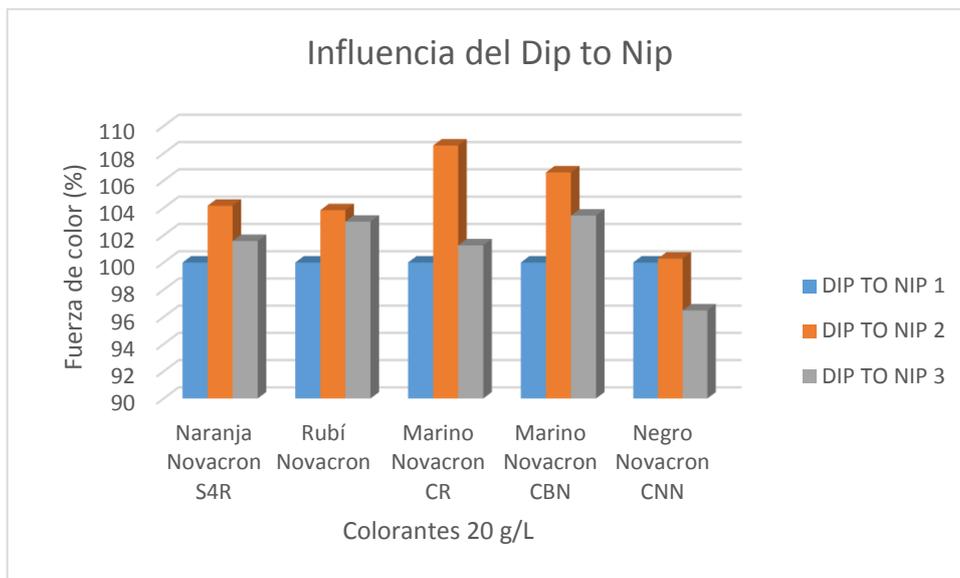


Figura 23. Resultados Fuerza Color. Influencia del Dip to Nip en 20 g/L.

Observando la tabla 38, y realizando la comparación entre los estudios 1 y 3, se aprecia nuevamente una estabilidad relativamente elevada puesto que teniendo presentes las tolerancias de error del programa informático, los resultados obtenidos no aportan diferencias superiores al 3% en el caso del Marino CBN, que sería el más desfavorable.

De igual manera que ha ocurrido en los otros estudios, se han obtenido valores con mayor fuerza de color en el estudio número 2, pero en este caso, las diferencias no son tan remarcadas como en los casos anteriores, encontrando así el negro CNN, colorante que como se ha observado en estudios anteriores, es muy estable frente a cualquier variación bien sea de las condiciones de trabajo como de las condiciones del baño.

6.2.5. Influencia del pH del baño sobre la fuerza de color. Análisis de parámetros y resultados.

El último parámetro que se ha analizado es el pH del baño, que es uno de los parámetros que pese a no proporcionar variaciones extremas en cuanto a fuerza de color de manera unitaria en

los colorantes, sí que lo hace en las tricromías, por lo que resulta imprescindible conocer de manera individual cual es el pH óptimo de trabajo para cada grupo de colorantes.

Las variaciones de pH se producen debido a fluctuaciones en la concentración de álcali en el baño, es decir, variaciones en la concentración final de la sosa caustica, el carbonato sódico o el silicato sódico, y que son desde el punto de vista industrial, una de las causas más comunes de la aparición del degradé.

En los estudios realizados a continuación, las variaciones de pH se han realizado con un pH-metro en línea y dosificando únicamente sosa caustica, manteniendo los demás compuestos del álcali constantes a la receta original.

De esta manera, resulta interesante conocer los pH óptimos de trabajo y realizar un seguimiento en línea de este parámetro, junto con el seguimiento exhaustivo de las dosificaciones de los compuestos químicos que forman el álcali en cada uno de los casos.

- Concentración del baño: 2 g/L

2 g/L	PH = 11.85	PH = 12.25	PH = 12.5	PH = 12.7
Amarillo Novacron NC	92,09	99,95	99,88	100
Pardo Novacron NC	106,64	109,81	108,4	100
Oliva Novacron NC	98,11	99,91	100,64	100
Gris Novacron NC	96,77	99,92	101,38	100
Azul Novacron CD	96,6	102,17	104,62	100

Tabla 42. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 2 g/L.

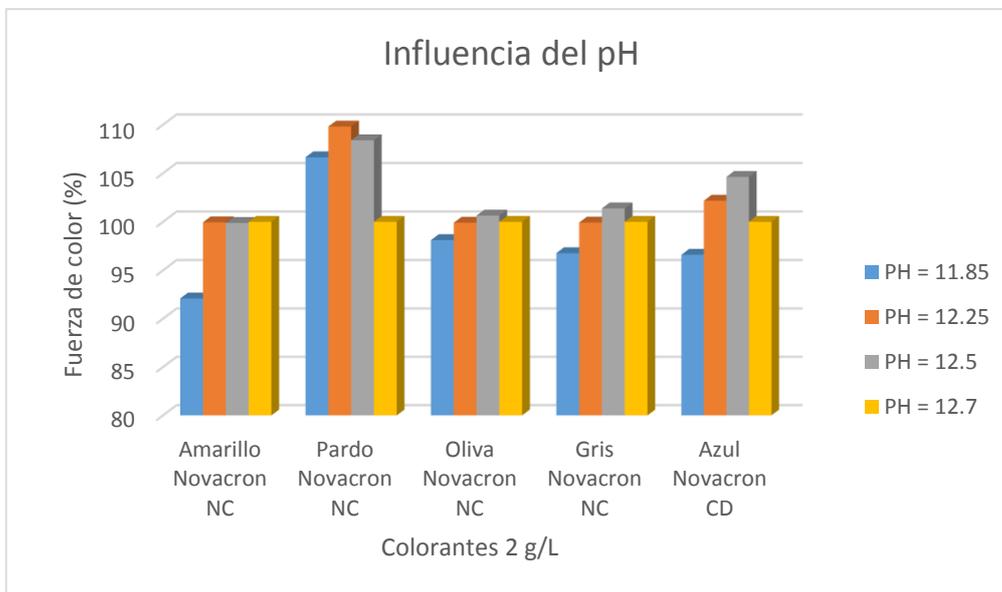


Figura 24. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 2 g/L.

Exceptuando los valores obtenidos en el Pardo NC, en los que se aprecia un rendimiento superior a pH inferiores, se puede observar como los valores obtenidos siguen una tendencia de rendimiento estable o ligeramente creciente hasta alcanzar el pH óptimo de estos colorantes que sería el cercano a 12.7.

- Concentración del baño: 5 g/L

5 g/L	PH = 11.63	PH = 11.73	PH = 11.85	PH = 12
Amarillo Novacron C5G	100,31	102,35	100	99,97
Amarillo Avitera SE	97,92	100,64	100	100,76
Naranja Novacron C3R	98,57	99,94	100	98,67
Rojo Novacron C2BL	97,75	97,65	100	99,85
Rojo Novacron C2G	100,55	99,55	100	102,37
Rojo Intenso Novacron CD	98,11	97,72	100	97,75
Azul Novacron CR	100,81	100,44	100	100,43
Turquesa Novacron GN	94,79	97,53	100	103,39

Tabla 43. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 5 g/L.

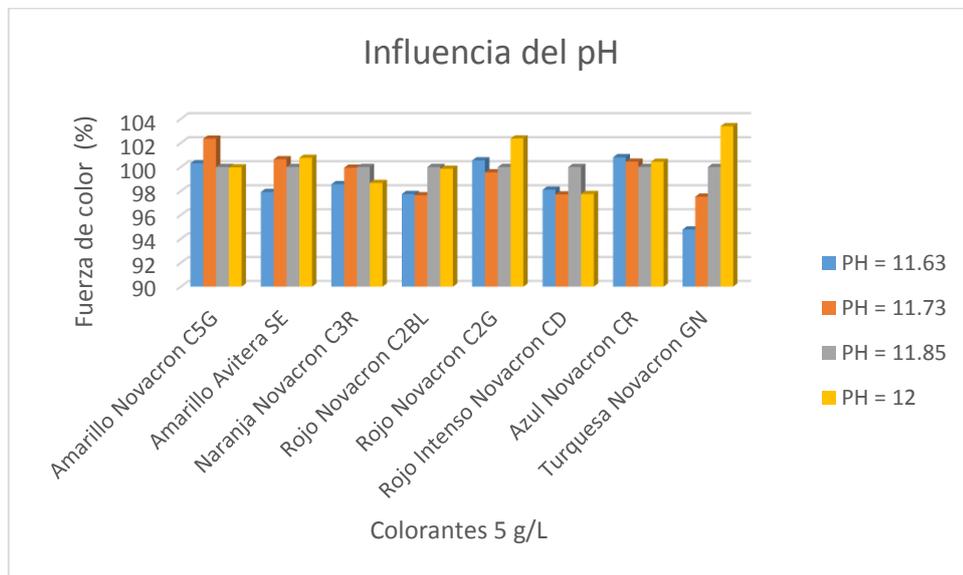


Figura 25. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 5 g/L.

