



BIBLIOTECA U.C.M.



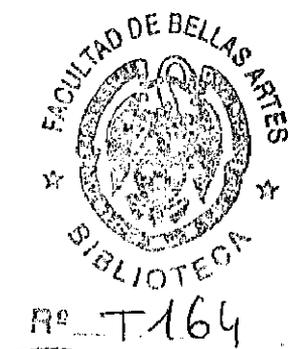
5308329618

**ESTUDIO DE LOS COLORANTES
ALIMENTARIOS PARA SU
APLICACIÓN EN LAS BELLAS ARTES**



Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Bellas Artes
Departamento de Pintura

**ESTUDIO DE LOS COLORANTES
ALIMENTARIOS PARA SU APLICACIÓN
EN LAS BELLAS ARTES**



Tesis Doctoral realizada por:

M^a CRISTINA MORAL TURIEL

y dirigida por:

Dr. MANUEL HUERTAS TORREJÓN

Madrid 1995

A mi marido
y a mis hijos

AGRADECIMIENTOS

- Al **Dr. D. MANUEL HUERTAS TORREJÓN** por su acogida y eficaz dirección, durante todo momento, en la presente investigación.
- Al **Dr. D. FELIPE CALVO CALVO** q.e.p.d. que con su experiencia y tenacidad supo inculcarme la ilusión necesaria para comenzar y perseverar en esta empresa.
- A la **Prof. Dña. ELOISA VIVAS ARCE** que, con su tesón y paciencia, tanta ayuda me prestó al iniciar esta investigación.
- Al **Dr. D. TAISIR A. MASOUD MUSA**, por su orientación inicial y por poner a mi disposición todo el material documental del **Dpto. de NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA** de la Universidad de Alcalá de Henares.
- Al **LABORATORIO DE ESPECTROSCOPIA** del Dpto. De Química-Física Aplicada de la Universidad Autónoma de Madrid y muy especialmente al **Dr. D. JOSÉ MANUEL LÓPEZ POYATOS** que, con su gran experiencia científica y docente me facilitó la realización de los espectros.
- A todo el personal del **LABORATORIO DE QUÍMICA-FÍSICA** de la E.U. de Magisterio de Guadalajara de la Universidad de Alcalá de Henares por las facilidades recibidas para realizar cuantas experiencias fueron precisas.

- Al fotógrafo **D. LUIS VALENCIANO** por la realización de la documentación fotográfica con una entrega absoluta y de forma totalmente altruista.

- Al **COLEGIO PÚBLICO BEATRIZ GALINDO** de Alcalá de Henares, al **ESTUDIO DE ARTE PUNTO VERDE** de Madrid y a la pintora **PEPA BURILLO** por prestarse, de forma totalmente desinteresada, a experimentar con el material confeccionado.

- A toda **MI FAMILIA** por su constante paciencia, ilusión y apoyo y de un modo muy especial a mis hermanos **Dña. MERCEDES** y **D. GREGORIO MORAL TURIEL** que han sabido poner a mi disposición sus conocimientos, experiencia y apoyo incondicional.

- Y, por último, a cuantos, en la **E.U. DE MAGISTERIO DE GUADALAJARA** y en el **Dpto. DE EDUCACIÓN** de la Universidad de Alcalá de Henares, profesores, alumnos, y personal de administración y servicios, me han prestado su ayuda y consejo.

ÍNDICE

ABREVIATURAS	XV
I.- INTRODUCCIÓN	1
I.1.- Justificación y móviles.	2
I.2.- Diferencias entre pigmentos y colorantes	3
I.3.- Toxicidad	7
II.- ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO	12
II.1.- CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ADITIVOS	13
II.1.1.- Definición	14
II.1.2.- Visión toxicológica	16
II.1.3.- Dosis	19
II.1.4.- Legislación	22
II.1.5.- Designación de los aditivos	24
II.2.- COLORANTES ALIMENTARIOS	25
II.2.1.- Definición y clasificación	28
II.2.2.- Legislación	29
II.2.3.- Colorantes naturales	31
Tabla nº 6: Colorantes naturales permitidos	
en la C.E.	33
II.2.4.- Colorantes artificiales	34
Tabla nº 7: Colorantes sintéticos permitidos	
en la C.E.	37
III- PROYECTO DE TRABAJO Y OBJETIVOS	39
IV- MATERIAL Y MÉTODOS	42
IV.1.- Selección de los colorantes a emplear	43

IV.1.1.- Colorantes autorizados por la C.E.	43
IV.1.2.- Colorantes relativos a los colores primarios	43
IV.1.3.- Colorantes hidrosolubles	44
IV.2.- Visión bibliográfica específica de cada uno de los colorantes seleccionados	44
IV.3.- Determinación de las concentraciones idóneas que se emplearán en la confección de cada color	45
IV.4.- Selección de los colores primarios	47
IV.4.1.- Catalogación en base a las tablas de Küppers	48
IV.4.2.- Catalogación según la tabla Pantone	50
IV.4.3.- Escalas cromáticas	51
IV.5.- Características plásticas básicas de los colorantes alimentarios seleccionados	51
IV.5.1.- Solubilidad y concentración	51
IV.5.2.- Catalogación cromática	52
IV.5.3.- Poder de fijación	52
Tabla nº 10: Escala de valoración del poder de fijación . . .	53
IV.5.4.- Resistencia a la luz (fotosensibilidad)	53
IV.5.5.- Transparencia-opacidad; capacidad cubriente	54
IV.5.6.- Capacidad de síntesis	56
Gráfico nº1: Elaboración de los Colores Secundarios (Círculo Cromático)	58
IV.6.- Posibilidades plásticas de los colorantes alimentarios	59
V.- RESULTADOS	60
V.1.- Selección de los colorantes a emplear	61
V.1.1.- Colorantes autorizados por la C. E.	61
V.1.2.- Colorantes relativos a los colores primarios	62
Tabla nº 12: Colorantes relativos a los colores primarios . . .	62

V.1.3.- Colorantes hidrosolubles	63
Tabla n° 13: Colorantes hidrosolubles según Aromáticos	
Metayer, S.A.	64
Tabla n° 14: Colorantes empleados	65
V.2.- Visión bibliográfica específica de cada uno de los colorantes	
seleccionados	66
COLORANTES AMARILLOS	69
Tabla n° 16: (E-101-a) Riboflavina -5- fosfato	70
Tabla n° 17: (E-102) Tartracina	71
Tabla n° 18: (E-104) Amarillo de quinoleína	72
Tabla n° 19: (E-110) Amarillo anaranjado S	73
Tabla n° 20: (E-160-b) Carotenoide: norbixina	74
COLORANTES ROJOS	75
Tabla n° 21: (E-120) Cochinilla, ácido carmínico	76
Tabla n° 22: (E-122) Azorrubina	77
Tabla n° 23: (E-124) Rojo cochinilla A	78
Tabla n° 24: (E-127) Eritrosina	79
Tabla n° 25: (E-162) Rojo de remolacha y betanina	80
Tabla n° 26: (E-163) Antocianos	81
COLORANTES AZULES	82
Tabla n° 27: (E-131) Azul patentado V	83
Tabla n° 28: (E-132) Indigotina	84
V.3.- Resultados de las concentraciones empleadas en la confección de	
cada color	85
Tabla n° 29: Tabla de concentración	88
V.3.1.- PROCESO DE OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS DE	
CONCENTRACIÓN Y COLOR DE LAS MUESTRAS DE	
LOS COLORANTES AMARILLOS	91
(E-101-a) Riboflavina -5- fosfato	92

Figura n° 14: Evolución cromática del colorante	
(E-101-a) en disolución	96
(E-102) Tartracina	97
Figura n° 15: Evolución cromática del colorante	
(E-102) en disolución.	101
(E-104) Amarillo de quinoleina	102
Figura n° 16: Evolución cromática del colorante	
(E-104) en disolución	105
(E-110) Amarillo anaranjado S.	106
Figura n° 17: Evolución cromática del colorante	
(E-110) en disolución	109
(E-160-b) Carotenoide: norbixina	110
Figura n° 18: Evolución cromática del colorante	
(E-160-b) en disolución	114
V.3.2.- PROCESO DE OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN Y COLOR DE LAS MUESTRAS DE LOS COLORANTES ROJOS	115
(E-120) Cochinilla, ácido carmínico	116
Figura n° 19: Evolución cromática del colorante	
(E-120) en disolución	119
(E-122) Azorrubina	120
Figura n° 20: Evolución cromática del colorante	
(E-122) en disolución	123
(E-124) Rojo cochinilla A	124
Figura n° 21: Evolución cromática del colorante	
(E-124) en disolución	127
(E-127) Eritrosina	128
Figura n° 22: Evolución cromática del colorante	
(E-127) en disolución	131

(E-162) Rojo de remolacha y betanina	132
Figura n° 23: Evolución cromática del colorante	
(E-162) en disolución	135
(E-163) Antocianos	136
Figura n° 24: Evolución cromática del colorante	
(E-163) en disolución	139
V.3.3.- PROCESO DE OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN Y COLOR DE LAS MUESTRAS DE LOS COLORANTES AZULES	140
(E-131) Azul patentado V	141
Figura n° 25: Evolución cromática del colorante	
(E-131) en disolución	145
(E-132) Indigotina	146
Figura n° 26: Evolución cromática del colorante	
(E-132) en disolución	149
V.4.- Resultados en la selección de los colores primarios	150
V.4.1.- Catalogación en base a las tablas de Küppers	150
Comentarios a la tabla general de los colorantes amarillos . . .	151
Figura n° 27: Evolución cromática de los colorantes amarillos al pintar sobre papel	152
Tabla n° 30: Tabla general de los colorantes amarillos	153
Comentarios a la tabla general de los colorantes rojos	154
Figura n° 28: Evolución cromática de los colorantes rojos al pintar sobre papel	155
Tabla n° 31: Tabla general de los colorantes rojos	156
Comentarios a la tabla general de los colorantes azules	157
Figura n° 29: Evolución cromática de los colorantes azules al pintar sobre papel	157
Tabla n° 32: Tabla general de los colorantes azules	158

V.4.2.- Catalogación según la tabla Pantone	159
Tabla n° 33: Colorantes amarillos según la terminología Pantone	160
Tabla n° 34: Colorantes amarillos: colores en la tabla Pantone	161
Tabla n° 35: Colorantes rojos según la terminología Pantone	162
Tabla n° 36: Colorantes rojos. Colores empleados en la tabla Pantone	163
Tabla n° 37: Colorantes azules según la terminología Pantone	164
Tabla n° 38: Colorantes azules. Colores empleados en la tabla Pantone	165
V.4.3.- Escalas cromáticas	166
Tabla n° 39: Escala de saturación monocromática	169
Tabla n° 40: Lugar de las concentraciones 8,9,10, 11, 12 y 13 en la escala de saturación monocromática	172
Valores cromáticos del (E-102) Tartracina	173
Figura n° 30: Valores cromáticos del (E-102)	173
Valores cromáticos del (E-122) Azorrubina	174
Figura n° 31: Valores cromáticos del (E-122)	174
Valores cromáticos del (E-127) Eritrosina	175
Figura n° 32: Valores cromáticos del (E-127)	175
Valores cromáticos del (E-131) Azul patentado V	176
Figura n° 33: Valores cromáticos del (E-131)	176
Valores cromáticos del (E-132) Indigotina	177
Figura n° 34: Valores cromáticos del (E-132)	177

