



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

Trabajo de Titulación:

“Estudio comparativo del nivel de contaminación de las aguas residuales generadas por los procesos textiles de tintura de lana, utilizando colorantes naturales y sintéticos.”

Realizado por:

DARWIN JOSÉ ESPARZA ENCALADA

Director del proyecto:

ING. KATTY CORAL C. MSc.

A pair of hands, rendered in a light blue, translucent style, are shown holding a realistic globe of the Earth. The globe is centered on the African continent and is set against a dark, starry space background. The text is overlaid on the globe in a bold, red font.

Son los colorantes naturales, utilizados en los procesos de tintura de lana, menos contaminantes a las aguas residuales, que los colorantes sintéticos?

The background of the slide features a collection of colorful yarn balls in shades of yellow, green, red, and blue. In the foreground, there are several white bowls containing different types of natural dyes, including what appears to be ground roots and other plant-based materials. The overall scene is set against a dark, textured background, possibly a wooden surface or a piece of fabric.

ANTECEDENTES

- ▶ **“Para dar color a los géneros textiles se puede utilizar colorantes naturales y colorantes artificiales; sin embargo, los serios problemas generados por el efecto de los colorantes sintéticos al medio ambiente y la salud humana, parece que está llevando de nuevo al colorante natural al centro de la atención del mundo.”
(Kohima, s.f.)**

ANTECEDENTES

Por una parte, se dice que: Los colorantes textiles artificiales tienen gran persistencia en el ambiente; y por otra, se dice que los colorantes naturales son más amigables con el ambiente

“Los colorantes vegetales representan una fuente sustentable respecto a su contraparte sintética, pues son un recurso renovable, en cambio los colorantes sintéticos no, ellos provienen del petróleo” (Ecotintes, 2016)

COMPARACION DE LA CONTAMINACION

(USO DE LOS COLORANTES EN EL SECTOR TEXTIL)

COLORANTES
NATURALES

COLORANTES
SINTETICOS

OBTENCION

TINTURA

Efluentes

USO

DISPOSICION
FINAL

OBJETIVOS

GENERAL

Realizar un estudio comparativo sobre el nivel de contaminación de las aguas residuales generadas por los procesos textiles de tintura de lana, utilizando colorantes naturales y colorantes sintéticos

OBJETIVOS

ESPECIFICOS

- ▶ Obtener una base teórica relacionada con el agua, la fibra de lana, los colorantes naturales y sintéticos, los procesos, parámetros de tintura y sobre la calidad de las aguas residuales; mediante la recopilación de información en fuentes bibliográficas válidas, para poder así desarrollar adecuadamente el estudio comparativo;
- ▶ Caracterizar las aguas residuales generadas en las pruebas de tintura, a través del análisis de calidad de los parámetros DQO, DBO, SST, ST, pH y COLOR; para, mediante los resultados obtenidos hacer la evaluación del grado de contaminación de las aguas producidas por los dos tipos de colorantes.
- ▶ Determinar el nivel de contaminación de las aguas residuales generadas por los procesos de tintura utilizando colorantes naturales y sintéticos; mediante un análisis comparativo de los parámetros de calidad de las aguas, para conocer cual de los dos tipos de colorantes produce mayor contaminación y cuál o cuáles sobrepasan la norma ambiental.

Justificación

Se logrará evidenciar si los colorantes naturales son menos contaminantes a las aguas residuales que los colorantes sintéticos.

CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE TINTURAS CON COLORANTES NATURALES

DQO, DBO₅, SST, ST, pH y COLOR

IMPORTANCIA DE ESTUDIO COMPARATIVO



CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE TINTURAS CON COLORANTES SINTÉTICOS