Como se observa en los resultados obtenidos en la Tabla 40 y graficados en la Figura 22, este grupo de colorantes posee una estabilidad muy buena en cuanto a variaciones en el pH, puesto que los rendimientos obtenidos no exceden en ningún momento del 3% aproximadamente.

En cambio, analizando el Turquesa GN, se observa una tendencia creciente del rendimiento del color junto con el incremento del pH observando que una diferencia de 0,4 puntos en el pH aporta una diferencia de aproximadamente un 10% en cuanto a la fuerza de color, y por tanto se apreciarían grandes diferencias de matiz.

- Concentración del baño: 20 g/L

20 g/L	PH = 11,65	PH = 11,85	PH = 12.1	PH = 12.39
Naranja Novacron S4R	100,48	99,46	100	98,51
Rubí Novacron	96,16	99,01	100	102,2
Marino Novacron CR	97,01	96,56	100	101,74
Marino Novacron CBN	97,09	99,19	100	98,23
20 g/l	PH = 11.24	PH = 11.32	PH = 11,45	PH = 11,64
Negro Novacron CNN	102,59	103,41	100	103,27

Tabla 44. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 20 g/L.

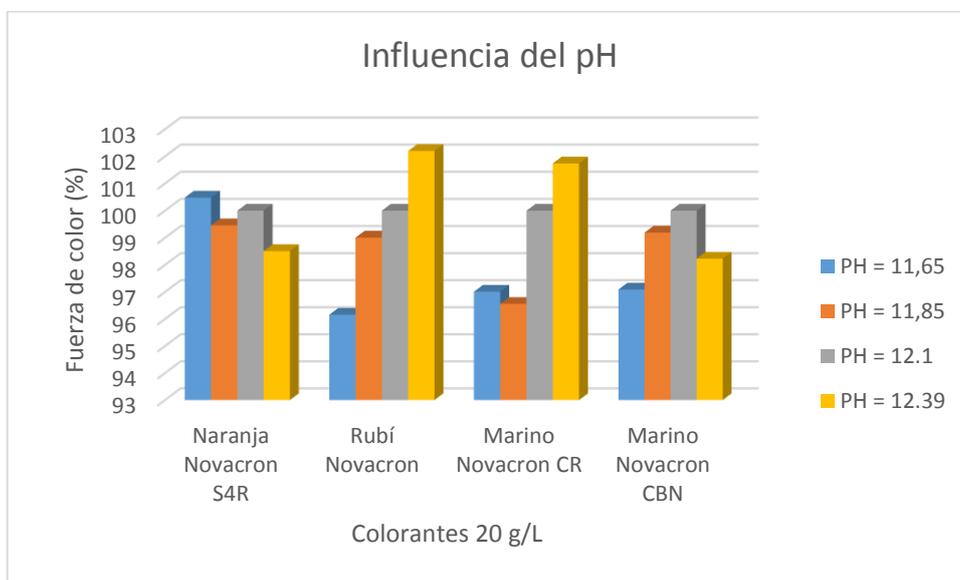


Figura 26. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 20 g/L.

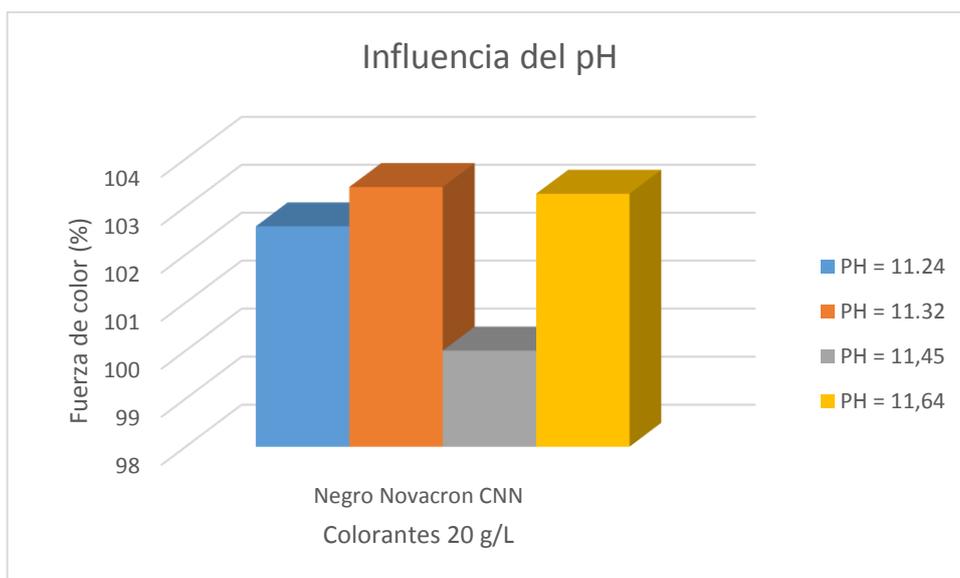


Figura 27. Resultados Fuerza Color. Influencia del pH en 20 g/L del Negro CNN.

De igual manera que ha ocurrido con los colorantes de concentración 5 g/L las variaciones que se observan en la Tabla 41 no son muy significativas, no excediendo en ningún momento del 4%, lo que quiere decir que de manera unitaria no se apreciarán grandes diferencias de tono o de matiz, pero de manera conjunta una pequeña variación de pH podría aportar diferencias muy visibles en cuanto a los parámetros mencionados.

Cabe destacar que el análisis del Negro CNN se ha llevado a cabo de manera separada pese a tener la misma concentración de baño puesto que el pH óptimo de trabajo de este colorante es menor debido a encontrarse en líquido y no en polvo de manera inicial.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES FINALES

Una vez analizadas de forma teórica todas las etapas del proceso productivo industrial y determinados los parámetros más importantes y de mayor peligro a la hora de la obtención de la calidad deseada en los procesos de impregnación, lavado de impregnación y tintura se dio paso al análisis de los mismos en el laboratorio, etapa que ha permitido conocer más profundamente estos factores y con ello extraer las conclusiones pertinentes dentro de cada uno de los apartados.

Lo más relevante de la realización de estos estudios reside en la conclusión de que la aparición errónea de uno de los factores de manera puntual probablemente no provoque grandes diferencias en cuanto a la calidad del producto final, pero que una combinación de diversos factores en estudios con más de un colorante puede provocar variaciones irreversibles y de una complejidad muy elevada debido a que resulta complicado a simple vista determinar cuál sería la causa exacta de la obtención de un producto final erróneo.

De esta manera, resulta imprescindible la realización de gran cantidad de estudios a nivel de laboratorio, tratando de confeccionar las condiciones óptimas de trabajo que aportarán la mayor calidad y la optimización del proceso a nivel industrial.

Una vez realizados estos estudios y determinadas las condiciones de trabajo idóneas, se debe prestar especial atención a nivel industrial de estos parámetros, realizando seguimientos en línea durante el proceso productivo que permitirán, en caso de obtención de algún error, facilitar la localización del foco problemático y la rápida solución del mismo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Bradbury, Collishaw, Moorhouse (Dystar), *“Desarrollos en la tecnología de colorantes reactivos”*,
- *Reproductibilidad de los colorantes mct para tintura en género de punto de algodón 100%* http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5814/1/22658_1.pdf
- Revista de Química Textil n. 153, pp. 75-83 (2001). <http://www.acoltex.org/revista153/index.html#p=1>
- Red Textil Argentina. <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/fibras/f-ennoblecimiento/233-insumos-para-el-ennoblecimiento-de-fibras/colorantes-textiles/colorantes-sinteticos/colorantes-reactivos/fisicoquimica-de-la-tintura-con-colorantes-reactivos/415-fisicoquimica-de-la-tintura-con-colorantes-reactivos>
- J.M. Sire, *“Pad-Batch Process with Cibacron C Dyes”*
- Indicadores y estadísticas sector textil. <http://www.minetur.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/Presentaciones%20sectoriales/Textil%20y%20confecci%C3%B3n.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística (INE) <http://www.ine.es/>
- Centro de Información Textil y de la Confección (CITYC). <http://cityc.es/informacion/>
- Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña <http://web.gencat.cat/es/temes/mediambient/>

ANEXOS

ANEXO I:

**Muestras originales de cada
uno de los estudios
realizados en el laboratorio**

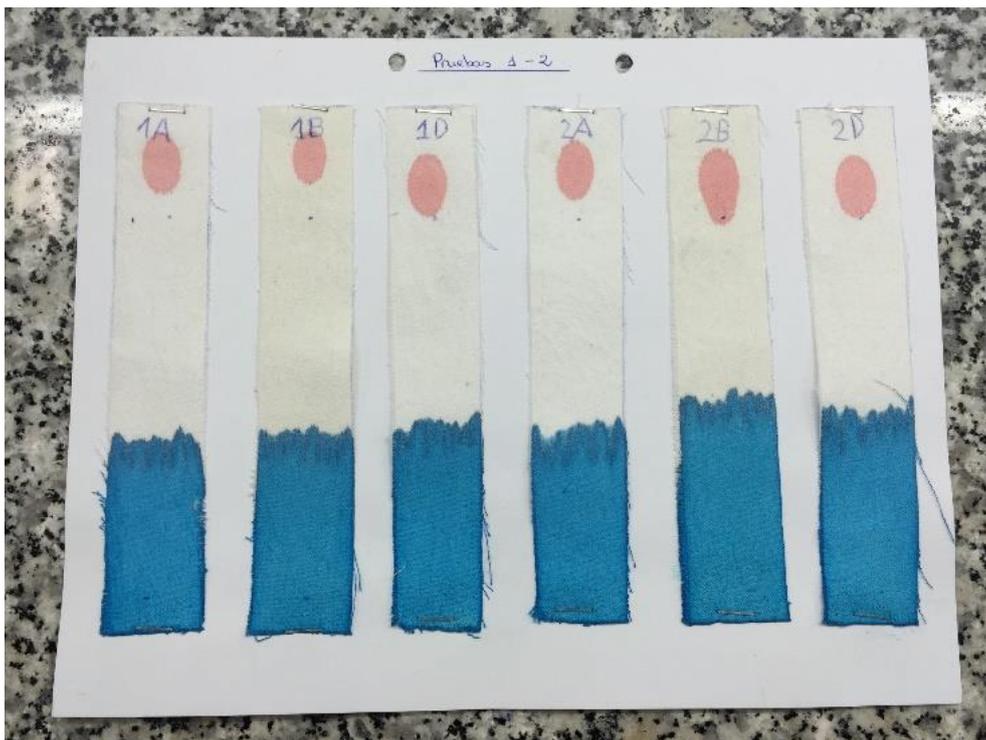
ANEXO I

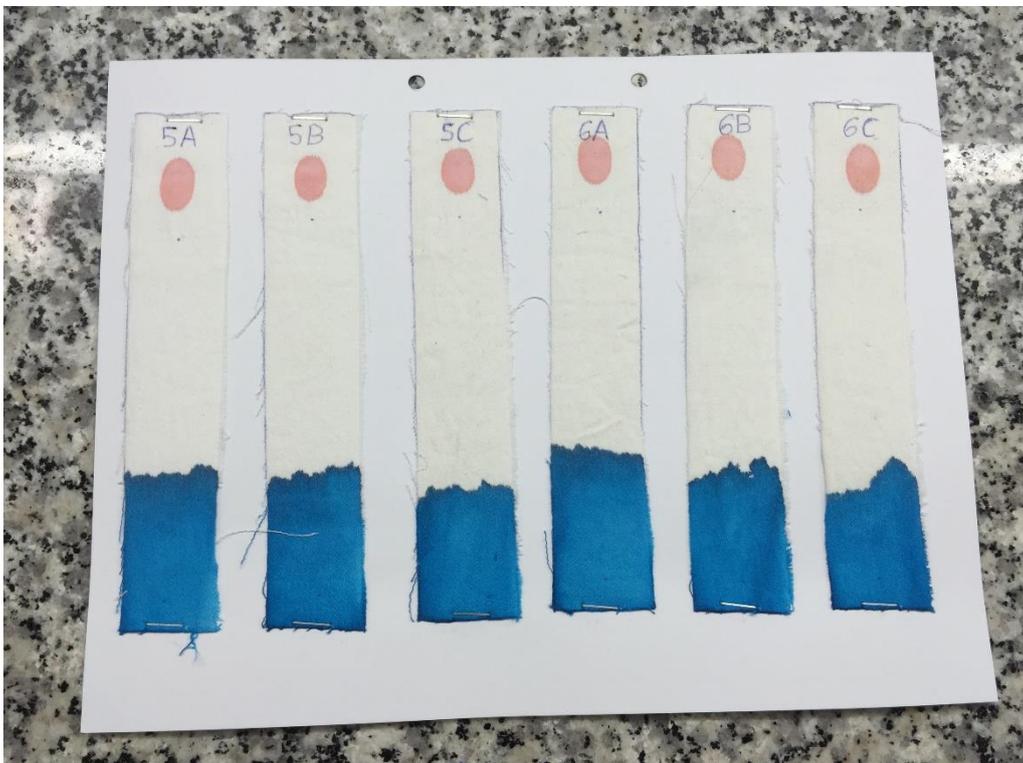
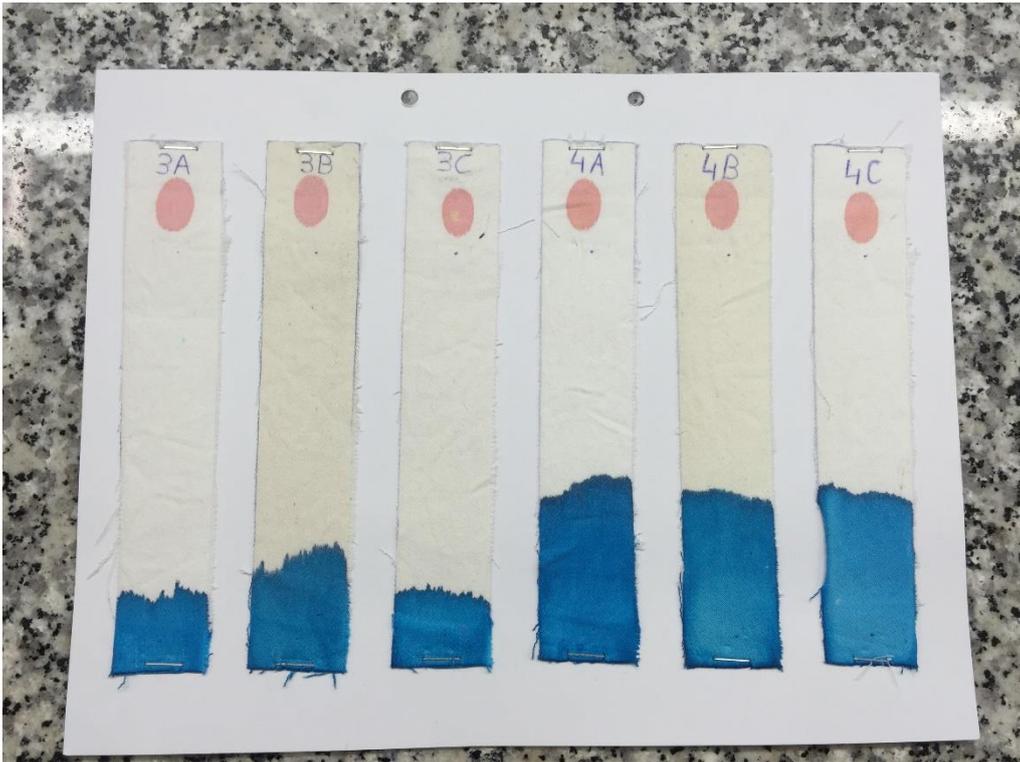
En el presente anexo, se adjuntan todas y cada una de las muestras originales mediante las cuales se ha llevado a cabo todos los estudios.