V.5.- Resultados de las características plásticas básicas de los colorantes alimentarios seleccionados	178
V.5.1.- Solubilidad y concentración	178
Tabla n° 41: Dosis comparadas	179
V.5.2.- Catalogación cromática	180
A.- Resultados cromáticos de los colorantes en disolución	180
Figura n° 35: Región visible del espectro electromagnético	181
AMARILLO PRIMARIO	184
Figura n° 36: Cromaticidad y curva de los factores de reflexión correspondientes al Amarillo primario	184
Espectros del Amarillo primario	185
MAGENTA	189
Figura n° 37: Cromaticidad y curva de los factores de reflexión correspondientes al Magenta	189
Espectros del Magenta	190
CYAN	194
Figura n° 38: Cromaticidad y curva de los factores de reflexión correspondientes al Cyan	194
Espectros del Cyan	196
(E-102) TARTRACINA	203
Disoluciones	203
Espectros	203
(E-122) AZORRUBINA	210
Disoluciones	210
Espectros	210
(E-127) ERITROSINA	218
Disoluciones	218
Espectros	218

(E-131) AZUL PATENTADO V	229
Disoluciones	229
Espectros	229
(E-132) INDIGOTINA	241
Disoluciones	241
Figura n° 39: Aspecto cromático del (E-132)	
a los seis meses de su disolución	241
Espectros	242
B.- Resultados cromáticos de los colorantes al pintar	
sobre un soporte	250
(E-102) Tartracina	250
(E-122) Azorrubina	250
(E-127) Eritrosina	251
(E-131) Azul Patentado V	252
(E-132) Indigotina	252
V.5.3.- Poder de fijación	253
Poder de fijación del (E-102) Tartracina	254
Tabla n° 47: Valoración del poder de fijación	
del (E-102)	256
Poder de fijación del (E-122) Azorrubina	257
Tabla n° 48: Valoración del poder de fijación	
del (E-122)	259
Poder de fijación del (E-127) Eritrosina	260
Tabla n°49: Valoración del poder de fijación	
del (E-127)	262
Poder de fijación del (E-131) Azul Patentado V	263
Tabla n°50: Valoración del poder de fijación	
del (E-131)	265
Poder de fijación del (E-132) Indigotina	266

Tabla nº 51 : Valoración del poder de fijación	
del (E-132)	268
V.5.4.- Resistencia a la luz (fotosensibilidad)	269
V.5.5.- Transparencia-opacidad: capacidad cubriente	271
(E-102) Tartracina	273
(E-122) Azorrubina	274
(E-127) Eritrosina	275
(E-131) Azul patentado V	276
(E-132) Indigotina	277
V.5.6.- Capacidad de síntesis	278
A.- Elaboración de los colores secundarios	
(círculo cromático)	278
A.1.- Colores verdes	280
A.2.- Colores naranjas	280
A.3.- Colores violetas	281
Gráficos	284
B.- Elaboración de los colores Terciarios	292
Figura nº55: Colores terciarios resultantes de la mezcla	
de pares de complementarios	293
V.6.- Resultados de las posibilidades plásticas de los colorantes	
alimentarios seleccionados	294
Experiencias didáctico-plásticas	295
V.6.1.- Material para el estudio de las mezclas sustractivas	296
V.6.2.- Pintura transparente sobre papel	301
- Con niños	301
- Con adultos	309
- Realización de bocetos	312
V.6.3.- Pintura transparente sobre tela	315
V.6.4.- Pasta para modelar	318

VI.- CONCLUSIONES	324
VII.- BIBLIOGRAFÍA	338
VII.1.- Bromatología - Toxicología	339
VII.2.- Color	344
VII.3.- Física	348
VII.4.- Técnicas y procedimientos	349

ABREVIATURAS

Abreviaturas utilizadas a lo largo del presente trabajo de investigación

- B.B. A.A.: Bellas Artes
- C.E.: Comunidad Europea. (U.E.: Unión Europea)
- D.D.A.: Dosis Diaria Admisible
- D.D.Potencial: Dosis Diaria Potencial
- EE.UU.: Estados Unidos
- F.A.O.: Organización mundial para la Alimentación y la Agricultura. (ONU: Organización de Naciones Unidas)
- I.D.A.: Ingestión Diaria Admisible
- O.M.S.: Organización Mundial de la Salud. (ONU: Organización de Naciones Unidas)

I.-INTRODUCCIÓN

I.1.- JUSTIFICACIÓN Y MÓVILES

Debido a mi experiencia profesional como profesora de Expresión Plástica y Dibujo en Escuelas Universitarias de Formación del Profesorado, siempre me han interesado, dentro de la docencia, la relación y concatenación existentes entre la parte teórica, la parte práctica y la utilización posterior de ambas disciplinas, por lo que he sentido inquietud por el estudio de los materiales, tanto en lo que respecta a la propia naturaleza de los mismos, como a su utilización didáctica y pedagógica. En relación con estas inquietudes surgió la posibilidad de emplear colorantes alimentarios, lo que motivó el conjunto de investigaciones objeto de este trabajo.

El interés de este estudio radica en el empleo de un grupo de colorantes alimentarios para su posible aplicación en las Bellas Artes, ya que estos productos, hasta la fecha, no han sido prácticamente empleados en las experiencias plásticas. El planteamiento que se realiza aquí, no está orientado hacia el punto de vista alimentario, sino que se dirige al estudio de las posibilidades plásticas de los colorantes en aras a una posible elaboración de material de dibujo y pintura de escasa o nula toxicidad, debido a las garantías de seguridad, que ofrecen los múltiples estudios realizados por la FAO/OMS al respecto.

El empleo de estas sustancias se podría dirigir hacia el desarrollo de productos destinados tanto al consumo infantil (material plástico, coloración de juguetes, pinturas, etc.) como a la elaboración de maquillajes para decoración corporal, y en general a todos aquellos aspectos que requieran, para su confección, de materiales

con toxicidad prácticamente nula, ya que precisamente ésta es una de las características fundamentales de los colorantes alimentarios.

I.2.- DIFERENCIAS ENTRE PIGMENTOS Y COLORANTES

Tradicionalmente el material de pintura se confecciona con pigmentos. En un intento de contrastar diversas teorías sobre las diferencias existentes entre colorantes y pigmentos, se han consultado varios autores obteniéndose observaciones vagas. Antes de profundizar en las mismas se optó por comenzar a estudiar las diferentes definiciones que aparecen en diccionarios y enciclopedias de las que se han seleccionado las que parecen más claras.

Así comenzamos por la siguiente definición:

«**Pigmento** ... se entienden con el nombre de pigmentos aquellos colores, siempre insolubles, que se aplican mediante materias adhesivas, por ejemplo, muchos colores minerales y muchas lacas.»¹

Esta definición viene completada por esta otra:

«**Pigmento**. Pint. Sustancia finamente pulverizada, componente de la pintura, que se agrega al soporte para conferirle su color o para hacerlo opaco. Las cualidades requeridas para un buen pigmento son: poder colorante elevado, finura de los granos para asegurar una buena suspensión en el líquido, y la homogeneidad de la pintura, estabilidad de los colores, opacidad suficiente para cubrir la superficie pintada e inercia química respecto a la misma. Los pigmentos naturales son óxidos u otros

¹ Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo Americana, Barcelona, Hijos de J. Espasa Calpe, 1921.

minerales pulverizados; existen, sin embargo, una gran cantidad de pigmentos que se obtienen químicamente.»²

Como se puede apreciar en estas dos definiciones el pigmento ha de ser, necesariamente, insoluble y generalmente es además de origen mineral (óxidos o minerales), también puede ser orgánico al referirse a las lacas «sustancia resinosa que se forma en las ramas de varios árboles de La India con la exudación que producen las picaduras de unos insectos, y los restos de estos mismos animales que mueren envueltos en el líquido que hacen fluir»³. Además los hay, como se apunta en la 2ª definición, de origen artificial (obtenidos químicamente).

De los colorantes se dice:

«Colorante. Quim. Una materia se llama colorante cuando es susceptible de "teñir" una materia incolora, es decir, de darle la propiedad de permanecer coloreada, mediante una operación tal que los productos primitivos no puedan ser separados por un simple entresacado; esta definición nos lleva a reservar el nombre de "colores" a los pigmentos minerales y el de "colorantes" a los productos que sirven para teñir las fibras animales o vegetales. En el lenguaje corriente, los términos "color" y "colorante" a menudo se confunden.»⁴

De hecho, el confundir estos dos términos no ocurre simplemente en el lenguaje vulgar, sino que, la definición que viene a continuación, también nos indica que es muy difícil aplicar una diferenciación clara para cada uno de los dos vocablos.

² Gran Enciclopedia Larousse, Barcelona, Pala, 1967.

³ Diccionario enciclopédico, Barcelona, Plaza & Janes, 1989

⁴ Gran Enciclopedia Larousse, Barcelona, Pala, 1967.

«Colorante. Cualquier sustancia que imparta color a otro material o mezcla. Colorantes son tanto tintes como pigmentos (...) Nota: una distinción válida entre tintes y pigmentos es casi imposible describir. Algunos la tienen establecida sobre la base de su solubilidad, otros sobre la forma física y método de aplicación. Así la mayoría de pigmentos son polvos secos insolubles y el efecto colorante es un resultado de su dispersión en un sólido o líquido; la mayoría de los tintes, por otro lado, son productos orgánicos sintéticos solubles que están químicamente unidos a (y realmente se vuelven parte de) la materia a la que se aplican. Los tintes orgánicos son, generalmente, brillantes y más variados que los pigmentos, pero tienden a ser menos estables al calor, luz del sol y efectos químicos.»⁵

Aquí podemos apreciar como también se insiste en que el colorante ha de estar disuelto ("tiñen de tal modo que los productos primitivos no se pueden separar por un simple entresacado") y no en suspensión como ocurre con el pigmento ("polvos secos insolubles").

Esta diferenciación (basada en su solubilidad) es la que principalmente admiten los especialistas en procedimientos. Así María Bazzi, al hablar de pigmentos, expone: «Los colores deben reducirse a polvo... Si el color es al temple o la acuarela se lava con agua abundante y se deja secar bien. Si el agua se colorea revelará la presencia de anilinas, lo que en ningún caso es admisible...»⁶

En el mismo sentido Ralph Mayer expone: «Un pigmento es una sustancia coloreada y finamente repartida, que confiere su color a otro material, bien cuando se mezcla

⁵ HAWLEY, Gessner G., *Diccionario de química y de productos químicos*, Barcelona, Omega, 1985.

⁶ BAZZI, María, *Técnicas pictóricas*, Barcelona, Noguer, 1965, p. 95

íntimamente con él, bien cuando se aplica a su superficie en una capa fina. Cuando un pigmento se muele y se mezcla con un vehículo líquido para formar una pintura, no se disuelve sino que queda disperso o suspendido en el líquido. Las sustancias coloreadas que se disuelven en líquidos e imparten su color a los materiales al ser absorbidos se llaman tintes o colorantes.»⁷

Estudiadas todas las acepciones anteriores, es de resaltar la expuesta por Max Doerner, ya que aporta una concisión y claridad prácticamente inexistente en el resto de las definiciones anteriormente citadas. Así pues, Max Doerner establece una diferencia entre los pigmentos tradicionales y los colorantes: «El pintor necesita para dar color a cuadros y objetos, junto a los aglutinantes, materias en polvo, que no se disuelvan en el aglutinante sino que queden en forma dispersa en éste; éstos son los llamados colores o pigmentos. Como colorantes se conocen hoy en día cuerpos que en su origen han sido polvos, pero que se disuelven en los aglutinantes coloreándolos, sin embargo no forman una capa de pintura cubriente.»⁸

Abundando más en lo anterior, los autores tradicionales descartan el empleo de materias que se disuelvan en el aglutinante, en base a su escasa permanencia. En el trabajo que se presenta el condicionante de la durabilidad de las obras plásticas que se realicen, no es ningún inconveniente, puesto que el material va dirigido a trabajos cuya duración no tiene por qué ser muy larga, ya que el objetivo de estas obras no es el resultado final a largo plazo, sino el resultado inmediato y, sobre todo, la experiencia en el manejo del material y la asimilación de unos conceptos plásticos claros.