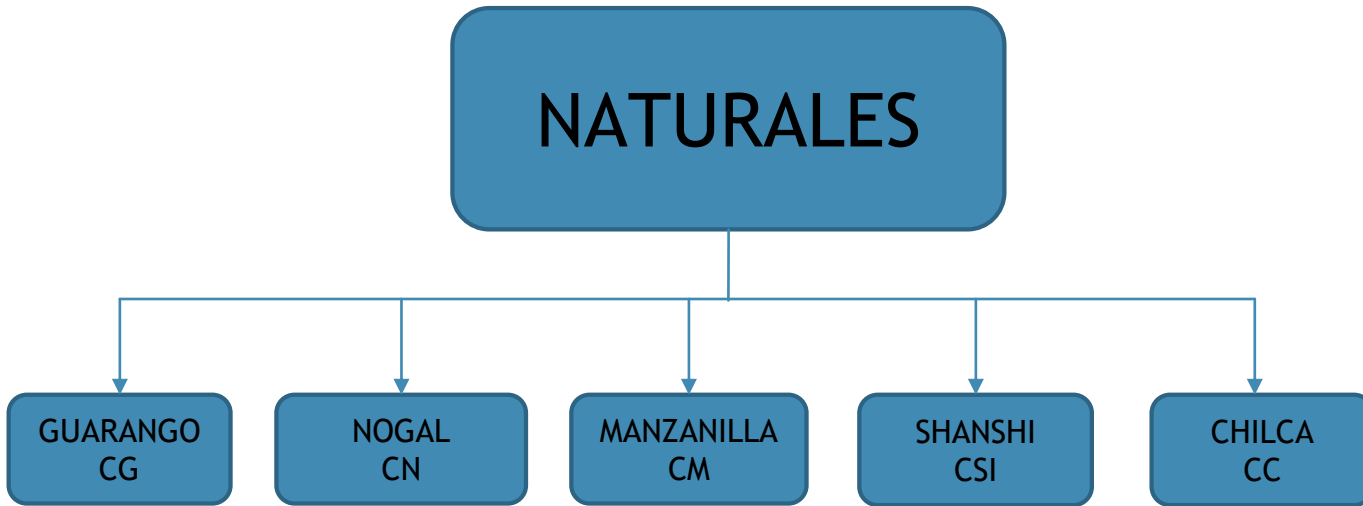
DQO, DBO₅, SST, ST, pH y COLOR

Son muy importantes los estudios y aplicaciones tecnológicas que se realicen, con el fin de reducir la contaminación de las aguas residuales, en los tratamientos húmedos de la industria textil.



COLORANTES UTILIZADOS

NATURALES



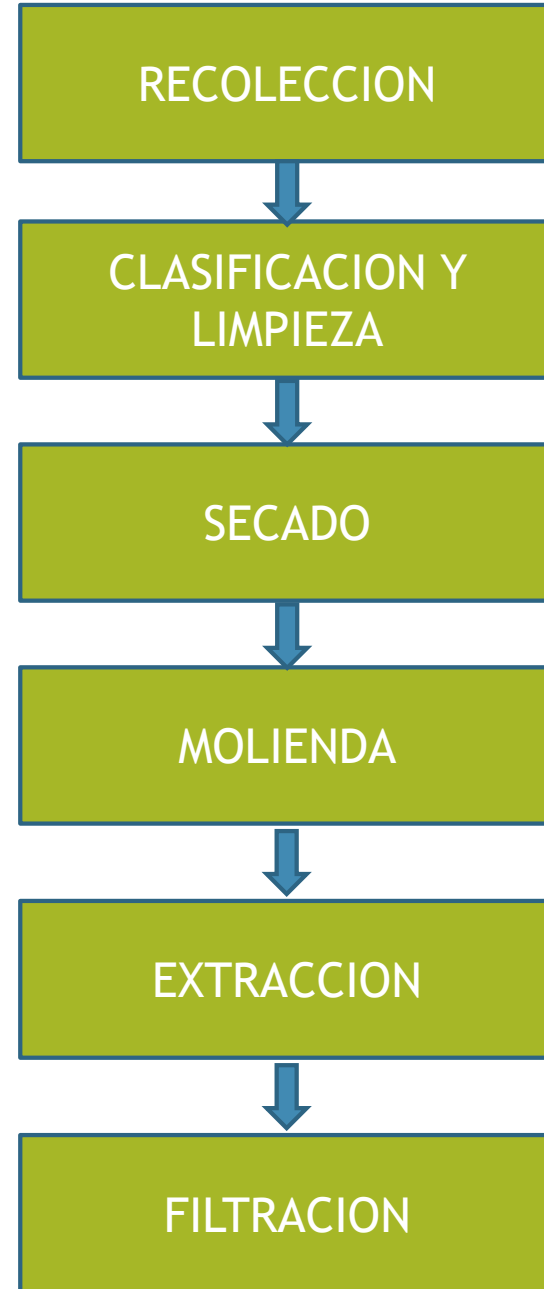
Fuente: <http://www.tiposdearboles.com/el-nogal/>