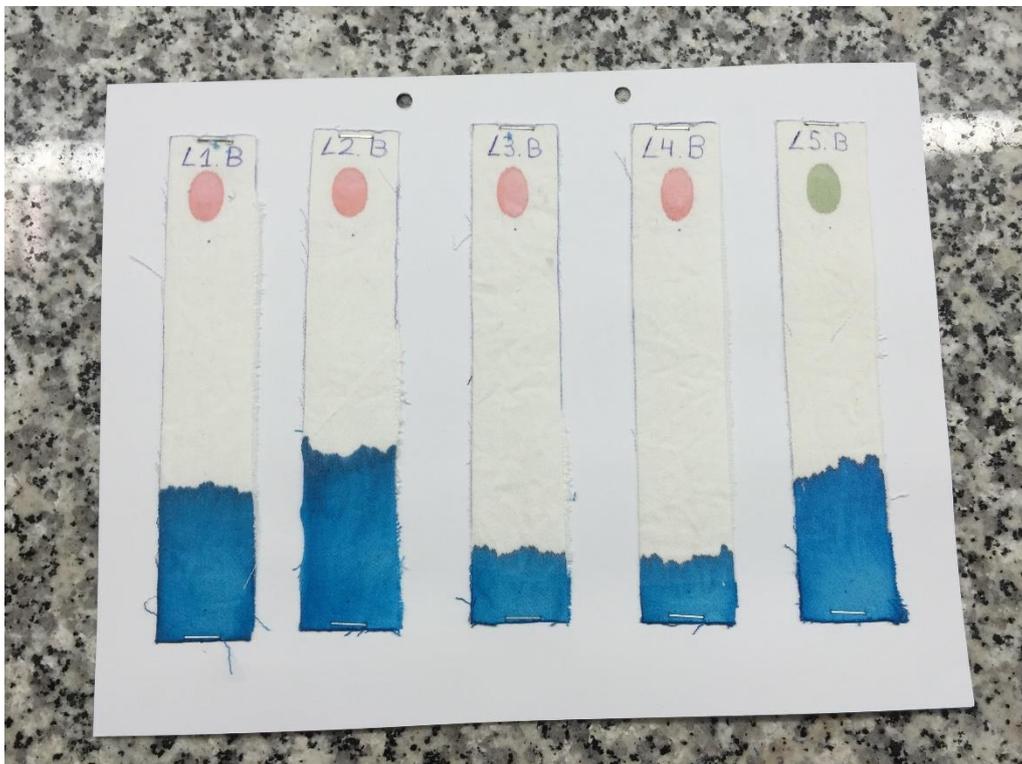
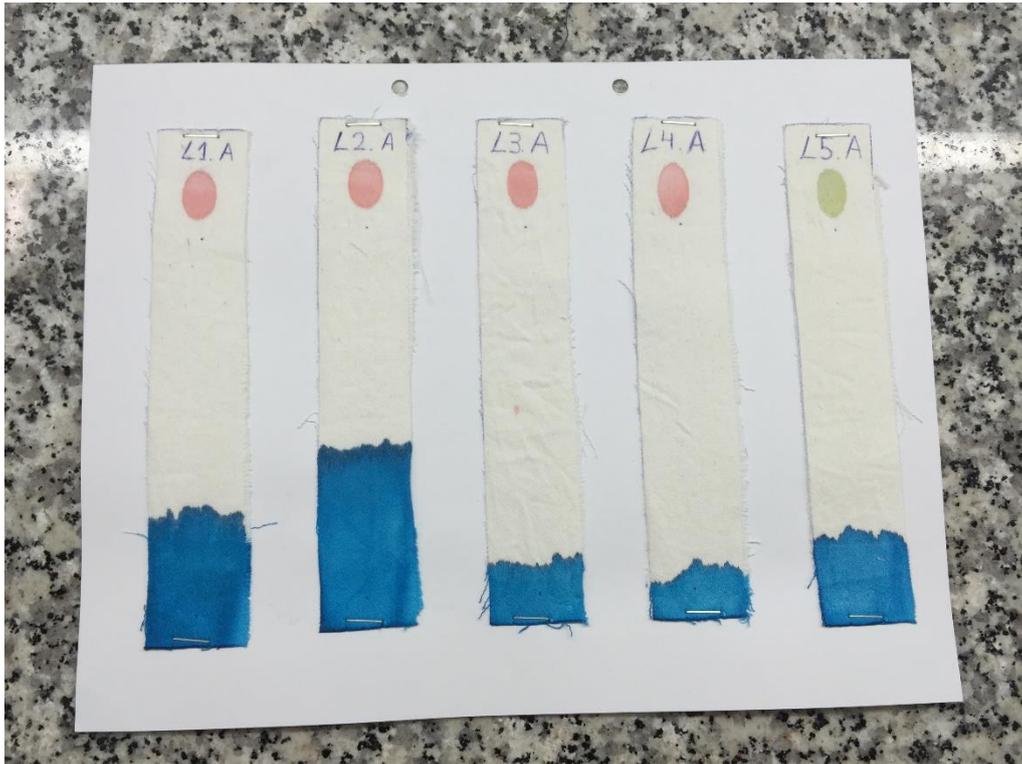
Inicialmente se adjuntan imágenes de los estudios correspondientes a las etapas de preparación del tejido, en la que se pueden apreciar los resultados comentados anteriormente.

A continuación, en cada una de las imágenes adjuntas, se observan los 4 estudios realizados para cada colorante reactivo unitario en la que a simple vista resulta complicado apreciar las diferencias, pero gracias a los programas informáticos y el análisis de resultados obtenidos en apartados anteriores y el anexo anterior, es posible extraer las conclusiones pertinentes. Cabe destacar que se ha seguido la misma clasificación durante todo el proyecto, es decir, ordenados por concentración de colorante en el baño.

- **Muestras estudios de los procesos de impregnación y lavado de impregnación.**



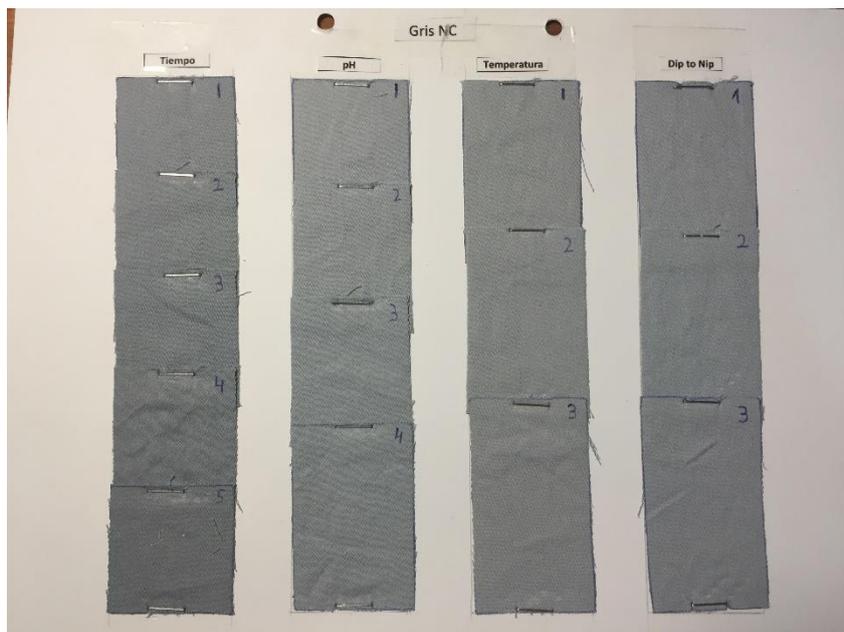
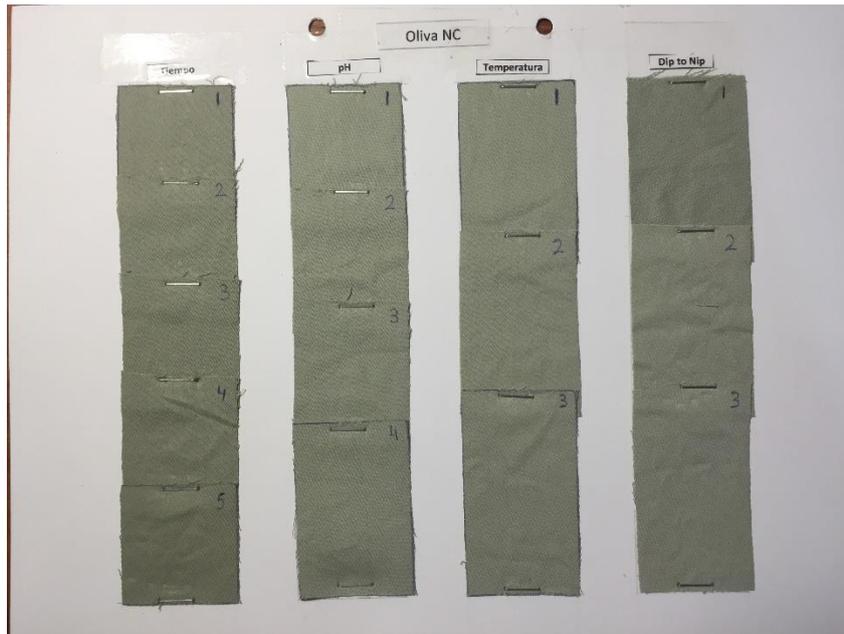