⁷ MAYER, Ralph, *Materiales y técnicas del arte*, Madrid, Hermann Blume, 1985, p. 26

⁸ DOERNER, Max, *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, 3ª ed., Barcelona, Reverté, 1975, p. 49

Por otra parte, el hecho de que el colorante se disuelva en el aglutinante y no forme una capa cubriente, no es un perjuicio para su empleo, porque se trata de utilizar el colorante con fines decorativos o para el uso infantil, por lo que la transparencia puede tener muchas ventajas frente a las materias cubrientes (brillo, luminosidad, etc.), constituyendo la base para el estudio cromático de los colorantes alimentarios.

I.3.- TOXICIDAD

Por otro lado, es sabido que el manejo de la mayor parte de los pigmentos presenta ciertos riesgos, con lo cual no son muy aconsejables para determinados usos, como los que se han apuntado con anterioridad: infantil, maquillajes, etc.

Como referencia del grado de toxicidad de los pigmentos tradicionales, se han seleccionado algunos de los más utilizados en la actualidad, agrupándolos en las tablas que aparecen a continuación, confeccionadas atendiendo al nombre común, compuesto químico y acción toxicológica de cada pigmento⁹.

Tabla nº 1.: pigmentos amarillos, pág. nº 8.

Tabla nº 2.: pigmentos rojos, pág. nº 9.

Tabla nº 3.: pigmentos azules, pág. nº 9.

Tabla nº 4.: pigmentos negros, pág. nº 10.

Tabla nº 5.: pigmentos blancos, pág. nº 10.

⁹ Los datos han sido recogidos de:
HAWLEY, Gessner G., *Diccionario de química y de productos químicos*, Barcelona, Omega, 1975.
BAZZI, María, *Técnicas pictóricas*, Barcelona, Noguer, 1965, p.p. 96,98,100,103,106.

TABLA N° 1: PIGMENTOS AMARILLOS

PIGMENTO NOMBRE COMÚN	COMPUESTO QUÍMICO	TOXICIDAD
Cromo limón; amarillo ultramarino; amarillo de barita; amarillo de Steinbuhl Amarillo permanente y Mutrie	Cromato bórico $BaCrO_4$	Muy tóxico por ingestión. Debe rechazarse.
Amarillos de cromo	Cromatos de plomo $PbCrO_4$	Tóxico por ingestión. Venenoso
Amarillo de zinc; amarillo botón de oro; cromato de zinc y potasio zinc de cromo	Cromato de zinc y potasio $4CrO_3 \cdot 4ZnO \cdot K_2O \cdot 3H_2O$	Tóxico por ingestión. Debe rechazarse.
Amarillo de cadmio; anaranjado de cadmio	Sulfuro de cadmio CdS	Muy tóxico, especialmente por inhalación del polvo o los vapores. Venenoso.
Amarillo de cobalto; amarillo indio; cobaltinitrito de potasio; sal de Fischer; hexonitrocobaltiato potásico III; Aureolita	Nitrito de cobalto y potasio $K_3Co(NO_2)_6$	
Amarillo de Nápoles; amarillo de antimonio	Antimonio de plomo $Pb_3(SbO_4)_2$	Muy tóxico

TABLA N° 2: PIGMENTOS ROJOS

PIGMENTO NOMBRE COMÚN	COMPUESTO QUÍMICO	TOXICIDAD
Bermellón natural; mercurio hepático; sulfuro de mercurio.	Cinabrio Hg S	Muy tóxico. Muy venenoso.
Rojo de cadmio; sulfuro de cadmio; Rojo Potter.	Seleiuro de cadmio CdSe	Muy tóxico, especialmente por inhalación del polvo o los vapores.
Rojo permanente FGR	Naftol AS Anilida beta-hidoxinaftoica $C_{10}H_6(OH)CoNHC_6H_5$	Puede ser tóxico.

TABLA N° 3: PIGMENTOS AZULES

PIGMENTO NOMBRE COMÚN	COMPUESTO QUÍMICO	TOXICIDAD
Azul de hierro; Azul de Prusia; Azul Amberes; Azul de París; Azul cianino; Azul de Berlín	Cianuro férrico.	Debe rechazarse
Azul de cobalto; azul de Thénard; ultramar de cobalto; azul de azur; azul de leyden	Óxido de cobalto y alúmina (aluminato cobaltoso) $Co(AlO_2)_2$	
Azul ultramar; lapislázuli	Silicato de aluminio y sodio que contiene azufre	Poco tóxico.

TABLA N° 4: PIGMENTOS NEGROS

PIGMENTO NOMBRE COMÚN	COMPUESTO QUÍMICO	TOXICIDAD
Negro marfil		
Negro hueso	Preparado por carbonización de huesos (carbón activo) (10% carbono)	No tóxico.
Negro humo; Negro de viña; Negro de encina; Negro de melocotón; Negro de lámpara	Formado por combustión de aceites pesados de poca calidad o materias carbonosas similares con insuficiencia de aire	

TABLA N° 5: PIGMENTOS BLANCOS

PIGMENTO NOMBRE COMÚN	COMPUESTO QUÍMICO	TOXICIDAD
Blanco de zinc; blanco chino	Óxido de zinc $Zn\ O$	Los vapores de $Zn\ O$ son perjudiciales por inhalación. No es venenoso.
Blanco de titanio; titania; óxido de titanio; bióxido de titanio	Dióxido de titanio $Ti\ O_2$	No es venenoso.

En contraposición a los índices toxicológicos de los pigmentos, es de suponer que los colorantes alimentarios, que se van a estudiar, no conllevan riesgos para su uso en los casos que nos ocupan, pues «los aditivos alimentarios son productos estrictamente controlados, no sólo por las autoridades sanitarias españolas sino también por las autoridades de la Comunidad Europea y por otras instituciones como la O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) y la F.A.O. (Organización para la Alimentación y la Agricultura)»¹⁰.

¹⁰ MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO, *A. B. C. de los aditivos*, Madrid, Instituto Nacional del Consumo, 1989, p. 14

II.- ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO

II.1.- CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ADITIVOS

Se puede afirmar que la historia de los aditivos va unida a la propia lucha por la subsistencia del ser humano, pues, desde que el hombre está sobre la tierra, su mayor preocupación es tener lo suficiente para alimentarse. Así surgió el empleo de los principales aditivos de la historia: los conservadores. El mayor empeño del ser humano, hasta épocas recientes, ha sido conservar el exceso de producción, con el objetivo de tener asegurado su sustento en épocas de escasez.

Aunque en la Prehistoria ya se utilizaban aditivos como el vinagre y las especias, la máxima expansión se alcanzó con el desarrollo de la industria química, que puso al alcance de los fabricantes de alimentos sustancias capaces de cumplir prácticamente cualquier función. Hoy en día, aunque se siguen empleando los conservantes, este problema está subsanado, en parte, por las modernas técnicas de conservación (frío, deshidratación, etc.) por lo que, al evolucionar la producción y el tratamiento de los alimentos, han aparecido nuevas necesidades y con ello nuevas sustancias añadidas a los alimentos, así, entre los aditivos alimentarios se han establecido «... nuevas categorías con justificación tecnológica: emulgentes, espesantes; o psicológica: colorantes y el desarrollo de productos aromatizantes»¹¹

¹¹ CENTRO DE INVESTIGACIÓN FOCH, *Los aditivos alimentarios y el consumidor. Comisión de las comunidades europeas*, 1980, Madrid, Instituto Nacional de Consumo, 1981, p. 5

II.1.1.- DEFINICIÓN

Antes de continuar comentando las cualidades de los aditivos, conviene tener presente una definición exacta de los mismos, para no incurrir en equívocos, acerca de sus características y naturaleza.

El diccionario de la Real Academia Española define ADITIVO como la «sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen»¹².

No obstante, en la línea del trabajo investigador que se contempla, se cree conveniente el resaltar las diferentes acepciones de ADITIVO en función de la normativa legal vigente en los distintos países.

Así pues, en la legislación francesa:

«Se considera aditivo: toda sustancia que no se consume normalmente con el alimento o que no es usada normalmente como ingrediente, característico de una sustancia alimenticia y que se añade intencionadamente a un alimento o bebida destinados a la alimentación humana, cuando desde el punto de vista tecnológico, organoléptico o nutritivo, mejore o pueda mejorar directa o indirectamente, la incorporación de ella o la de sus derivados al mismo. Serán consideradas igualmente como aditivos las sustancias empleadas para el tratamiento de las superficies de ciertas sustancias destinadas a la alimentación del hombre»¹³.

¹² Real Academia Española de la Lengua, *Diccionario de la lengua española*, vigésima primera edición, Madrid, Espasa Calpe, 1992.

¹³ MULTON, J.L., *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias*, Zaragoza, Acribia, 1988, p. 4.

Según el cuadro del *Códex Alimentarius*¹⁴:

«Se entiende por "aditivo alimentario" toda sustancia que no se consume normalmente, aunque tenga carácter alimenticio y que no sea usada normalmente como ingrediente característico de un alimento; tenga o no tenga valor nutritivo se añade intencionalmente a un alimento con un fin tecnológico u organoléptico, en cualquier fase de la fabricación, de la transformación, del tratamiento, del acondicionamiento, del envasado, del transporte o del almacenamiento del referido alimento y que pueda afectar o afecte (directa o indirectamente) su incorporación o la de sus derivados en el alimento o pueda afectar de otra manera las características de dicho alimento. La expresión no se aplica ni a los contaminantes ni a las sustancias añadidas a los alimentos con el objeto de mantener o mejorar sus propiedades nutritivas»¹⁵.

«En España se consideran aditivos todas las sustancias que puedan ser añadidas intencionadamente a los alimentos y bebidas, sin propósito de cambiar su valor nutritivo, a fin de modificar sus caracteres, técnicas de elaboración o conservación o para mejorar su adaptación al uso a que son destinados»¹⁶.

¹⁴ «En 1962, la Conferencia Mixta FAO/OMS creó la Comisión del *Códex Alimentarius* para poner en práctica un programa conjunto sobre normas alimentarias con la finalidad de proteger la salud de los consumidores y establecer proyectos internacionales de normas para los productos alimenticios que, una vez aceptados por los gobiernos, constituyeran un cuerpo de referencia, el *Códex Alimentarius*». MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO, *A.B.C. de los Aditivos*, 1ª ed., Madrid, Instituto de Sanidad y Consumo, 1989, p.14.

¹⁵ MULTON, J.L., *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias*, Zaragoza, Acribia, 1988, p. 5.

¹⁶ CÓDIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL, Capítulo XXXI, Sección 1ª, Artículo 4.31.01.
El Código Alimentario Español fue promulgado por Real Decreto 2484/1967 y es puesto al día anualmente.

En la Reglamentación Técnico Sanitaria se añade además:

«Dichas sustancias, posean o no valor nutritivo, no se consumen normalmente como alimentos, ni se usan como ingredientes característicos de los mismos»¹⁷.

Como conclusión a las definiciones, podríamos decir que el aditivo es el producto químico usado en la fabricación de un alimento o bebida, en cantidades mínimas, con objeto de modificar sus caracteres organolépticos (sensaciones gustativas, olfativas, táctiles, visuales y auditivas) o facilitar o mejorar su proceso de elaboración y/o conservación, y que permanece en la composición final del mismo cuando éste llega al consumidor, por lo que es de suponer que, estas sustancias utilizadas como aditivos, están estudiadas desde el punto de vista toxicológico, pues no tiene sentido modificar ciertas características de los alimentos para hacerlos más atractivos, por ejemplo, convirtiéndolos en tóxicos.

II.1.2.- VISIÓN TOXICOLÓGICA

La preocupación por la salud del consumidor tiene cada día mayor auge. Por lo que es actualmente, cuando más se cuestiona el uso de sustancias añadidas a los alimentos.

Aunque gran parte de los aditivos, utilizados en la actualidad, están presentes de forma natural en los alimentos y en el propio organismo humano, y otra parte se transforma en sustancias "naturales" en el tubo digestivo tras su ingestión, hay un pequeño número de aditivos que son completamente extraños o nuevos al organismo.