SINTETICOS



Fuente: <http://lac-project.ru/its/stekolnoe-proizvodstvo/>

PROCESO DE EXTRACCION DEL COLORANTE NATURAL

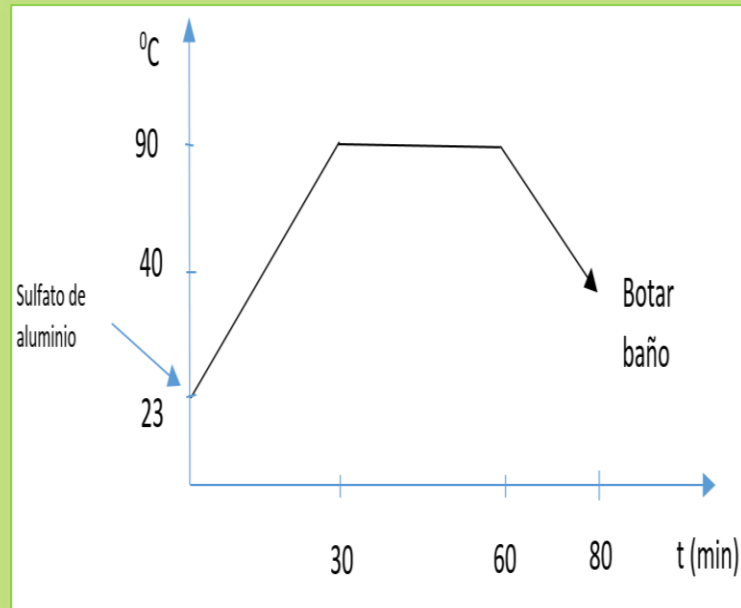


OBTENCION COLORANTES NATURALES

PLANTA	TIPO DE VEGETAL	PARTE UTILIZADA
GUARANGO	Arbol	Vainas
NOGAL	Arbol	Cáscara del fruto
MANZANILLA	Hierba	Tallo, hojas y flores
SHANSHI	Arbusto	Fruto
CHILCA	Arbusto	Hojas