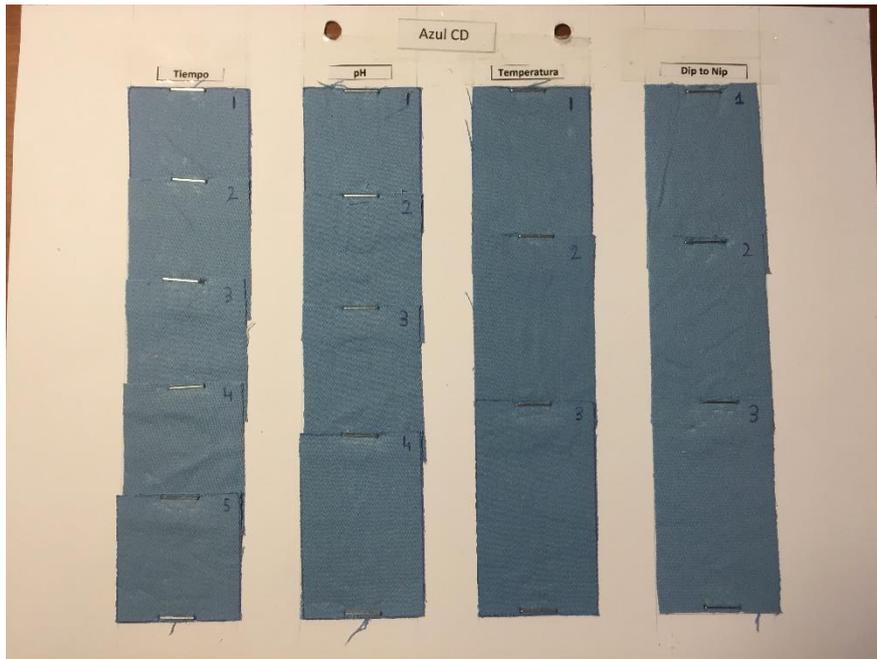


Muestras estudios de los colorantes reactivos unitarios

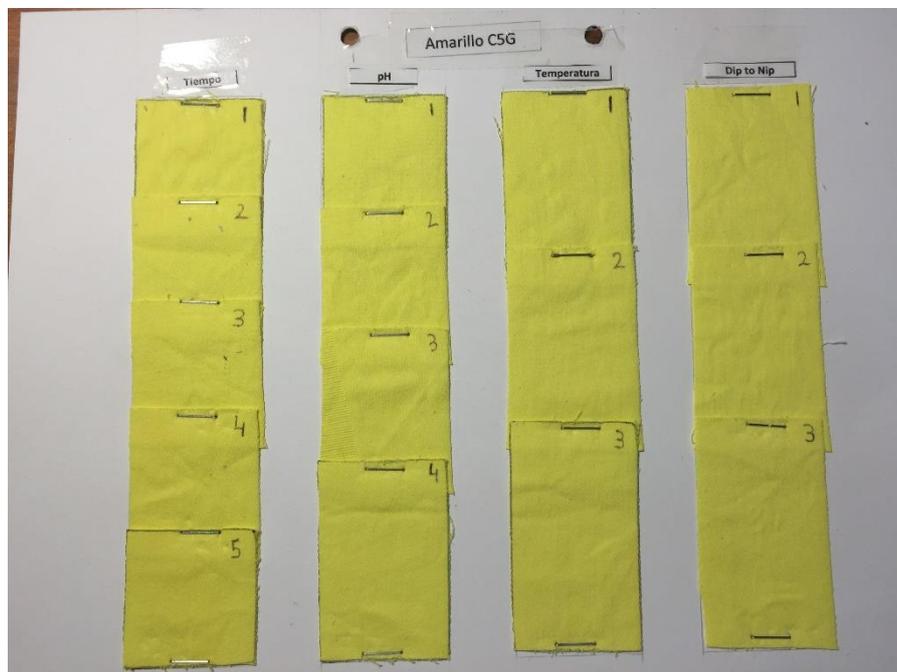
- Concentración del baño: 2 g/L

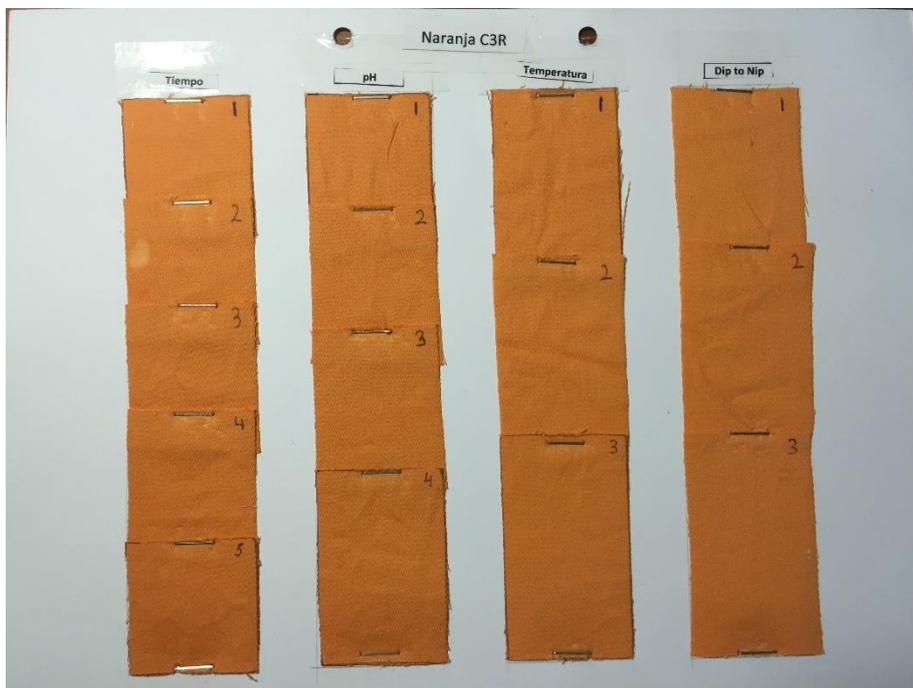
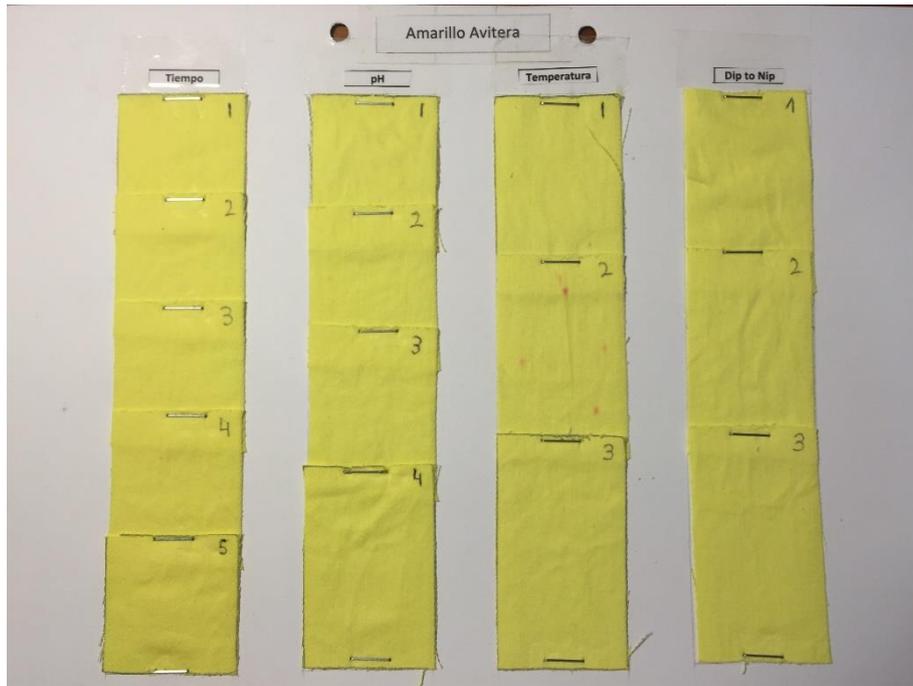


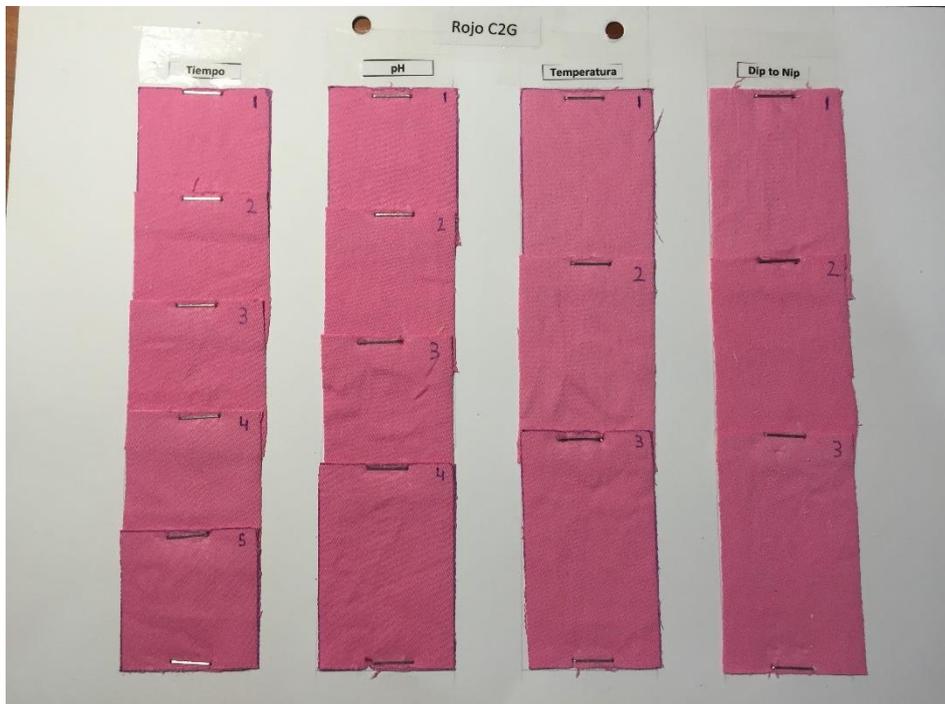
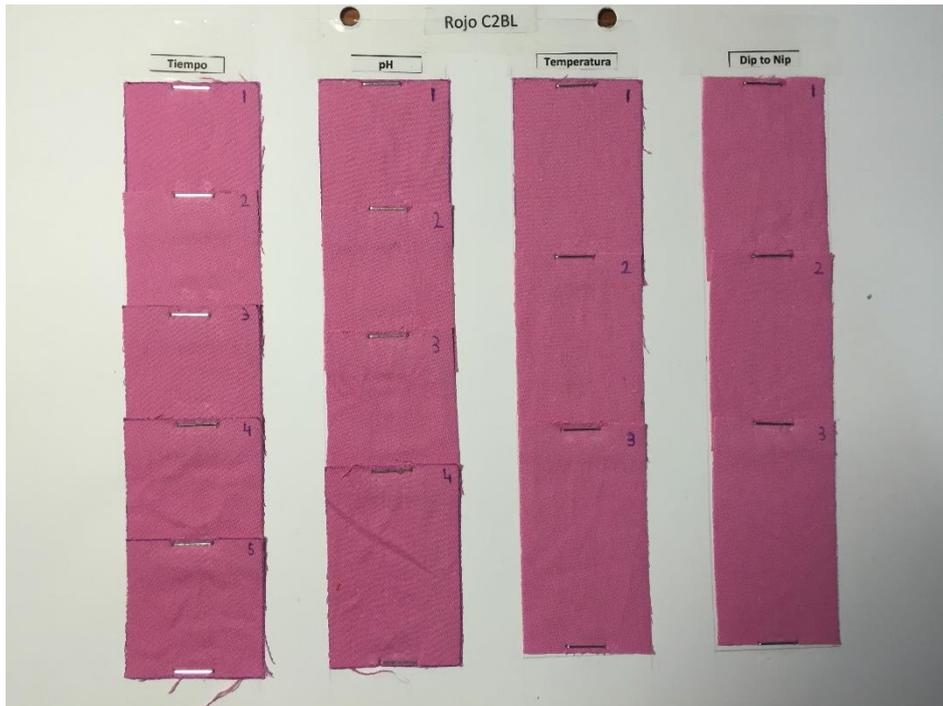