¹⁷ Real Decreto 3177/1983 de 16 de noviembre -BOE del 28 de diciembre, p. 34 692.

Pero, tanto unos como otros, tienen unos límites de uso por encima de los cuales el aditivo se considera tóxico.

«No existe ningún aditivo cuya inocuidad sea total - constata François Custot, director del Laboratorio Cooperativo para la Defensa del Consumidor-, debemos, pues, considerar su empleo como un riesgo calculado que hay que reducir lo más posible, mientras se pueda y hay que sopesar las ventajas que presenta.»¹⁸

Actualmente, la mayoría de los aditivos se obtienen por síntesis química, ya que resulta mucho más económico, aunque, en contra de lo que cree cierto sector de la población que asocia NATURAL con SANO y ARTIFICIAL con PELIGROSO, los compuestos "naturales" y sus equivalentes "químicos" sólo se distinguen en que «los obtenidos de fuentes naturales tienen un contenido de ¹⁴C mayor que los obtenidos por síntesis, usualmente con el petróleo como materia prima. El ¹⁴C es un isótopo radiactivo del carbono, por lo que las sustancias naturales serían más radiactivas que las artificiales y, rizando el rizo de la escrupulosidad alimentaria, "menos sanas". Evidentemente, la radiactividad en ambos casos es totalmente despreciable y forma parte del "fondo" natural al que todos estamos expuestos».¹⁹ «La ciencia de la toxicología se basa en la premisa de que todos los compuestos son tóxicos a alguna dosis. La sal, el agua, el azúcar, e incluso el amor de una madre producen efectos nocivos en cantidades inadecuadas».²⁰

¹⁸ Revista *50 millions de consommateurs*, n° 66, citado en *Guía de aditivos, conservantes y colorantes en alimentación*, 1ª ed., Barcelona, Obelisco, 1985 (5ª ed. 1988), p. 15

¹⁹ CALVO REBOLLAR, Miguel, *Aditivos alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*, Zaragoza, Mira, 1991, p.10

²⁰ STEINK, L.D., *Food Technol*, 1987, p. 119. Citado en CALVO REBOLLAR, Miguel, *Aditivos alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*, Zaragoza, Mira, 1991, p. 11

Hay que tener presente que, para que un aditivo sea seguro, no debe contener componentes nocivos procedentes de sus fuentes naturales o de reacciones químicas que surjan durante el proceso de fabricación. Con este fin, los gobiernos de todos los países exigen que las sustancias utilizadas como aditivos alimentarios, independientemente de la fuente y de la forma mediante la que se hayan obtenido, cumplan una normativa de pureza química y microbiológica muy estricta.

En Europa, el desarrollo de las leyes reguladoras del comercio de los alimentos se inició entre 1860 y 1870, según los países, y establece unas bases científicas para la autorización de uso de un aditivo:

«Las industrias que solicitan la autorización de un aditivo deben presentar, a los organismos competentes un informe que comprende:

- La justificación tecnológica,
- Los criterios de pureza química y el informe analítico,
- Los datos toxicológicos».²¹

Es fundamental que un aditivo pueda ser obtenido tan puro como sea posible; las impurezas son a menudo fuente de toxicidad. Si resulta imposible garantizar una pureza satisfactoria durante la fabricación industrial, el producto sometido a examen toxicológico debe ser exactamente el que se venderá, no se puede estudiar un producto puro y autorizar un producto que contenga impurezas.

²¹ CENTRO DE INVESTIGACIÓN FOCH, *Los aditivos alimentarios y el consumidor. Comisión de las Comunidades Europeas 1980*, Madrid, Instituto Nacional de Consumo, 1981, p. 44

II.1.3.- DOSIS

Los estudios toxicológicos han permitido establecer, cantidades por debajo de las cuales se considera, que la ingestión de una sustancia no tiene efectos nocivos sobre la salud del consumidor.

La dosis se delimita cuando un producto tiene un efecto cancerígeno en un animal. Como se dijo anteriormente, productos muy anodinos (sal) pueden tener, a dosis muy elevadas, una toxicidad real. Esta es la razón por la que, todos los estudios de toxicidad, se basan esencialmente sobre las dosis en las que aparecen los accidentes, y se admite que un producto no es tóxico cuando la dosis en que se produce su toxicidad es muy elevada en relación con la dosis habitual de utilización.

Las condiciones de uso de un aditivo «se definen por la llamada "Ingesta Diaria Admisible (I.D.A.)" que es la cantidad máxima de aditivo que puede ser consumido diariamente por una persona, durante toda su vida, sin que pueda producir riesgo alguno para su salud. Se expresa en mg/kg de peso corporal»²²

La I.D.A. también se conoce como Dosis Diaria Admisible (D.D.A.), según definición de Truhaut²³.

Para elaborar la D.D.A. de cada aditivo se han establecido unas condiciones extremas, con el fin de tener todas las garantías posibles.

²² MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO, *A.B.C. de los Aditivos*, 1ª ed., Madrid, Instituto Nacional del Consumo, 1989, p. 14

²³ Citado por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN FOCH, en *Los Aditivos Alimentarios y el Consumidor. Comisión de las Comunidades Europeas 1980*, Madrid, Instituto Nacional de Consumo, 1981, p.46

«Este valor se calcula, a partir de la dosis sin efecto, en la más sensible de las especies animales estudiadas. Se divide por un factor de seguridad, que es habitualmente 100 (primero por 10, ya que se supone que el hombre es 10 veces más sensible y de nuevo otra vez por 10, puesto que las poblaciones humanas son heterogéneas y puede haber individuos 10 veces más sensibles que otros.»²⁴

Los valores de la D.D.A. para cada producto los fija internacionalmente un comité conjunto de expertos de la FAO/OMS²⁵ (Comisión del Códex Alimentarius), a partir de las informaciones aportadas por los fabricantes, las instituciones de control de diversos países y los resultados de experiencias realizadas por investigadores independientes. Cuando el comité considera insuficiente la información disponible, puede indicar o no una D.D.A. provisional, y eventualmente recomendar los nuevos experimentos necesarios. En los casos de sustancias reconocidas como totalmente seguras, muchas de ellas presentes de forma natural en los alimentos, no se fija D.D.A. límite.

Una vez fijada la D.D.A., queda por fijar la dosis de incorporación a los alimentos. Se han hecho varios acercamientos en este problema: todos topan con un índice variable, aún hoy mal conocido: el consumo alimentario en las poblaciones involucradas.

Esta falta de metodología da lugar a múltiples errores. Se puede fijar una dosis útil

²⁴ CENTRO DE INVESTIGACIÓN FOCH, *Los Aditivos Alimentarios y el Consumidor. Comisión de las Comunidades Europeas 1980*, Madrid, Instituto Nacional de Consumo, 1981, p. 46

²⁵ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO = Food and Agriculture Organization), Organización Mundial de la Salud (OMS)

y autorizar esta dosis (puesto que una dosis inferior no sería útil) y tranquilizarse admitiendo que el consumo por habitante es débil. Esta situación es cómoda, pero no sería.

Es absolutamente necesario llegar a conocer mejor el consumo individual de los sujetos, o por lo menos, el reparto en grupos de consumo diferente: así, la experiencia muestra que los niños son consumidores preferenciales de ciertos productos y esto es muy importante para la dosis de aditivos que puedan autorizarse para estas sustancias.

Los hechos se complican, más aún, cuando un aditivo es autorizado en varios productos a la vez, lo cual sucede a menudo. Es entonces necesario que el consumo global de los productos que contienen el aditivo sea aproximadamente idéntico en los distintos grupos.

«A falta de un conocimiento suficiente de los consumos, se divide la D.D.A. en varias fracciones. Por ejemplo, recientemente, para ciertos aditivos utilizables en panadería (entre otros), el Comité científico de la alimentación humana de la C.E., ha estimado "que no sería descabellado permitir que alrededor de un 10% de la D.D.A., sea dedicada a la dosis procedente de artículos de panadería fina". Pero si la D.D.A. es pequeña, ha lugar a prever cuidadosamente restricciones de uso.»²⁶

Debe vigilarse que la multiplicidad de las autorizaciones individuales, alimento por alimento, no conduzca, sin darse cuenta, a sobrepasar la dosis diaria admisible. Esto debe tenerse particularmente en cuenta cuando se trata de grupos fisiológicamente

²⁶ CENTRO DE INVESTIGACIÓN FOCH, *Los aditivos alimentarios y el consumidor*, Madrid, Instituto Nacional de Consumo, 1981, p. 48

más débiles, por ejemplo niños en la primera edad, cuyos mecanismos enzimáticos aún no están a punto.

Ciertos estadísticos proponen que toda publicación de una dosis sin efecto vaya acompañada por los resultados del cálculo estadístico, mostrando la probabilidad de las hipótesis tenidas en cuenta con una precisión suficiente. Todos los equipos de investigación utilizan ahora la estadística y éstos datos deben comunicarse.

Con el fin de valorar la aceptabilidad de aditivos, una vez establecida la D.D.A. de cada sustancia, hay que asegurarse que la D.D. potencial de cada una de ellas, por ingestión de diversos artículos, no sea demasiado elevada con relación a esta D.D.A.. «La D.D. potencial se ha obtenido multiplicando el porcentaje máximo de aditivo por la cantidad media consumida por persona y día.»²⁷

Estas mismas variaciones de consumo son las que explican las divergencias existentes entre las autorizaciones de diferentes países.

La mayoría de los países concede autorizaciones para un aditivo en un número ilimitado de productos. Se conceden también algunas autorizaciones "para todo uso".

II.1.4.- LEGISLACIÓN

La legislación, en el caso de los aditivos, pasa por dos tipos de aprobaciones, una global, en la que se autoriza una lista de productos, y otra, la legislación

²⁷ CENTRO DE INVESTIGACIÓN FOCH, *Los aditivos alimentarios y el consumidor*, Madrid, Instituto Nacional de Consumo, 1981, p. 58

correspondiente a cada alimento, en la que se indica una lista de aditivos autorizados que pueden utilizarse en el alimento concreto. Este doble criterio hace que algunas sustancias teóricamente autorizadas en una lista global no puedan usarse en realidad al no haber ningún alimento al que puedan añadirse.

La lógica y la prudencia exigen que sean favorecidos aquellos aditivos cuya eficacia sea real y cuya D.D.A. sea baja, de forma que se alcancen los propósitos deseados con un mínimo de producto, tan poco tóxico como sea posible.

Las bases científicas para la autorización de un aditivo son iguales en todos los países pertenecientes a la C.E., aunque los procedimientos de autorización varían ligeramente según las legislaciones de cada nación.

Todo aditivo autorizado debe contener la siguiente información:

- Tipo de Aditivo.
- Productos en los cuales está autorizado.
- Dosis permitidas.
- Modo de empleo.
- Su acción.
- Informaciones de orden toxicológico.

Las opiniones elaboradas por el Comité Científico de la Alimentación Humana se pueden conseguir en los despachos de venta habituales de las publicaciones de las Comunidades Europeas.

El Tratado de Roma, que creó la C.E., prevé que las legislaciones nacionales deban ajustarse de manera que permitan, sin dificultades, la libre circulación de productos alimenticios en el seno de la Comunidad.

II.1.5.- DESIGNACIÓN DE LOS ADITIVOS

Para designar los aditivos se utilizan una serie de claves, establecidas según los usos a que se destinan y los efectos que producen en los alimentos.

La totalidad de los aditivos tienen un número de identificación a través del cual el consumidor puede, en todo momento, saber de qué producto se trata. Aunque en esta información hay algunas variantes.

«La numeración definitiva asignada por la C.E. va precedida por la letra E. La cifra de las centenas indica el tipo de función fundamental que realiza un aditivo, de acuerdo con la siguiente lista:

- 1.- Colorantes.
- 2.- Conservantes.
- 3.- Antioxidantes.
- 4.- Estabilizantes.
- 5.- Sustancias minerales.
- 6.- Potenciadores del sabor.
- 9.- Otros.