PRUEBAS DE MORDENTADO DE LANA

PROCESO



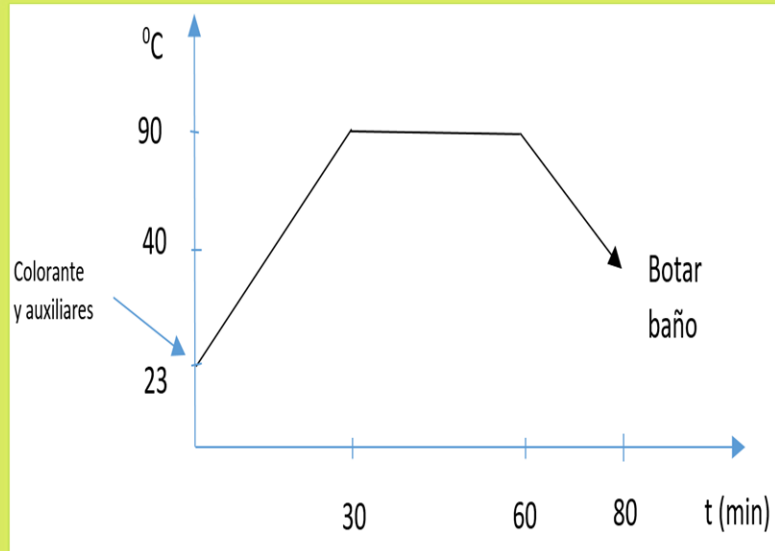
EQUIPO TIPO LABORATORIO



CALENTAMIENTO BAÑO POR RAYOS INFRARROJOS

PRUEBAS DE TINTURA DE LANA

PROCESO

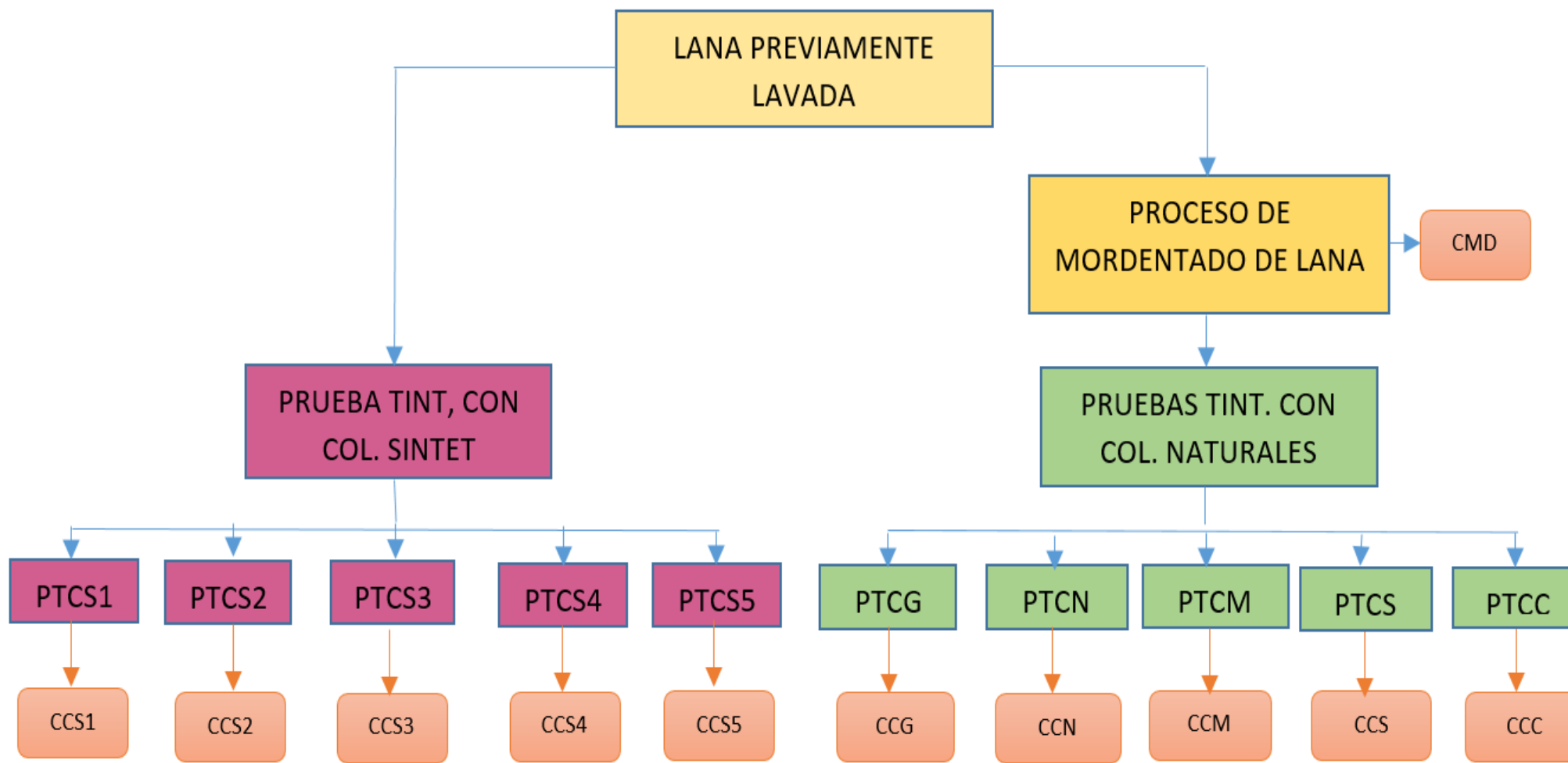


EQUIPO TIPO LABORATORIO



CALENTAMIENTO BAÑO POR RAYOS INFRARROJOS

MUESTRAS AGUAS RESIDUALES



- PTCS → PRUEBA DE TINTURA CON COLORANTE SINTETICO
- PTCN → PRUEBA DE TINTURA CON COLORANTE NATURAL
- CC → ANALISIS DE AGUA

NORMATIVA AMBIENTAL

Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/L	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	500,0
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	220,0
Sólidos totales	ST	mg/L	1 600,0

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A. Tabla 8. Adaptado

METODOS UTILIZADOS EN LA CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

PARAMETRO	METODO
DQO	Hach. Reactor Digestión Method 8000
DBO ₅	Hach. Dilución Method 8043
Sólidos suspendidos totales	Standard Method, 2540D
Sólidos totales	Standard Methods, 2540D
pH	Hach. Standard Methods, 8156
Color aparente (Sin filtrar)	Hach 1660. Espectrofotómetro 4000, 2120D
Color verdadero (filtrado)	Hach 1660. Espectrofotómetro 4000, 2120D

RESULTADOS, ANALISIS Y EVALUACION

COLORANTE EXTRAIDO

COLORANTE	PESO DEL MATERIAL SECO (g)	SOLVENTE UTILIZADO EN EXTRACCION	PESO DEL SOLVENTE (g)	PESO TOTAL MATERIAL MACERADO, LIQUIDO (g)	EXTRACTO DE COLORANTE LIQUIDO FILTRADO (g)
GUARANGO	380	Agua	2000	2380	1514,70
NOGAL	462	Agua	2000	2462	1535,55
MANZANILLA	228	Alcohol metílico (96%)	1000	1228	732,13
SHANSHI	362	Agua	2000	2362	1419,54
CHILCA	321	Alcohol metílico (96%)	1000	1321	692,60

MUESTRAS DE LANA TINTURADAS CON COLORANTES NATURALES



Los colores de izquierda a derecha son el resultado de las tinturas con guarango, nogal, manzanilla, shanshi y chilca; la muestra colocada en el centro, en la parte inferior, corresponde a la materia prima utilizada en las tinturas.