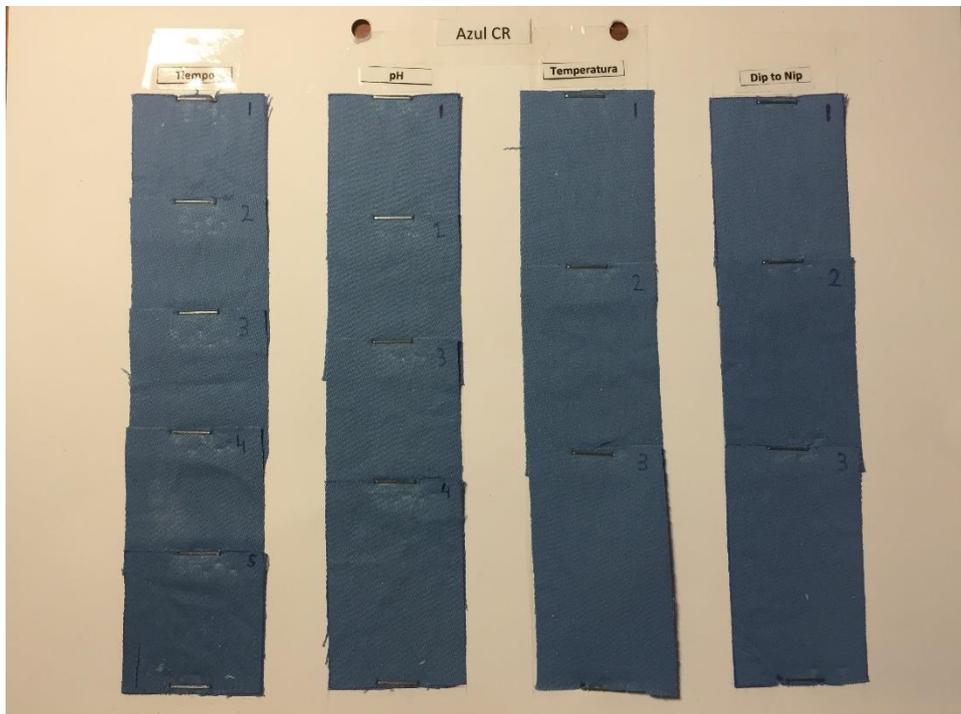
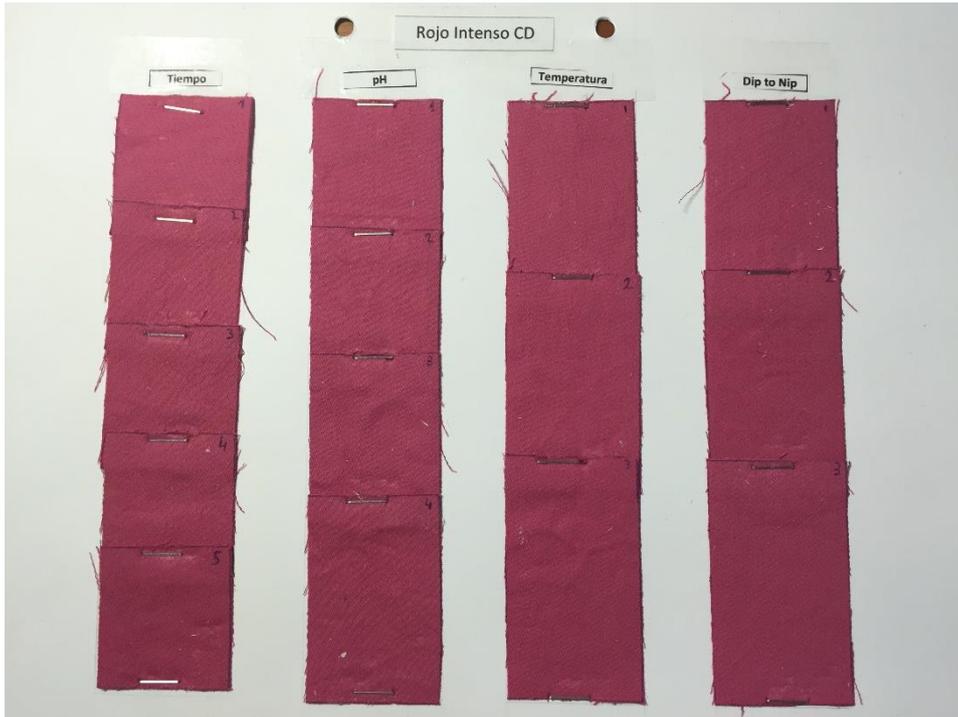