Solamente los cuatro primeros grupos tienen asignaciones definitivas. En España se incluyen además algunas designaciones que empiezan por H-, y que designan sustancias que no han sido aún consideradas en las normativas de la C.E. como aditivos alimentarios²⁸, aunque se utilizan, pero no tienen asignada su identificación numérica normalizada.

²⁸ CALVO REBOLLAR, Miguel, *Aditivos Alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*, Zaragoza, Mira, 1991, p. 13

Si la numeración aparece sin letra, está pendiente de asignación la letra "E" por la C.E..

II.2.- COLORANTES ALIMENTARIOS

Desde la prehistoria, el hombre ha sentido la necesidad de adornar y embellecer multitud de objetos de uso corriente, comunicándoles colores más o menos vivos, para lo que se valía de materias colorantes naturales procedentes tanto del reino animal, como vegetal o mineral. Para desempeñar esta actividad decorativa, había de tener cubiertas sus necesidades básicas, por lo que, cuando los alimentos imprescindibles estaban asegurados, surgió la necesidad de presentarlos de la forma más atractiva posible. Así se puede ver como la práctica de colorear los alimentos tiene una larga tradición.

Haciendo un rapidísimo recorrido por la historia se observa cómo, esta práctica, se ha empleado desde la antigüedad: los egipcios utilizaban colorantes alimentarios hace 3.500 años y el "candy" (colorante rojo dulce) fue introducido en Europa por Alejandro Magno, a su vuelta de la India. El vino era, por ejemplo, coloreado con bayas de arándano. Plinio dice: «Añadimos materias colorantes para teñir nuestros vinos.»²⁹

El reverdecimiento de las verduras ya se conocía en el siglo I. Plinio señala que el nitro de Calastra o nitro de Egipto es utilizado en varios alimentos y que da a los repollos un color más verde.

²⁹ PLINIO EL VIEJO (23-79), *Historia Natural. Traducción Littré 1851*

El azafrán, colorante vegetal de color amarillo, ya era utilizado por los egipcios para colorear los alimentos. En el siglo XII era objeto de comercio intenso en Provenza, donde había sido importado de Asia por los Foceos³⁰.

En el siglo XVIII se coloreaba la mantequilla "con barbottes y azafrán". También se utilizaban, con el mismo fin, flores amarillas de renúnculo, que ya entonces se consideraban peligrosas.

En los siglos XVIII y XIX se practicaba ampliamente en Europa el reverdecimiento de las verduras, del que Remer escribe: «Varios alimentos son más apreciados cuando poseen un hermoso color verde, en particular, las judías verdes y los pepinillos. Sucede que los vendedores los hierven en recipientes de cobre con vinagre para darles este color verde, lo cual los hace muy venenosos.»³¹

Estudios científicos han demostrado, posteriormente, que el cobre es menos nocivo de lo que entonces se creía. Actualmente, en muchos países, las verduras se reverdecen mediante sales de cobre.

Hasta mediados del siglo XIX, se usaron exclusivamente materias colorantes procedentes de la naturaleza, pero, a partir de este momento, se comenzaron a modificar artificialmente, cambiando por completo la industria y la economía de estos productos. Fue cuando se descubrieron moléculas colorantes: la primera fue la anilina, hallada en 1826 por el químico alemán Unverdorben entre los productos de

³⁰ FORBES, R. J., *Estudios sobre la antigua tecnología*, 2ª ed., Leiben E.J. Brill, 1965, vol.7 cap. 6

³¹ LECLERC, H., *Las especias Masson & Cia.*, citado en *Pequeñas historias del reverdecimiento de las verduras*, 1929

descomposición del índigo³². Esta molécula iba a servir como base para la creación de toda una serie de colorantes artificiales, fue inicialmente explotada de forma comercial por William Perkins³³ hacia 1856, al descubrir la mauveína, obtenida por oxidación de la anilina impura, y así se inició una nueva era de los colorantes sintéticos. Al descubrimiento de la mauveína siguió el de la fucsina (de gran intensidad de color), realizado por Verguin en 1859. Poco más tarde P. Griess³⁴ descubrió la reacción de diazotación y de copulación, y con ello encontró los colorantes azoicos, que marcaron una nueva era en la síntesis de los colorantes.

Alrededor de 1880 Baeyer³⁵ sintetizó por primera vez el índigo, que era el colorante más importante de la época, consiguiendo un índigo sintético mucho más puro y barato que el natural, por lo que este último quedó desplazado rápidamente del mercado. Esto ocasionó una depresión económica en la India y Japón, que eran los

³² Materia colorante azul que se extrae de varias especies de las indigoferas y otras plantas. Originaria de La India, es uno de los tintes más antiguos. Su fórmula es $C_6H_4NH(CO)C = C(CO)NHC_6H_4$.
Plaza & Janes. Diccionario Enciclopédico, Tomo 4, Barcelona, Plaza & Janes, 1989.

³³ Perkins (Sir William Henry), químico británico (Londres 1838 - Sudbury, cerca de Harrow, 1907). Era ayudante de Hofmann (1856) cuando comenzó a trabajar con el primer colorante artificial a base de anilina. En 1874 fundó una fábrica de colorantes sintéticos en Harrow.

³⁴ «GRIES (Reacción de). Quím. Reacción que sirve para descubrir la presencia del ácido nitroso. Se funda en la formación de materias azoicos de gran poder colorante. El reactivo primeramente empleado por P. Griess es la metafenilendiamina o metadiamidobenzol. El ácido nitroso se descubre en las aguas, por ejemplo, mediante esta reacción por la aparición de una coloración amarilla.»
Enciclopedia universal ilustrada. Europeo Americana, Espasa Calpe S.A., tomo 26

³⁵ Baeyer (Juan Federico Guillermo Adolfo), químico alemán (Berlín 1835 - Stanberg 1917). Descubrió varios colorantes orgánicos. Desde 1866 se ocupó en el estudio del grupo índigo, consiguiendo la síntesis del azul de índigo en una forma tan práctica que ha permitido prepararlo en grandes cantidades. Fue Premio Nóbel de Química en el año 1905 por sus trabajos sobre colorantes orgánicos.

países que suministraban al mundo este colorante. La fabricación del índigo constituyó hasta 1920, aproximadamente, el proceso clave de toda la gran industria química.

La importancia del descubrimiento de los colorantes sintéticos se aprecia constatando que a mediados del siglo XIX, todos los colorantes añadidos eran de origen natural (azafrán, orceína, cochinilla, caramelo, curcuma, rojo de remolacha), por el contrario, en la actualidad, el 90% de los colorantes empleados son sintéticos.

II.2.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

«Los colorantes son aditivos que se utilizan para dar color y embellecer los alimentos o sus superficies. Su objetivo es simplemente el de proporcionar un aspecto agradable a la vista, que llame la atención, que abra el apetito, estimulando así la venta.»³⁶

Esta función psicológica de atracción es el único móvil para el empleo de colorantes en alimentación, por lo que no está justificado su uso, bajo ningún concepto, si no es de forma totalmente inocua.

«La clasificación de los colorantes puede hacerse de diferentes formas: la más simple es la que se hace a partir de su característica fundamental, lo que lleva a establecer una clasificación según color. Pero se puede también tener en cuenta la naturaleza química, lo que permite agruparlos en función de su solubilidad o de su reactividad; se tendrán así, por ejemplo, los colorantes azoicos, los derivados polifenólicos, las

³⁶ *GUÍA de aditivos, conservantes y colorantes en alimentación*, 1ª ed., Barcelona, Obelisco, 1985 (5ª ed. 1988), p. 12

estructuras tetrapirrólicas, etc. En fin, se puede considerar su origen y distinguir los colorantes **naturales** y los colorantes **sintéticos o artificiales**.»³⁷

Dado que el objetivo del presente trabajo es el **color** de los colorantes, en la parte experimental se empleará principalmente la clasificación correspondiente al color de los mismos, agrupando los colorantes relativos a los tres colores materia básicos, por lo que se dividirán en tres bloques: colorantes amarillos, colorantes rojos y colorantes azules. Pero también se tendrán en cuenta las clasificaciones basadas en su origen y su naturaleza química, puesto que se considera muy importante conocer la procedencia de cada una de las sustancias empleadas, así como sus propiedades químicas para una mayor facilidad a la hora de estudiar su comportamiento: reacciones en el soporte, estabilidad, etc.

En los diversos países industrializados, están autorizados alrededor de 125 colorantes diferentes. Sin embargo, en la C.E., su número ha sido reducido a una veintena y puede modificarse regularmente, de acuerdo con los progresos de los estudios toxicológicos y clínicos.

II.2.2.- LEGISLACIÓN

Al igual que el origen de los colorantes es muy antiguo, también lo es el uso incorrecto de sustancias colorantes perjudiciales para la salud y su denuncia pública. «Ya en 1820, F. Accum publicó en Londres un libro denunciando el uso de compuestos de cobre, plomo y arsénico, que son evidentemente tóxicos, para

³⁷ MULTON, J.L., *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias*, Zaragoza, Acribia, 1988, p. 280

colorear fraudulentamente los alimentos.»³⁸

Dada la toxicidad de algunas de las sustancias que se utilizaban y el poder cancerígeno de otras, se ha desarrollado, en la actualidad, una legislación muy estricta que regula los colorantes autorizados para su uso en alimentos, lo que ha hecho desaparecer, por motivos de seguridad, muchos colorantes utilizados anteriormente³⁹. Esto abarca tanto a los colorantes naturales como a los artificiales, ya que no por ser natural un producto es inofensivo.

No hay que asociar natural a bueno y artificial a malo. Muchos productos de la naturaleza son dañinos para el hombre, pues la extracción de colorantes de productos naturales deja algunas impurezas que han de tenerse en cuenta. Por esto existen unas normas de pureza, para los colorantes autorizados, que se utilizan en la elaboración de diversos productos alimenticios⁴⁰, además de la obligación de respetar las dosis establecidas para cada colorante, como en el resto de los aditivos. La D.D.A.⁴¹ se especifica al hablar de cada colorante en particular.

³⁸ CALVO REBOLLAR, Miguel, *Aditivos alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*, Zaragoza, Mira S.A., 1991, p.p. 18 y 19

³⁹ Real Decreto de 14 de Septiembre de 1920. Puesto al día por Orden Ministerial de 5 de Octubre de 1954. La Dirección General de Sanidad, según apunta la Orden, dará cuenta en el "Boletín Oficial del Estado", de las materias colorantes autorizadas. Periódicamente se publicarán las nuevamente aprobadas, así como las modificaciones a que hubiera lugar.

⁴⁰ Recogidos en la Orden de 13 de octubre de 1988, del Ministerio de Sanidad y Consumo. Mediante esta disposición se armoniza nuestra legislación con la comunitaria.

⁴¹ La normativa relativa a la D.D.A. (Dosis Diaria Admisible) o I.D.A. (Ingestión Diaria Admisible) se especifica ampliamente en el capítulo sobre Aditivos de este mismo trabajo.

II.2.3.- COLORANTES NATURALES

Son los colorantes presentes de forma espontánea en los alimentos y extraíbles de ellos. También se consideran naturales los colorantes obtenidos de materiales biológicos no alimentarios, insectos por ejemplo, y aquellos que pueden añadirse o bien formarse espontáneamente al calentar un alimento, como en el caso del caramelo.

Hasta mediados del siglo pasado, todos los colorantes añadidos eran de origen natural: azafrán (obtenido de la planta del azafrán), orceina (extraído de ciertos líquenes), cochinilla (obtenido de ciertos insectos de la familia Coccidae, parásito de algunos cactus), caramelo (pasta de azúcar hecho almíbar), curcuma (extraído del rizoma, llamado curcuma, procedente de La India), rojo de remolacha (extracto acuoso de la raíz de la remolacha roja), la alizarina (obtenida a partir de maderas tropicales) y el índigo (de la planta del índigo o del glasto, arbusto europeo).