MUESTRAS DE LANA TINTURADAS CON COLORANTES SINTETICOS



Los colores de izquierda a derecha son el resultado de las tinturas con cinco diferentes colorantes sintéticos; la muestra colocada en el centro, en la parte inferior corresponde, a la materia prima utilizada en las tinturas.

PARAMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE MORDENTADO

ENSAYO	PARAMETROS						
	DQO (mg/L)	DBO5 (mg/L)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L)		pH	COLOR (UPC)	
			SST	ST		APARENTE	VERDADERO
MORDENTADO	308	23,64	47	2432	3,10	325	90

PARAMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE
TINTURA CON
COLORANTES NATURALES

ENSAYO	PARAMETROS						
	DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	SOLIDOS (mg/L)		pH	COLOR (UPC)	
			SST	ST		APARENTE	VERDERO
GUARANGO	20887,50	8,88	272	27000	2,66	13400	4050
NOGAL	5675,00	21,52	411	6684	3,05	14600	13800
MANZANILLA	10120,00	22,52	44	348	3,40	80	43
SHANSHI	8460,00	21,16	131	4708	3,36	3860	2400
CHILCA	70225,00	22,12	10	1012	2,93	575	470

PARAMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE
TINTURA CON
COLORANTES SINTETICOS

ENSAYO	PARAMETROS						
	DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	SOLIDOS (mg/L)		pH	COLOR (UPC)	
			SST	ST		APARENTE	VERDERO
SINTETICO 1	873	23,08	16	1200	6,37	5000	1620
SINTETICO 2	708	9,80	210	1200	6,44	140	412
SINTETICO 3	858	20,72	100	1212	6,35	1000	1085
SINTETICO 4	1064	20,48	132	1012	6,32	1000	875
SINTETICO 5	817	20,32	146	1300	6,36	193	685

ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS

Normalidad de los valores en los parámetros de calidad de las aguas residuales de tinturas con colorantes naturales

	DQO	DBO5	SST	ST	pH INI	pH FIN	CAPAR	CVERD
N	5	5,00	5	5	5,00	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.7235	0.8247	0.7591	0.7572	0.9072	0.9188	0.8267	0.791
p(normal)	0.01661	0.1269	0.03603	0.03464	0.451	0.5224	0.1314	0.06836
Anderson-Darling A	0.7236	0.4361	0.6232	0.6382	0.3173	0.2648	0.4502	0.5536
p(normal)	0.02206	0.1653	0.04472	0.04024	0.3756	0.5172	0.1494	0.07307
p (Monte Carlo)	0.0158	0.1799	0.0435	0.0371	0.4378	0.6039	0.1604	0.0763
Jarque-Bera JB	1.499	0.6638	1.191	1.395	0.6205	0.4255	0.7222	1.232
p(normal)	0.4726	0.7176	0.5513	0.4977	0.7333	0.8084	0.6969	0.5401
p (Monte Carlo)	0.0179	0.2778	0.0525	0.0297	0.3422	0.6729	0.2113	0.0498

ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS

Normalidad de los valores en los parámetros de calidad de las aguas residuales de tinturas con colorantes sintéticos

	DQO	DBO5	SST	ST	pH INI	pH FIN	CAPAR	CVERD
N	5	5	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,9385	0,7365	0,9741	0,8517	0,9609	0,9079	0,7195	0,9731
p(normal)	0,6555	0,02224	0,901	0,1999	0,814	0,4552	0,01516	0,8946
Anderson-Darling A	0,2944	0,7493	0,2067	0,5081	0,2318	0,3469	0,7378	0,1861
p(normal)	0,4367	0,01841	0,7239	0,1006	0,6205	0,3077	0,01996	0,8047
p(Monte Carlo)	0,5143	0,0136	0,8197	0,1019	0,7264	0,3552	0,016	0,8894
Jarque-Bera JB	0,2945	1,444	0,2047	0,6376	0,2887	0,5928	1,502	0,3427
p(normal)	0,8631	0,4859	0,9027	0,727	0,8656	0,7435	0,472	0,8425
p (Monte Carlo)	0,8543	0,0263	0,9323	0,3172	0,8574	0,4033	0,0187	0,8126