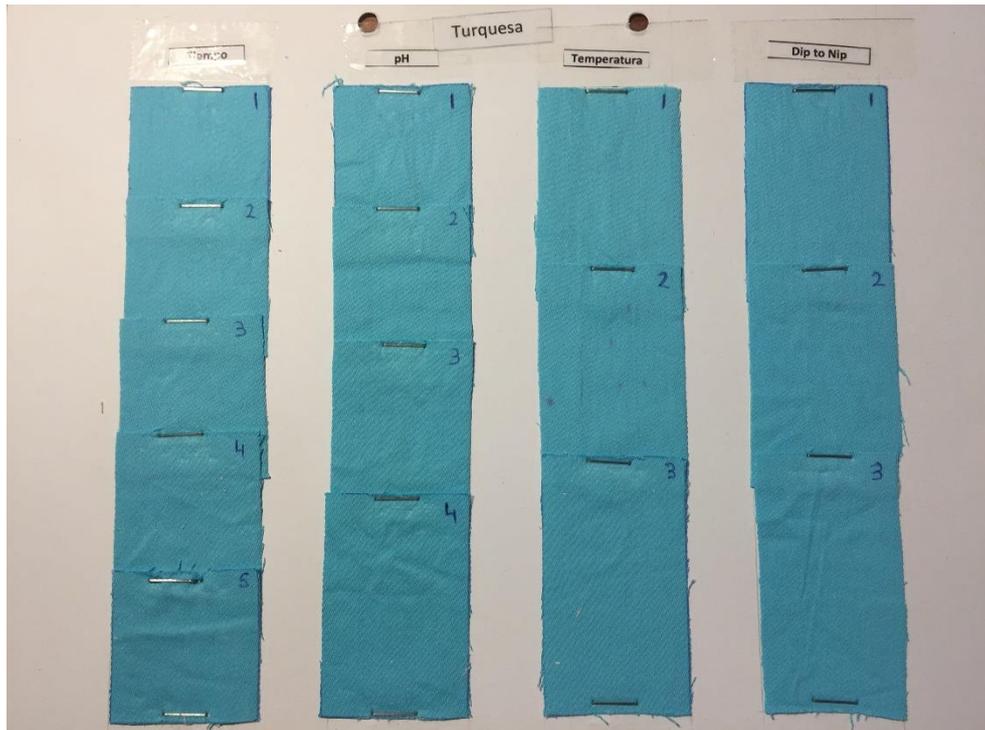
- Concentración del baño: 5 g/L



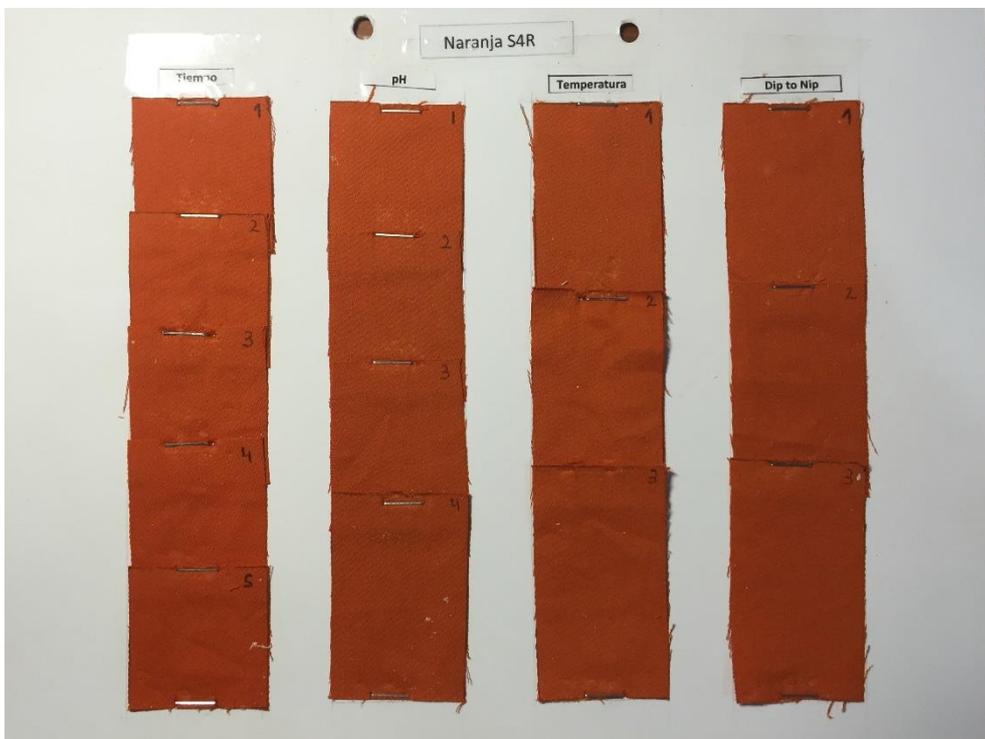




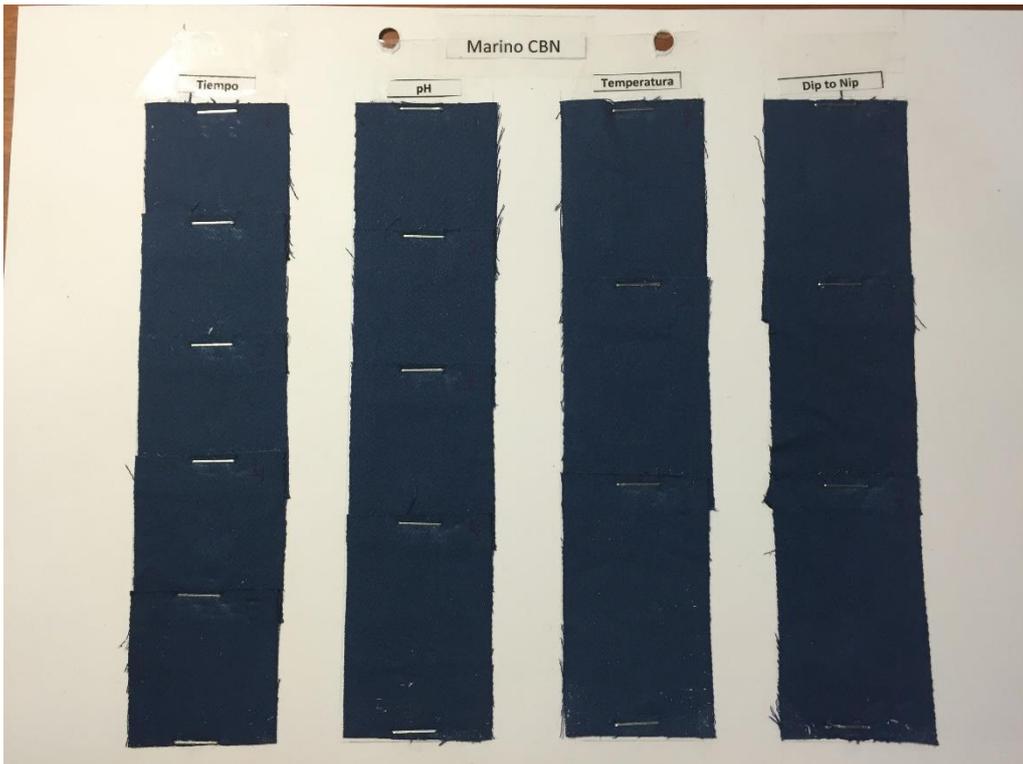




- Concentración del baño: 20 g/L









UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

DOCUMENTO 2

ESTUDIO ECONÓMICO Y PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL ESTUDIO ECONÓMICO Y PRESUPUESTO

1. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS EN EL PROCESO DE TINTURA MEDIANTE PROCEDIMIENTO COLD PAD-BATCH. COMPARACIÓN CON OTROS MÉTODOS. _____ pg 5
2. PRESUPUESTO 1: COSTES FIJOS Y COSTES VARIABLES PARA LOS DIFERENTES MÉTODOS DE TINTURA. _____ pg 7
3. PRESUPUESTO 2: COSTES FIJOS Y COSTES VARIABLES PARA DIFERENTES LONGITUDES DE PARTIDA MEDIANTE PROCEDIMIENTO PAD-BATCH. _____ pg 10

1. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS EN EL PROCESO DE TINTURA MEDIANTE PROCEDIMIENTO COLD PAD-BATCH. COMPARACIÓN CON OTROS MÉTODOS.

La elección entre el proceso de tintura por lotes o continuo viene determinado por la calidad de producto requerida, por las condiciones de mercado y por la disponibilidad de maquinaria en la planta. En cuanto al aspecto de calidad, los parámetros que se fijan a priori son los siguientes: apariencia visual, ausencia de arrugas, uniformidad en el tono de color sobre todo el tejido y la reproductibilidad de los métodos de tintura.

De forma inevitable, cuando se selecciona un proceso continuo siempre surge la duda de cuál es el capital necesario, las instalaciones necesarias, los costes de operación y sobre todo el periodo de amortización.

Bajo condiciones favorables en cuanto a los parámetros planteados anteriormente, los métodos de tintura continuos son más económicos que los métodos de tintura por lotes, sin embargo, las desviaciones que aparecen en el primer método son mayores y por tanto complican su viabilidad económica.

El proceso de tintura mediante el procedimiento cold Pad-Batch conlleva ciertos parámetros que resulta interesante analizar, pues a la hora de realizar un estudio de viabilidad económica y tratar de economizar el proceso, se debe tener en cuenta todos y cada uno de los parámetros influyentes en él.

Para ello, se ha realizado un estudio económico en el que se ha calculado el coste por metro de tintura para una tricromía de colorantes reactivos cualquiera mediante el procedimiento Pad-Batch, el cual diferirá relativamente poco en comparación con otros métodos, puesto que únicamente habrá que añadir el coste que implique la utilización de más agentes auxiliares y productos químicos, por lo que únicamente se ha realizado un análisis.

En cambio, realizando el análisis del coste de la maquinaria empleada para cada uno de los procesos sí que se aprecian diferencias considerables, por lo que sí se ha realizado dicho estudio para cada uno de los diferentes métodos de tintura con el fin de establecer comparaciones entre ellos.

2. Presupuesto 1: Costes fijos y costes variables para los diferentes métodos de tintura.

MÉTODO DE TINTURA	Pad-Batch	Pad-Steam	Pad-Thermofix	Pad-Dry Pad-Steam
Inversión				
Foulard	25.000	25.000	25.000	25.000
IR Pre-secadora	0	0	20.000	20.000
Secadora	0	0	35.000	35.000
Calentador	0	0	30.000	0
Vaporizador	0	35.000	0	35.000
Lavador	80.000	80.000	80.000	80.000
Secadora	20.000	20.000	20.000	20.000
Dispositivos por lotes	10.000	0	0	0
Otros dispositivos	20.000	20.000	20.000	20.000
Inversión total (€)	155.000	180.000	230.000	235.000
Costes de capital				
Amortización (% anual)	20	20	20	20
Tasa de interés (% anual)	8	8	8	8
Costes de capital anual (€)	43.400	50.400	64.400	65.800
Coste de la planta				
Coste de la planta por m2 (€)	100	100	100	100
Espacio (m2)	200	400	450	500
Costes de la planta anual (€)	20.000	40.000	45.000	50.000
Otros costes fijo				
Costes de mantenimiento anual (€)	15.000	18.000	23.000	26.000
Seguro anual (€)	4.000	5.000	6.000	7.000
Total otros costes fijos anuales (€)	19.000	23.000	29.000	33.000
Costes de empleo				
Número de trabajadores por turno	2	3	4	6
Turnos por día	3	3	3	3
Coste anual por trabajador (€)	20.000	20.000	20.000	20.000
Total costes de empleados anuales (€)	120.000	180.000	240.000	360.000
TOTAL COSTES FIJOS ANUALES (€)	202.400	293.400	378.400	508.800
Horas de trabajo				
Días teóricos de trabajo al año	225	225	225	225
Número de horas por turno	8	8	8	8
Horas teóricas de trabajo al año	5.400	5.400	5.400	5.400
Horas Mantenimiento anuales	225	225	225	225
Horas Otros mantenimientos anuales	260	260	260	260
Horas reales trabajadas al año	4.915	4.915	4.915	4.915
TOTAL COSTES FIJOS POR HORA (€)	41,18	59,70	76,98	103,52