Los colorantes naturales permitidos son considerados, en general, como inofensivos puesto que, al ser su uso tan antiguo, se han ido eliminando los colorantes que causaban trastornos, permaneciendo solamente los inocuos o los que tenían bajo índice de toxicidad. Consecuentemente, las limitaciones específicas, en su utilización, son menores que las que afectan a los colorantes artificiales, mucho más modernos y, por lo tanto, sus efectos están menos experimentados.

Las industrias alimentarias que utilizan los colorantes son, principalmente: la confitería, la pastelería, la industria de las bebidas, la industria lechera, la chacinería y los salazones.

Los colorantes naturales permitidos actualmente en la C.E. se especifican en la tabla

nº 6 que aparece a continuación, confeccionada en base a los siguientes datos:

- Nº de la C.E.⁴²,
- Nombre del colorante,
- Color.

⁴² La numeración definitiva asignada por la C.E. va precedida por la letra E. La cifra de las centenas indica el tipo de función fundamental que realiza el aditivo, en este caso el 1: colorante. Las decenas y las unidades indican el color:

- del 100 al 110 amarillo,
- del 120 al 129 rojo,
- del 130 al 139 azul,
- del 140 al 149 verde,
- del 150 al 159 marrón o negro,
- del 160 al 169 amarillo , rojo o naranja.

TABLA N° 6: COLORANTES NATURALES PERMITIDOS EN LA C.E.

N° DE LA C.E.	NOMBRE DEL COLORANTE	COLOR
E-100	Curcumina	Amarillo
E-101	Riboflavina	Amarillo
E-120	Cochinilla, ácido carmínico	Rojo
E-140	Clorofila	Verde
E-141	Complejos de clorofilas y clorofilinas	Verde
E-150	Caramelo	Marrón
E-153	Carbón Medicinal vegetal	Negro
E-160	Carotenoides	Amarillo anaranjado
E-160a	Alfa, beta y gamma caroteno	Amarillo anaranjado
E-160b	Bixina, norbixina (Rocou, Annato)	Amarillo anaranjado
E-160c	Capsantina, capsorrubina	Amarillo anaranjado
E-160d	Licopeno	Amarillo anaranjado
E-160e	Beta-apo-8'-carotenol	Amarillo anaranjado
E-160f	Ester etílico del ácido beta-apo-8'-carotenoico	Amarillo anaranjado
	Xantófilas ⁴³ :	
E-161a	Flavoxantina	Amarillo anaranjado
E-161b	Luteina	Amarillo anaranjado
E-161c	Criptoxantina	Amarillo anaranjado
E-161d	Rubixantina	Amarillo anaranjado
E-161e	Violoxantina	Amarillo anaranjado
E-161f	Rodoxantina	Amarillo anaranjado
E-161g	Cantaxantina	Amarillo anaranjado
E-162	Rojo de remolacha, betanina, betalaína	Rojo
E-163	Antocianos	Rojo, azulados o violeta

⁴³ Derivados oxigenados de los carotenoides. Abundan en los vegetales, siendo responsables de sus coloraciones amarillas y anaranjadas, aunque muchas veces están enmascarados por el color verde de la clorofila.

No se consideran aditivos los extractos vegetales y de frutas (zumo de zanahoria, de sauco, extractos de sándalo, de amapola, de fresa, de ortiga, de arándano, de perejil, de cereza, de limón...), que a la vez aportan color y aroma.

Los colorantes naturales, generalmente, son poco estables, esto es debido a la variabilidad de la propia naturaleza.

II.2.4.- COLORANTES ARTIFICIALES

El coloreado artificial de los alimentos es una práctica que data de la Antigüedad, pero alcanzó su apogeo con el desarrollo, en el siglo XIX, de la industria de los colorantes orgánicos de síntesis.

Como se señaló en el apartado sobre colorantes alimentarios, en el siglo XIX se descubren moléculas colorantes: la primera fue la anilina, hallada en 1826 por el químico alemán Unverdorben entre los productos de descomposición del índigo. Iba a servir como base para la creación de toda una serie de colorantes artificiales (fucsina, rosalina o magenta...), y fue inicialmente explotada de forma comercial por William Perkins hacia 1856. En 1869 se coloreaba el vino en Francia con fucsina; más adelante se colorearon los macarrones y la mantequilla con dinitroceso...

A pesar de esto, a mediados del siglo pasado, prácticamente todos los colorantes añadidos eran de origen natural, pero en la actualidad, el 90% de los colorantes son sintéticos, aunque la presión de los consumidores ha llevado a muchas empresas a sustituir, cuando es tecnológicamente factible, los colorantes artificiales por otros naturales llevados por la creencia de que lo natural es más sano que lo artificial y, como se vio con anterioridad, generalmente un producto natural solamente es más caro que su correspondiente sintético, puesto que la composición química de los

colorantes natural y sintético es similar.

Precisamente, la preocupación por la seguridad ha hecho, que los colorantes artificiales, hayan sido estudiados en forma exhaustiva, por lo que respecta a su efecto sobre la salud, mucho más que la mayoría de los colorantes naturales. Ello ha llevado a reducir cada vez más el número de colorantes utilizables, aunque al contrario de lo que sucede en los otros grupos de aditivos, existen grandes variaciones de un país a otro. Por ejemplo, en los Países Nórdicos, están prohibidos prácticamente todos los artificiales, mientras que en Estados Unidos, no están autorizados algunos de los que se usan en Europa, pero sí lo están otros que no se utilizan aquí.

«En España, la cantidad total de colorantes artificiales está limitada, en general, entre 100 y 300 mg/Kg. en cualquier producto alimentario sólido, dependiendo de cual sea, y a 70 mg/l en bebidas refrescantes. Además, cada colorante tiene por sí mismo un límite que varía, según la sustancia de que se trate y del alimento en que se utilice. La tendencia actual es a limitar, más aún, tanto los productos utilizables, como las cantidades que pueden añadirse.»⁴⁴

Dentro de los colorantes artificiales, los colorantes azoicos «forman parte de una familia de sustancias orgánicas, caracterizadas por la presencia de un grupo peculiar, que contiene nitrógeno unido a anillos aromáticos.»⁴⁵

Todos se obtienen por síntesis química, no existiendo ninguno en la naturaleza. El

⁴⁴ CALVO REBOLLAR, Miguel, *Aditivos alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*, Zaragoza, Mira S.A., 1991, p. 31

⁴⁵ CALVO REBOLLAR, Miguel, *Aditivos alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*, Zaragoza, Mira S.A., 1991, p. 38

número de colorantes, autorizado, de este grupo, actualmente es pequeño en comparación con los existentes, muchos de los cuales se utilizaron antiguamente y luego se prohibieron, por su efecto potencialmente perjudicial para la salud. Los colorantes azoicos, que se utilizan actualmente, tienen como característica general la de absorberse muy poco en el intestino, siendo destruidos en su mayoría por la flora bacteriana intestinal. Los fragmentos de colorante que son asimilados se eliminan por la vía urinaria y/o biliar.

Esta familia comprende alrededor de 600 colorantes diferentes, fabricados por la industria, algunos de los cuales están actualmente autorizados en la alimentación: Algunos de estos colorantes: la tartracina y la eritrosina, en particular, ocasionan alergias.

En la tabla n°7, que aparece a continuación, se relacionan los colorantes sintéticos permitidos actualmente en la C.E.

TABLA N° 7: COLORANTES SINTÉTICOS PERMITIDOS ACTUALMENTE EN LA C.E.

N° DE LA C.E.	NOMBRE DEL COLORANTE	COLOR
E-102	Tartracina	Amarillo
E-104	Amarillo de quinoleína	Amarillo
E-110	Amarillo anaranjado S	Naranja
E-122	Azorrubina	Rojo
E-123	Amaranto ⁽¹⁾	Rojo
E-124	Rojo cochinilla A	Rojo
E-127	Eritrosina	Rojo
E-131	Azul patentado V	Azul
E-132	Indigotina	Azul
E-142	Verde ácido brillante B5 ⁽²⁾	Verde
E-151	Negro brillante BN	Negro

NOTAS

(1) «Este colorante rojo se ha utilizado como aditivo alimentario desde principios de siglo. Sin embargo, a partir de 1970 se cuestionó la seguridad de su empleo. En primer lugar, dos grupos de investigadores rusos publicaron que esta sustancia era capaz de producir en animales de experimentación, tanto cáncer como defectos en los embriones. Esto dio lugar a la realización de diversos estudios en los Estados

Unidos, llegando a resultados contradictorios; sin embargo, sí que quedó claro que uno de los productos de la descomposición de este colorante por las bacterias intestinales era capaz de atravesar en cierta proporción la placenta. Por otra parte, también se ha indicado que este colorante es capaz de producir alteraciones en los cromosomas. Aunque no se pudieran confirmar fehacientemente los riesgos del amaranto, la administración estadounidense, al no considerarlo tampoco plenamente seguro, lo prohibió en 1976. En la C.E. está aceptado su uso, pero algunos países como Francia e Italia lo han prohibido de hecho al limitar su autorización únicamente a los sucedáneos de caviar, aplicación para la que no es especialmente útil y en la que suele usarse el rojo cochinilla A (E-124).»

CALVO REBOLLAR, Miguel, *Aditivos alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*, Zaragoza, Mira S.A., 1991, p. 35

(2) «Su uso no está autorizado en los Países Nórdicos, Japón, Estados Unidos y Canadá. En España sólo se autoriza en bebidas refrescantes (70 mg/l), productos de confitería y chicles y caramelos (300 mg/kg). [...] Una de las razones fundamentales para la actual limitación de su uso es la falta de datos concluyentes sobre su eventual toxicidad.»

CALVO REBOLLAR, Miguel, *Aditivos alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*, Zaragoza, Mira S.A., 1991, p. 38.

III.- PROYECTO DE TRABAJO Y OBJETIVOS

El objetivo primordial, de esta investigación, es **analizar la utilidad que tienen los colorantes alimentarios como material para uso artístico, tanto en el ámbito de la enseñanza en cualquier nivel como para el estudio de distintos aspectos de la plástica.**

Para la consecución de este fin se realizará un estudio experimental, basado en los datos bibliográficos, con una serie de pruebas específicas, dirigidas expresamente a evaluar las posibilidades plásticas de estos materiales, estructuradas del modo siguiente:

1º.- Selección de los colorantes a emplear en base a:

- A. Normativa de la C.E.
- B. Colores primarios
- C. Hidrosolubilidad

2º.- Visión bibliográfica específica de cada uno de los colorantes seleccionados.

3º.- Determinación de las concentraciones idóneas que se emplearán en la confección de cada color.

4º.- Selección de los colores primarios.

5º.- Estudio de las características plásticas básicas de los colorantes alimentarios seleccionados:

- A. Solubilidad y concentración

- B. Catalogación cromática
- C. Poder de fijación
- D. Resistencia a la luz (fotosensibilidad)
- E. Transparencia-opacidad, **capacidad cubriente**
- F. Capacidad de síntesis

6º.- Estudio de las posibilidades plásticas de los colorantes alimentarios.

IV.- MATERIAL Y MÉTODOS

IV.1.- SELECCIÓN DE LOS COLORANTES A EMPLEAR

Para llevar a cabo esta investigación no se utilizarán todos los colorantes alimentarios que existen, sino que únicamente se empleará una parte de ellos. Esta selección se realizará en base a los siguientes criterios:

- Colorantes autorizados por la C.E..
- Colorantes relativos a los colores primarios.
- Colorantes hidrosolubles.

IV.1.1.- COLORANTES AUTORIZADOS POR LA C.E..

Dado que se va a trabajar en este país, se han elegido solamente aquellos colorantes alimentarios permitidos por la C.E.. Esta selección se realizará basándonos en los datos obtenidos del estudio bibliográfico.

IV.1.2.- COLORANTES RELATIVOS A LOS COLORES PRIMARIOS.