MEDIAS Y COEFICIENTE DE VARIACION

MEDIDA ESTADISTICA	TIPO DE AGUA RESIDUAL	PARAMETROS						
		DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	SST (mg/L)	ST (mg/L)	pH	COLOR APARENTE (UPC)	COLOR VERDERO (UPC)
Media	Col. Natural	23073,50	19,24	173,60	7950,40	3,08	6503,00	4152,60
	Col. Sintético	864,00	18,88	120,80	1184,80	6,37	1466,60	935,40
Coeficiente de variación (%)	Col. Natural	116,94	30,22	96,14	137,92	10,02	107,78	135,48
	Col. Sintético	14,94	27,54	58,73	8,89	0,70	137,65	48,74

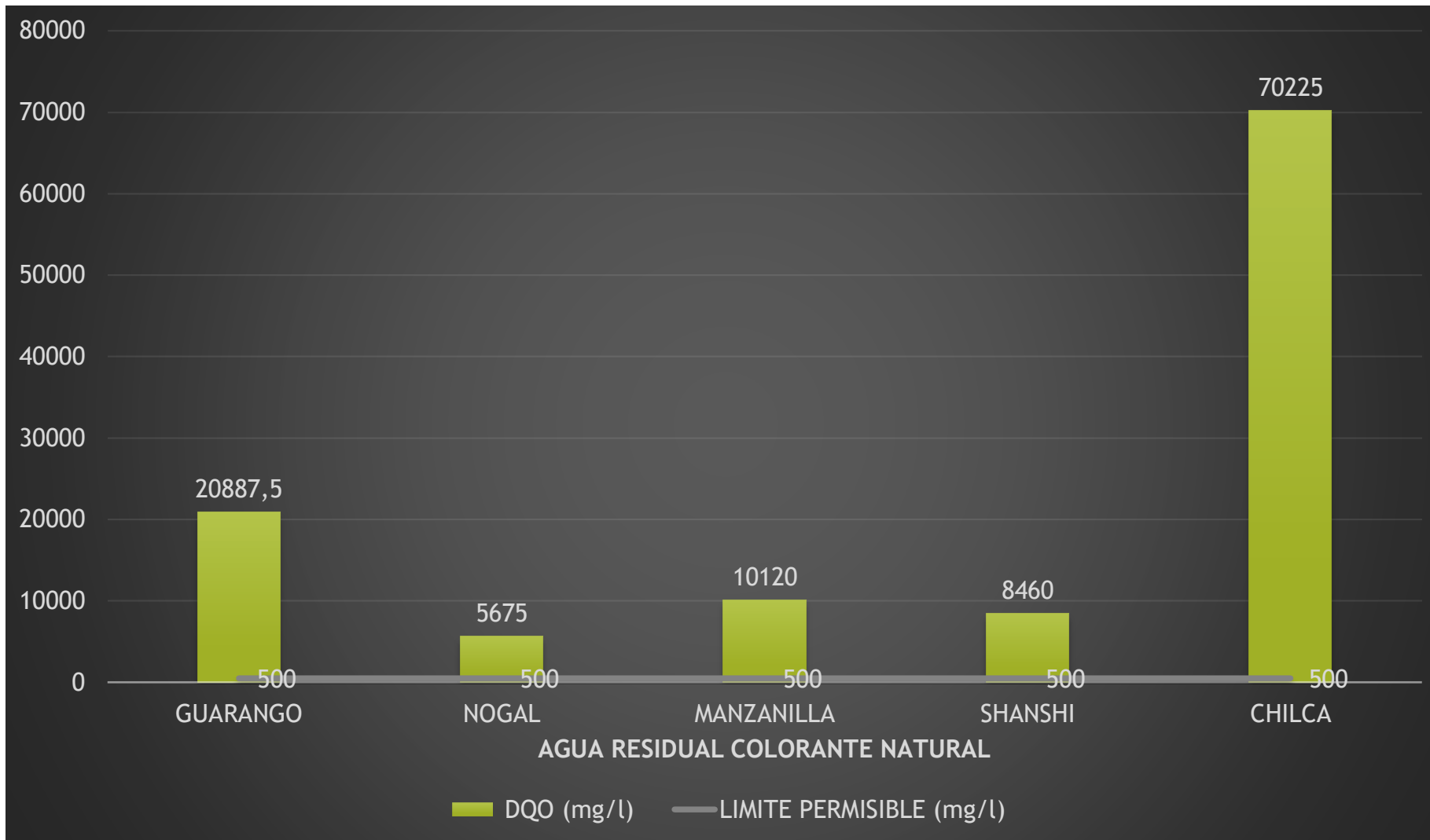
Parámetros de calidad de las aguas residuales, que están sobre y bajo los límites de descargas al alcantarillado, en porcentajes