MÉTODO DE TINTURA	Pad-Batch	Pad-Steam	Pad-Thermofix	Pad-Dry Pad-Steam
Costes de energía y agua				
Electricidad				
Consumo de electricidad (kW/h)	50	113	122	150
Coste electricidad por kWh (€)	0,10	0,10	0,10	0,10
Coste electricidad por hora (€)	5,00	11,30	12,20	15,00
Coste electricidad anual (€)	24.575	55.540	59.963	73.725
Gas				
Consumo de gas (m3/h)	0	0	50	50
Coste gas por m3 (€)	0,40	0,40	0,40	0,40
Coste de gas por hora (€)	0,00	0,00	20,00	20,00
Coste de gas anual (€)	0	0	98.300	98.300
Agua				
Consumo de agua (m3/h)	15	15	15	15
Coste de agua por m3 (€)	2	2	2	2
Coste de agua por hora (€)	30	30	30	30
Coste de agua anual (€)	14.750	14.750	14.750	14.750
Vapor				
Consumo de vapor (tons/h)	2,50	3,70	2,50	3,70
Coste de vapor por tons (€)	40	40	40	40
Coste de vapor por hora (€)	100	148	100	148
Coste de vapor anual (€)	491.500	727.420	491.500	727.420
Petróleo				
Consumo de petróleo (kg/h)	0	0	60	50
Coste de petróleo por kg (€)	0	0	0,15	0,15
Coste de petróleo por hora (€)	0,00	0,00	9,00	7,50
Coste de petróleo anual (€)	0	0	44.235	36.937
TOTAL COSTES ENERGÍA Y AGUA POR HORA (€)	135,00	189,30	171,20	224,00
TOTAL COSTES ENERGÍA Y AGUA ANUALES (€)	663.525	930.410	841.448	1.100.960

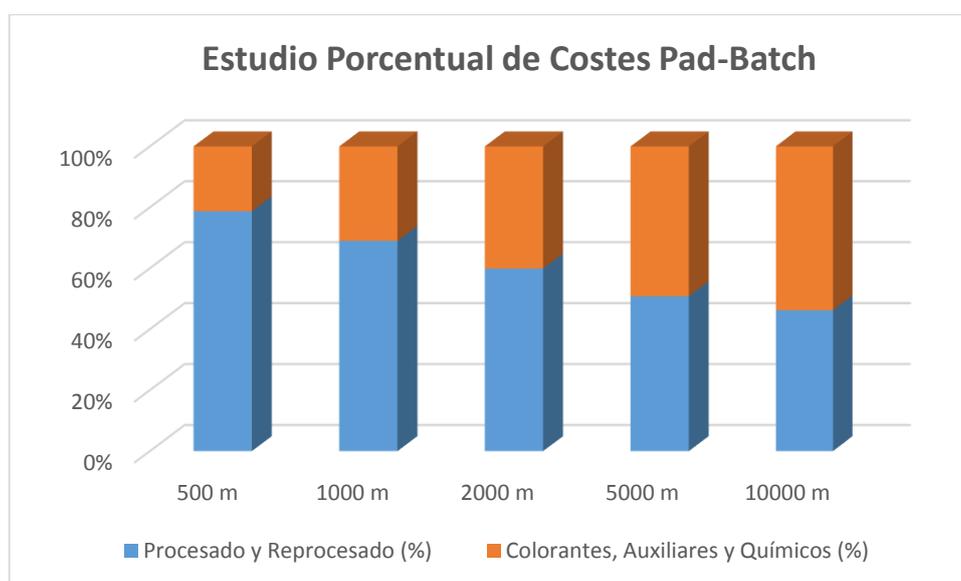
MÉTODO DE TINTURA	Pad-Batch	Pad-Steam	Pad-Thermofix	Pad-Dry Pad-Steam
COSTES TOTALES POR HORA (€)	176,18	249,00	248,18	327,52
COSTES TOTALES ANUALES (€)	865.924,70	1.223.835	1.219.804,70	1.609.760,80

2. Presupuesto 2: Costes fijos y costes variables para diferentes longitudes de partida mediante procedimiento Pad-Batch.

MÉTODO DE TINTURA: PROCESO PAD-BATCH					
Longitud de la partida (m)					
Parámetros analizados	500 m	1.000 m	2.000 m	5.000 m	10.000 m
Velocidad media de tintura (m/min)	50	50	50	50	50
Coste por hora del proceso (€)	255,5	255,5	255,5	255,5	255,5
Reprocesado (%)	5	5	5	5	5
Peso del tejido (g/m. lineal)	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00
Absorción del tejido (%)	80	80	80	80	80
Coste de los colorantes					
Precio por kg de Colorante A (€)	23	23	23	23	23
Precio por kg de Colorante B (€)	15	15	15	15	15
Precio por kg de Colorante C (€)	6	6	6	6	6
Costes de los elementos auxiliares					
Precio por litro de agente humectante (€)	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Precio por litro de agente dispersante (€)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Precio por kg de agente auxiliar C (€)	0	0	0	0	0
Costes de los elementos químicos					
Precio por kg de Carbonato Sódico (€)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Precio por kg de Sosa Caustica 48ºBé (€)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Precio por kg de Silicato Sódico (€)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Concentración de los colorantes					
Colorante A (g/l)	6	6	6	6	6
Colorante B (g/l)	14	14	14	14	14
Colorante C (g/l)	4	4	4	4	4
Concentración elementos auxiliares					
Agente Humectante (cc/l)	2	2	2	2	2
Agente Dispersante (cc/l)	1	1	1	1	1
Agente Auxiliar C (cc/l)	0	0	0	0	0
Concentración elementos químicos					
Carbonato Sódico (g/l)	0	0	0	0	0
Sosa Caustica (g/l)	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Silicato Sódico (g/l)	70	70	70	70	70

MÉTODO DE TINTURA: PROCESO PAD-BATCH					
Longitud de la partida (m)					
Parámetros analizados	500 m	1.000 m	2.000 m	5.000 m	10.000 m
Tiempo de arranque (h)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Contenido del tanque (l)	188	376	752	1880	3760
Costes de Laboratorio por nuevo estudio (€)	95	95	95	95	95
Costes de laboratorio por metro (€)	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
Coste del tejido por partida (€)	50	50	50	50	50
Coste del tejido por metro (€)	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
Horas teóricas de producción (h)	0,17	0,33	0,67	1,67	3,33
Horas reales de producción (h)	0,42	0,58	0,92	1,92	3,58
Costes de maquinaria por partida (€)	107,31	148,19	235,06	490,56	914,69
Costes de maquinaria por metro (€)	0,21	0,15	0,12	0,10	0,09
Costes de reprocesado por partida (€)	21,90	33,80	57,10	126,50	240,50
Costes de reprocesado por metro (€)	0,044	0,034	0,029	0,025	0,024
Costes Totales procesado y reprocesado por metro	0,554	0,334	0,224	0,155	0,129
Eficiencia (% del total de las horas)	40	57	72	87	93
Coste de colorantes, auxiliares y químicos por litro de baño (€)	0,399	0,399	0,399	0,399	0,399
Coste de colorantes y auxiliares empleados (€)	75,01	150,02	300,05	750,12	1.500,24
Costes Totales de colorantes ,auxiliares y químicos por metro (€)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
COSTES TOTALES POR METRO (€)	0,704	0,484	0,374	0,305	0,279

MÉTODO DE TINTURA: PROCESO PAD-BATCH					
ESTUDIO PORCENTUAL DE COSTES					
Longitud de la partida	500 m	1000 m	2000 m	5000 m	10000 m
Procesado y Reprocesado (%)	78,70	69	59,90	50,82	46,23
Colorantes, Auxiliares y Químicos (%)	21,3	31	40,1	49,18	53,77





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

DOCUMENTO 3

RESUMEN

RESUMEN

Partiendo desde el total desconocimiento del sector textil y de la industria textil, el presente Trabajo Final de Grado realiza una breve introducción al mismo en el ámbito económico y social, a nivel nacional y de los países de mayor influencia a nivel europeo.

Seguido de esto, se analiza cada una de las etapas del proceso productivo, el cual, queda retratado en un diagrama de bloques que explica de manera sencilla las etapas del mismo, y a continuación, y más en detalle, quedan analizadas todas y cada una de ellas, recalcando los puntos más importantes y significativos de cada etapa.

Una vez se tiene una visión general del proceso, se continúa por analizar mediante extensos estudios de laboratorio las etapas en las que aparecen diferentes parámetros que deben ser controlados con el fin de obtener la mayor calidad del producto final. Estas etapas son la impregnación, el lavado de impregnación y el proceso de tintura.

De esta manera, se realiza un análisis exhaustivo de estas etapas y se extraen las conclusiones adecuadas con el fin de encontrar la mayor estabilidad en cuanto a proceso, la optimización del mismo y la reducción de costes, debido a que todos los estudios realizados en el laboratorio se llevan a cabo en condiciones reproducibles a nivel industrial, lo que proporciona como se ha mencionado anteriormente, una elevada calidad del producto acabado.

Finalmente, se realiza un estudio económico en el que se comparan los diferentes procesos de tintura, y se realiza un análisis más profundo del procedimiento tintóreo conocido como "Cold Pad-Batch" y que ha sido objeto de análisis y estudio durante todo el proyecto.