Para realizar esta selección se partirá de los colorantes, tanto naturales como artificiales, permitidos por la C.E., desechando los que no se refieran a los colores primarios. El objetivo es encontrar el Amarillo primario, el rojo Magenta y el azul Cyan.

IV.1.3.- COLORANTES HIDROSOLUBLES.

Debido a que se pretende trabajar con material de fácil manejo y por lo tanto, que no ocasione complicaciones añadidas en cuanto al medium, se solicitarán solamente colorantes hidrosolubles en el momento de su adquisición.

IV.2.- VISIÓN BIBLIOGRÁFICA ESPECÍFICA DE CADA UNO DE LOS COLORANTES SELECCIONADOS

Una vez se hayan seleccionado los colorantes hidrosolubles es necesario realizar un primer acercamiento a cada uno de ellos en particular. Dado que los antecedentes de esta investigación se encuentran en la bibliografía que se maneja en la primera parte del trabajo, y con el fin de obtener una orientación global sobre el origen y otros datos de interés de cada uno de los colorantes, se realizará un compendio bibliográfico, expuesto en una tabla para cada colorante alimentario.

Con ello se parte de unos datos documentales científicamente demostrados, en lo que se refiere a:

- Origen del colorante alimentario
- Fórmula o composición química
- Historia y comentarios relativos al mismo
- Aplicaciones en alimentación
- Niveles de toxicidad
- Ingestión diaria admisible
- Descripción del color



- Permanencia
- Porcentaje de pureza con que se comercializa
- Precio del Kg.

Como material, se utilizarán los textos bibliográficos que se presentan en la sección bibliográfica dentro del apartado de bromatología, así como el informe del proveedor.

IV.3.- DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES IDÓNEAS QUE SE EMPLEARÁN EN LA CONFECCIÓN DE CADA COLOR.

Una vez que se tengan ya los datos bibliográficos bien establecidos para cada uno de los colorantes, se procede a la determinación de las dosis idóneas que se emplearán en la confección de cada color.

Partiendo de los colorantes seleccionados, se inicia el estudio de su comportamiento al disolverlos en agua. La reacción que interesa en este momento es la cromática, por lo que se realizará un muestreo de diferentes concentraciones para obtener las variaciones cromáticas de cada colorante en concentraciones que van desde la máxima saturación a una disolución que no colorea al pintar.

Los resultados se presentarán en una tabla elaborada en base a la estructura que se muestra en la tabla n° 8, que aparece a continuación, teniendo en cuenta que el número de muestras dependerá del poder de tinción de cada uno de los colorantes.

TABLA N° 8: TABLA DE CONCENTRACIÓN

Muestras	Concentración: g. de colorante/cc de disolución acuosa
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
Etc.	

Para pintar con las muestras conseguidas se emplea papel de acuarela, Guarro de 240 gs/m², sin ácido, y pinceles de acuarela de los números 1, 2, 4, 14 y 16. Así se utilizará un soporte para todos los colorantes amarillos, otro para todos los colorantes rojos y otro para todos los colorantes azules.

Cada uno de estos papeles se dividirá verticalmente en tantas partes como colorantes del color correspondiente haya y, a su vez, se realizan tantas divisiones horizontales como concentraciones (una para cada muestra de color). Se coloreará en cada una de las casillas resultantes, según se consigan los diferentes colores y tonos de las muestras, siguiendo el orden del colorante y la disolución que proceda, así se

obtendrán una serie de muestras de color. Estas muestras se utilizarán más adelante para realizar el estudio cromático de los colorantes.

IV.4.- SELECCIÓN DE LOS COLORES PRIMARIOS

Habiendo determinado las concentraciones y obtenido el conjunto de los tonos⁴⁶ de cada colorante, es preciso establecer una clasificación de los mismos y excluir aquellos colorantes cuyo color no se acerque al de los primarios, siendo éste uno de los objetivos principales de la investigación. Se trata de ver qué colorantes son los más interesantes, en cuanto a color se refiere, para trabajar a niveles plásticos. Para ello se realizarán cuantas catalogaciones sean necesarias, utilizando el método de comparación⁴⁷, según se detalla en los apartados siguientes.

⁴⁶ «Los colores base y los colores compuestos (obtenidos con su mezcla) se llaman tonos (...) Con esta denominación se indica la sensación primordial del color. Por tanto: tono -y también tinta, color-, es la variación cualitativa del color, y tal concepto está ligado directamente a la longitud de onda de su radiación. Según la diferente tonalidad, se dice que un color es rojo, verde, amarillo, azul, etc.»

FABRIS S., GERMANI R., *Color, proyecto y estética en las Artes Gráficas*, (3ª ed.), Barcelona, Edebé. 1973, p.51.

⁴⁷ «Métodos de comparación: Estos sistemas se basan sobre todo en los álbumes de colores de referencia, más o menos perfeccionados. El primero fue realizado por Chevreul en 1838; químico, se interesó en el problema llevado por su empleo de director de tinturas en la Manufacture Royale de Gobelins. A continuación llegaron los sistemas aditivos de tres luces: color "máximo" + cantidades conocidas de blanco y de negro. Es la base de los sistemas de Ostwald y Ridgway. Y los sistemas sustractivos de mezcla de pigmentos: sistemas de Hicethier y Villalobos». LEBLANC, Bernard, *luz, color y compañía*, Revista de la imagen ZOOM, n°17, p.94, Editada por Photoimagen, S.A., Madrid.

IV.4.1.- CATALOGACIÓN EN BASE A LAS TABLAS DE KÜPPERS

Para catalogar cada uno de los colores, se comenzará empleando el Atlas de los colores de Harald KÜPPERS, confeccionado en base a los sistemas sustractivos de mezclas de pigmentos.

Este Atlas es muy interesante por el procedimiento tan claro que utiliza para denominar a cada una de las muestras, basado en establecer la proporción de cada uno de los colores primarios empleados para realizar las mezclas correspondientes a cada tono.

Al presentar los resultados, teniendo en cuenta que siempre se habla de partes de cada color referidas al conjunto de materia con la que estamos trabajando en cada momento, hay que tener presente que, como las selecciones se llevarán a cabo sobre diferentes diluciones, la materia varía en cada una de las muestras que vayamos presentando. De este modo, unas veces el conjunto de materia del que partimos para establecer la proporción constará de 300 partes, y, como a medida que se van aumentando las muestras la masa del color es menor, las partes del conjunto van siendo cada vez menores, por lo que el conjunto de materia final puede constar de 20 ó 30 partes únicamente.

Con el fin de evitar "los efectos de los colores limítrofes" y poder apreciar cada color de una forma más imparcial, se utilizarán ocultadores⁴⁸ para aplicarlos sobre

⁴⁸ La COMPAÑÍA MUNSELL, en su *Munsell Book of Color Defining, Explaining, and Illustrating the Fundamental Characteristics of Color A Revision and Extension of "The Atlas of the Munsell Color System"* by A: H. Munsell, Library edition volume I, Baltimore. Mariland, Munsell Color Company, 1929, Nos indica la utilidad del ocultador, diciendo que los resultados más satisfactorios se obtienen usando ocultadores o plantillas hechas de cartón gris, que deben prepararse cortando agujeros de cartón gris y tienen como fin exponer iguales áreas de muestra y estándar al mismo tiempo.

las muestras de color conseguidas en el apartado 3, relativo a la determinación de las concentraciones idóneas que se emplearán en la confección de cada color, para lo cual se necesita encontrar un papel cuyo color sea un gris neutro, a fin de que no afecte al color que se está estudiando. Una de las marcas que ofrece mayor gama de grises es MECANORMA, por lo que se empleará el papel gris NORMACOLOR SPATIAL SYSTEM N 25600P MECANORMA.

La catalogación se llevará a cabo por comparación, tapando con el ocultador gris todos los colores limítrofes al que se está catalogando y buscando el color más similar en la tabla de Küppers, cubriendo también el resto de los colores estándar con el ocultador gris. Es decir, se compara el color de cada casilla con el color más próximo de la tabla de Küppers utilizando la misma terminología que emplea Küppers para denominar cada muestra de color conseguida.

Los resultados se recopilarán en tres tablas. Cada una engloba el grupo de colorantes relativo a los colores rojo, amarillo y azul, con el objeto de examinar la totalidad de los colorantes de forma comparativa y así poder asegurarse de seleccionar los colorantes más cercanos a los colores primarios AMARILLO, MAGENTA y CYAN que estamos buscando. «Objetivamente, el amarillo para ser un Amarillo base, debe tener la máxima saturación -o sea, no contener blanco ni negro-, ni tampoco Magenta ni Cyan y, por tanto, no debe ser ni caliente ni frío.

El Magenta, a su vez, no debe contener ni Amarillo ni Cyan y, por esto, no debe ser ni caliente ni frío.

El Cyan no debe contener ni Amarillo ni Magenta y no ser ni caliente ni frío».⁴⁹

Los resultados obtenidos en esta selección se presentarán en una tabla, señalando en

⁴⁹ FABRIS, S., GERMANI, R., *Color. Proyecto y estética en las Artes Gráficas*, (3^a ed.), Barcelona, Edebé, 1973, p. 45.

negrita la muestra considerada como más próxima al primario.

La tabla n° 9, nos da una idea del diseño de tabla general que se empleará para cada color. El número de casillas horizontales dependerá del número de colorantes seleccionados de cada color, mientras que el número de casillas verticales corresponderán al número de muestras que se establezca en la tabla de concentración.

TABLA N° 9: COLORANTES AMARILLOS, ROJOS O AZULES

	N° del colorante	N° del colorante	Etc
1^a			
2^a			
3^a			
4^a			
5^a			

Etc.

IV.4.2.- CATALOGACIÓN SEGÚN LA TABLA PANTONE

Con el fin de cotejar la catalogación realizada en base a las tablas de Küppers, con otras tablas, se realizará una nueva catalogación en relación con la tabla PANTONE, *Color Formula Guide 1000*, que es una guía de 1000 colores empleada habitualmente en diseño. La catalogación se llevará a cabo siguiendo el proceso de utilización expuesto con la tabla de Küppers.

IV.4.3.- ESCALAS CROMÁTICAS

Una vez seleccionados los colores primarios, en base a las catalogaciones anteriores, se realizará un estudio de las escalas cromáticas de los colorantes seleccionados mediante la confección de nuevas muestras de color cuyos tonos varíen en base a una progresión aritmética, para obtener así una degradación más lenta, y poder apreciar mejor las variaciones relativas a cada tono saturado.

IV.5.- CARACTERÍSTICAS PLÁSTICAS BÁSICAS DE LOS COLORANTES ALIMENTARIOS SELECCIONADOS

Determinados ya aquellos colorantes que van a funcionar como primarios y centrándonos pues, única y exclusivamente, en este grupo reducido de colorantes, se realizará un estudio de las características plásticas básicas de cada uno de ellos, con el fin de establecer qué cualidades reúnen estos colorantes para su posterior empleo en experiencias plásticas.

IV.5.1.- SOLUBILIDAD Y CONCENTRACIÓN:

El desarrollo de esta prueba se expuso en el apartado 3 de material y métodos, p.45, relativo a la determinación de las concentraciones idóneas que se emplearán en la confección de cada color. En él se explica cómo se han hallado las diversas concentraciones de los colorantes al disolverlos en agua, exponiendo las técnicas empleadas para la obtención de las diversas muestras.

IV.5.2.- CATALOGACIÓN CROMÁTICA:

Los métodos empleados para la catalogación cromática de los colorantes alimentarios se exponen en el apartado 4 de material y métodos, p.p.47 a 51, al explicar el modo de efectuar la selección de los colores primarios.

IV.5.3.- PODER DE FIJACIÓN:

Para averiguar el poder de fijación de cada uno de los colorantes seleccionados, comenzamos exponiendo el material a condiciones extremas utilizando soportes cuya capacidad de absorción sea mínima, como por ejemplo el vidrio.