AGUA RESIDUAL DE TINTURAS CON COLORANTES	DQO (%)	DBO5 (%)	SOLIDOS (%)		pH (%)	PROMEDIO (%)
			SST	ST		
NATURALES	4514,70	-92,30	-21,09	396,90	48,67	969,37
SINTETICOS	72,80	-92,45	-45,09	-25,95	-6,13	-19,36

Signo positivo: Porcentaje que está sobre el límite de descarga

Signo negativo: Porcentaje que está bajo el límite de descarga

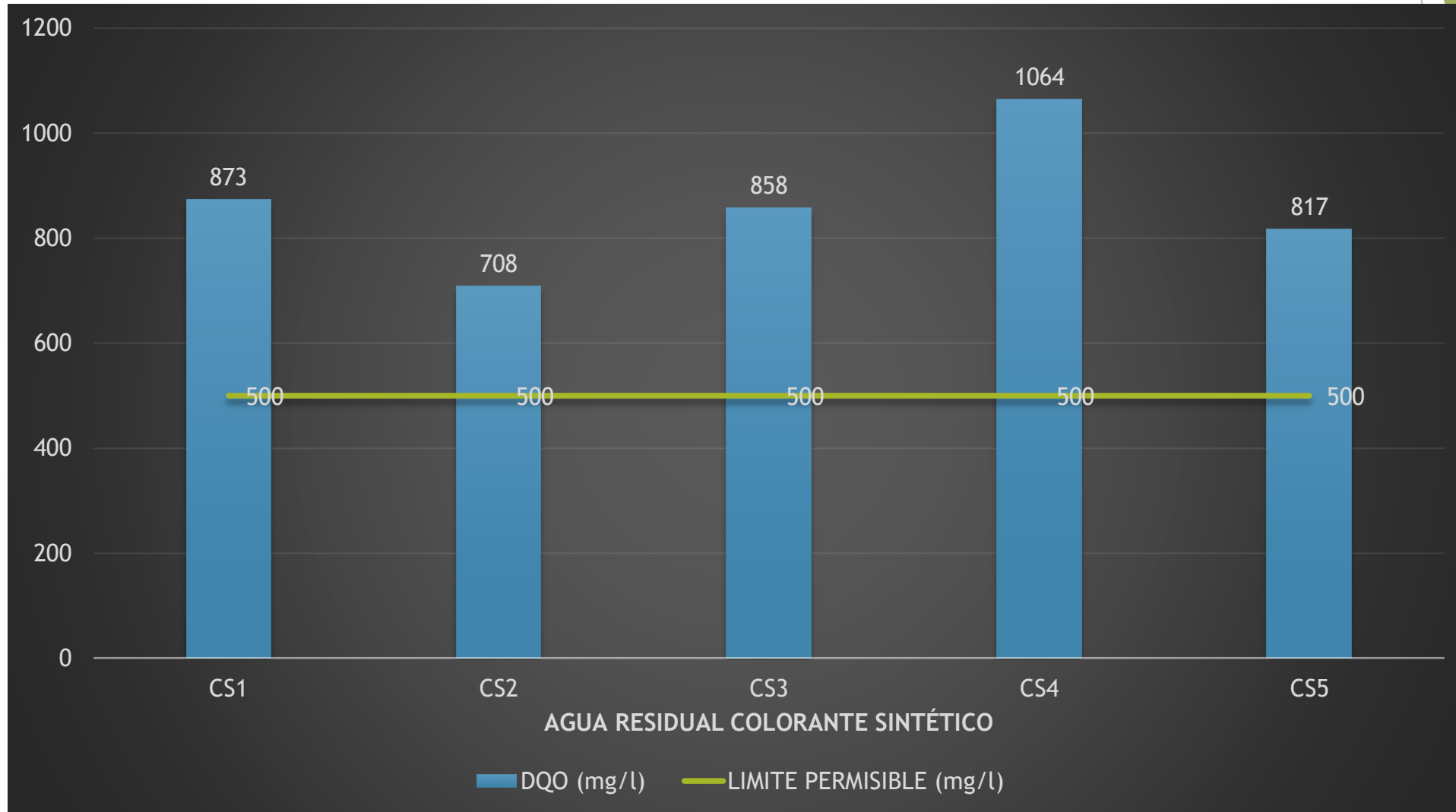
DQO - LIMITE DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO, AGUAS RESIDUALES *COLORANTES NATURALES*