El comportamiento de los colorantes alimentarios sobre este tipo de soporte, se contrastará con los resultados obtenidos al pintar sobre superficies absorbentes, cuyos resultados se conseguirán al realizar las pruebas para la catalogación cromática, donde se trabajará sobre papel de acuarela.

El estudio se realizará colocando una pincelada de cada colorante en diferentes concentraciones sobre portas de cristal. Las concentraciones de las disoluciones dependerán de los resultados de las pruebas anteriores, partiendo de la concentración máxima hasta llegar a la concentración mínima que nos interese para trabajar a niveles plásticos.

El poder de fijación de las muestras se valorará según la tabla nº10 que aparece a continuación.

TABLA N° 10: ESCALA DE VALORACIÓN DEL PODER DE FIJACIÓN

PODER DE FIJACIÓN	COMPORTAMIENTO AL RASCADO
NULO	Si se cuarteo y no se adhiere al soporte
BAJO	Si al intentar levantarlo con la espátula salta en forma de polvo
MODERADO	Si al intentar levantarlo con la espátula se desprende en trozos
ALTO	Si al intentar levantarlo con la espátula se desprende en forma de película

IV.5.4.- RESISTENCIA A LA LUZ (FOTOSENSIBILIDAD):

La prueba de resistencia a la luz la realizaremos según indica Doerner «Se ensaya un color respecto a su resistencia a la luz aplicando una capa muy fina, preferible con agua de goma, sobre papel blanco, que no se vuelva amarillo, y tapando la mitad, por ejemplo, entre las páginas de un libro. Expuesta al sol durante algún tiempo, no debe mostrar la pintura alteración alguna»⁵⁰.

Teniendo en cuenta la observación de Ray Smith de que «...el medio acuoso ofrece menos protección al pigmento que el medio oleaginoso»⁵¹. Y dado que nosotros

⁵⁰ DOERNER, Max, *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, Barcelona, Reverté, 1975, p.52.

⁵¹ SMITH, Ray, *El manual del artista*, Madrid, Hermann Blume, (1ª ed. 1987) 4ª ed. 1991, p. 12

estamos trabajando con colorantes hidrosolubles, hemos de tener en cuenta que, probablemente, serán muy fotosensibles, por lo cual evitaremos en lo posible la exposición directa al sol escogiendo un lugar muy bien iluminado pero siempre orientado al norte.

Para realizar la prueba se pinta sobre papel de acuarela una sola capa con cada uno de los colorantes alimentarios seleccionados, disueltos en agua destilada y se tapa la mitad de la prueba, dejando la otra mitad a la luz norte durante 3 meses.

IV.5.5.- TRANSPARENCIA-OPACIDAD: CAPACIDAD CUBRIENTE:

Transparencia es la «propiedad de los cuerpos que permiten el paso de los rayos luminosos a través de su masa (...). El cuerpo transparente es contrapuesto al opaco porque a través de él se puede observar un objeto con tanta mayor nitidez cuanto más perfecta sea su transparencia. Ésta viene determinada por la cantidad de luz transmitida a través del cuerpo»⁵².

En base a esta definición, para llevar a cabo la prueba de transparencia de estos colorantes alimentarios, se utilizarán dos soportes diferentes. Papel blanco de acuarela Guarro de 240 gs/m² y papel negro Canson, sin ácido.

Se han seleccionada estos dos soportes por la cualidad de reflejar la luz que recibe, que tiene el papel blanco, y por la de absorber todas las radiaciones luminosas que llegan hasta él, que tiene el papel negro. De este modo se puede ver claramente la transparencia del colorante puesto que, si un colorante es opaco, al pintar sobre la

⁵² *Diccionario enciclopédico Plaza & Janes*, Esplugues de Llobregat (Barcelona), Plaza & Janes S. A., 1989.

superficie negra, no debe perder el color que presenta en la superficie blanca. Cuanto menos afinidad haya entre las dos muestras, más transparente será el colorante, puesto que trabajamos con filtros de color.

Con estos dos papeles se confeccionará un soporte para cada uno de los colorantes, pegando sobre cartulina blanca dos franjas verticales del mismo ancho, una de cada papel. Sobre ellas se realizarán seis divisiones horizontales, para confeccionar otras tantas muestras pintando con colorantes, como se explica en la tabla nº11: capacidad cubriente.

TABLA Nº 11: CAPACIDAD CUBRIENTE

1º	Una capa de colorante
2º	Dos capas de colorante pintando sobre seco
3º	Tres capas de colorante pintando sobre seco

En el caso de que estos colores resultasen muy transparentes, tendríamos que valorar la transparencia por comparación, utilizando para ello un material que tradicionalmente se ha considerado muy transparente: la acuarela.

Para ello disolveremos cada uno de los colorantes en agua en la proporción adecuada y realizaremos sus espectros de absorción. Cuanto más se asemejen a los espectros de reflexión complementarios, más transparentes serán los colores, puesto que los espectros de absorción nos muestran la curva espectral de la parte de color no reflejada (absorbida) que coincide justamente con el espectro de reflexión de su color complementario.

Del mismo modo se realizarán los espectros de los colores primarios de acuarela líquida con el fin de compararlos con los espectros de absorción de cada uno de los colores respectivos de los colorantes alimentarios.

IV.5.6. CAPACIDAD DE SÍNTESIS:

Una vez seleccionados los colorantes alimentarios que funcionarán como los colores primarios, hay que conseguir los secundarios y terciarios.

«Si con ayuda de tres primarios que, en el mejor de los casos, serán tres colores espectrales puros, pretendemos recrear todos los colores, observaremos experimentalmente que no es posible conseguir ninguno de los demás colores espectrales puros, como tampoco la mayoría de los muy saturados. Habrá que añadir a este color puro una cierta cantidad de uno de los primarios para equilibrar la mezcla con ayuda de los otros dos. Se considerará, por tanto, que cualquier color espectral es siempre obtenible a partir de una mezcla de tres primarios si se establece la condición de que las cantidades de los mismos puedan ser tanto positivas como negativas...»⁵³

Si una vez seleccionados los primarios contamos solamente con tres colorantes (uno por cada primario) será muy sencillo conseguir las proporciones adecuadas de cada uno de ellos para efectuar las diferentes combinaciones que den lugar a los colores secundarios, pues solamente es necesario averiguar la proporción idónea, de cada colorante, necesaria para combinar con cualquiera de los otros dos para que resulte

⁵³ LEBLANC, Bernard, *Luz, color y compañía*, Revista de la Imagen, Zoom, nº 17, p. 95, editada por PHOTOIMAGEN, S.A., Madrid

un secundario equilibrado, es decir, que no esté saturado de ningún color en particular, sino que contenga a los dos primarios en proporciones similares.

Esto se complicaría si existiese más de un colorante que pudiera funcionar como color primario. En este caso hay que tener en cuenta que, además de hallar la dosis de cada color idónea para conseguir la mezcla adecuada, hay que establecer todas las combinaciones posibles entre los colorantes seleccionados de cada color.

Así para hallar las proporciones adecuadas, partiremos de las muestras de los colores que se hayan seleccionado como primarios (o próximos a los primarios) según los resultados obtenidos mediante la selección de los colores primarios y comenzaremos tomando un 75% de uno de ellos, añadiéndole el 25% de cualquiera de los otros dos colores.

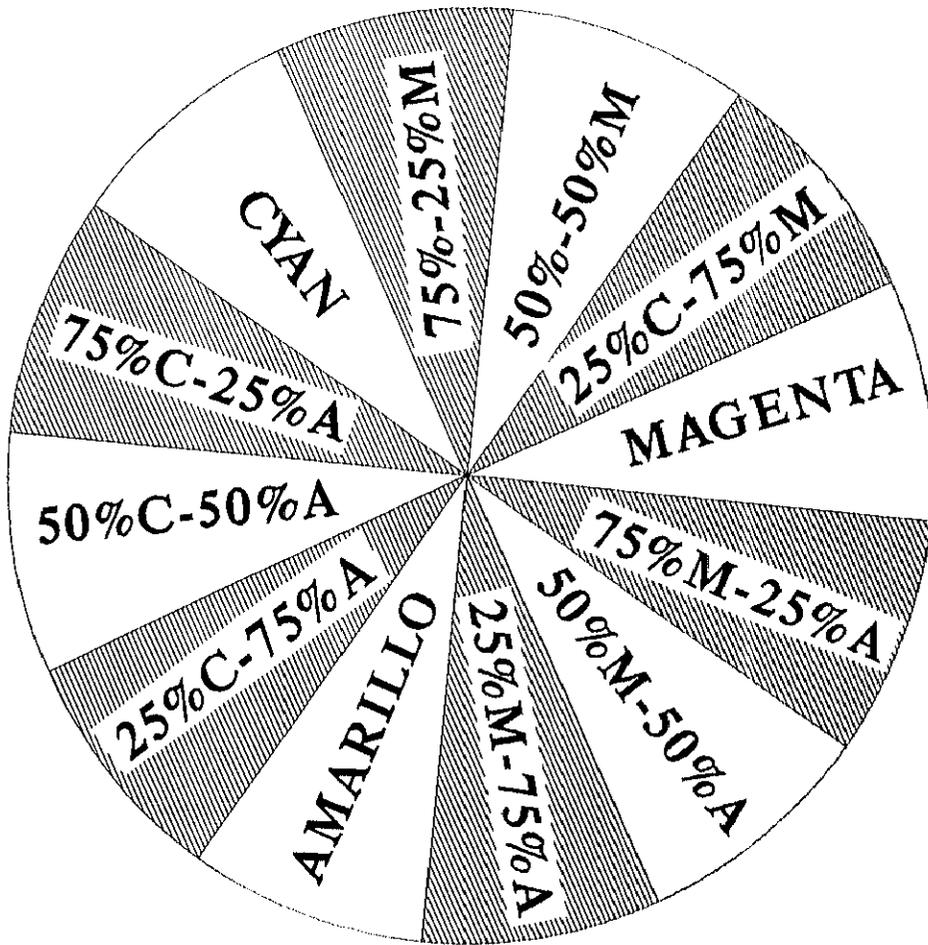
Una vez elaborado este tono, se mezclan los dos colores al 50% y después el primero en un 25% y el segundo en un 75%. Así se obtienen los tonos más importantes de cada secundario. De este modo será más fácil seleccionar el secundario más limpio, que estará confeccionado partiendo de los dos colores más cercanos al primario.

Seleccionados los colorantes alimentarios y las proporciones que se utilizarán para la elaboración de los secundarios se confeccionarán los colores terciarios. Para ello partimos de pares de complementarios «El círculo de los colores (...) indica los pares de complementarios, situados en posiciones opuestas». ⁵⁴ mezclándolos proporcionalmente hasta obtener los tonos más importantes de marrón, gris y violeta. La proporción a emplear viene condicionada por los resultados obtenidos en la

⁵⁴RALPH MAYER, *materiales y técnicas del arte*, 1ª ed. 1991 (5ª ed. 1993), Madrid, Tursen Hermann Blume Ediciones. Pag.184

elaboración de los secundarios.

Gráfico n°1: Elaboración de los colores secundarios. (Círculo Cromático).



IV.6.- POSIBILIDADES PLÁSTICAS DE LOS COLORANTES ALIMENTARIOS

El objetivo de este estudio es el análisis de las posibilidades de los colorantes alimentarios como material plástico. Por lo que, una vez realizados todos los estudios relativos a las características plásticas básicas, es preciso pasar directamente a la utilización de este material, teniendo en cuenta los datos de proporción, color, etc., obtenidos en las pruebas anteriores.

Dado que con este estudio se pretenden valorar las capacidades plásticas de los colorantes alimentarios, tanto para ser empleados en experiencias plásticas como creativas, se trabajará en tres niveles diferentes:

- A. Niños
- B. Adultos, no profesionales
- C. Profesionales del arte.

Empleando diversas técnicas, acordes con las capacidades del material.

ABRIR CAPITULO V