MEDIA = 23073,50

Cv % = 116,94

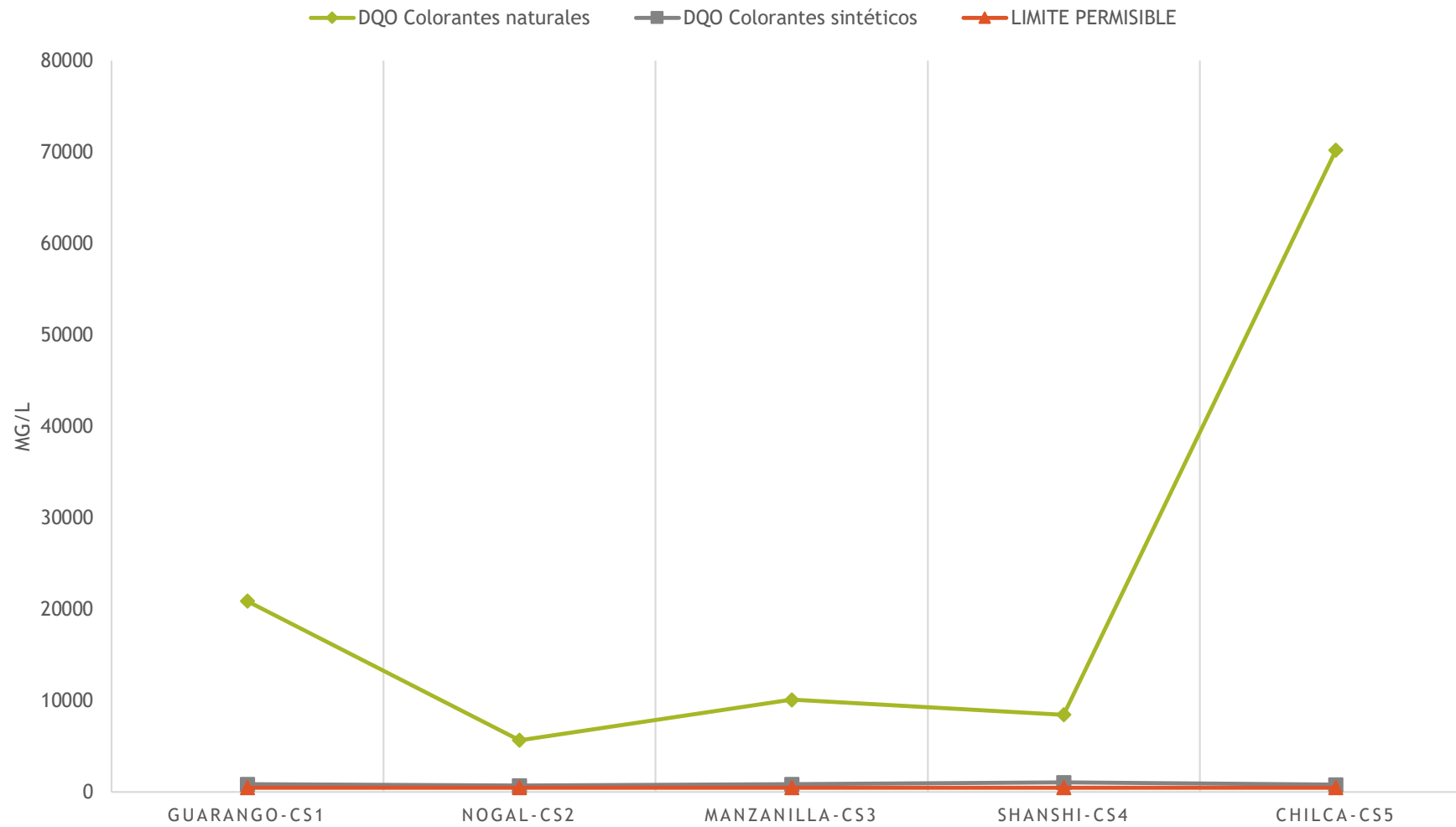
DQO - LIMITE DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO, AGUAS RESIDUALES *COLORANTES SINTETICOS*



MEDIA = 864,00 mg/L

CV % = 14,94

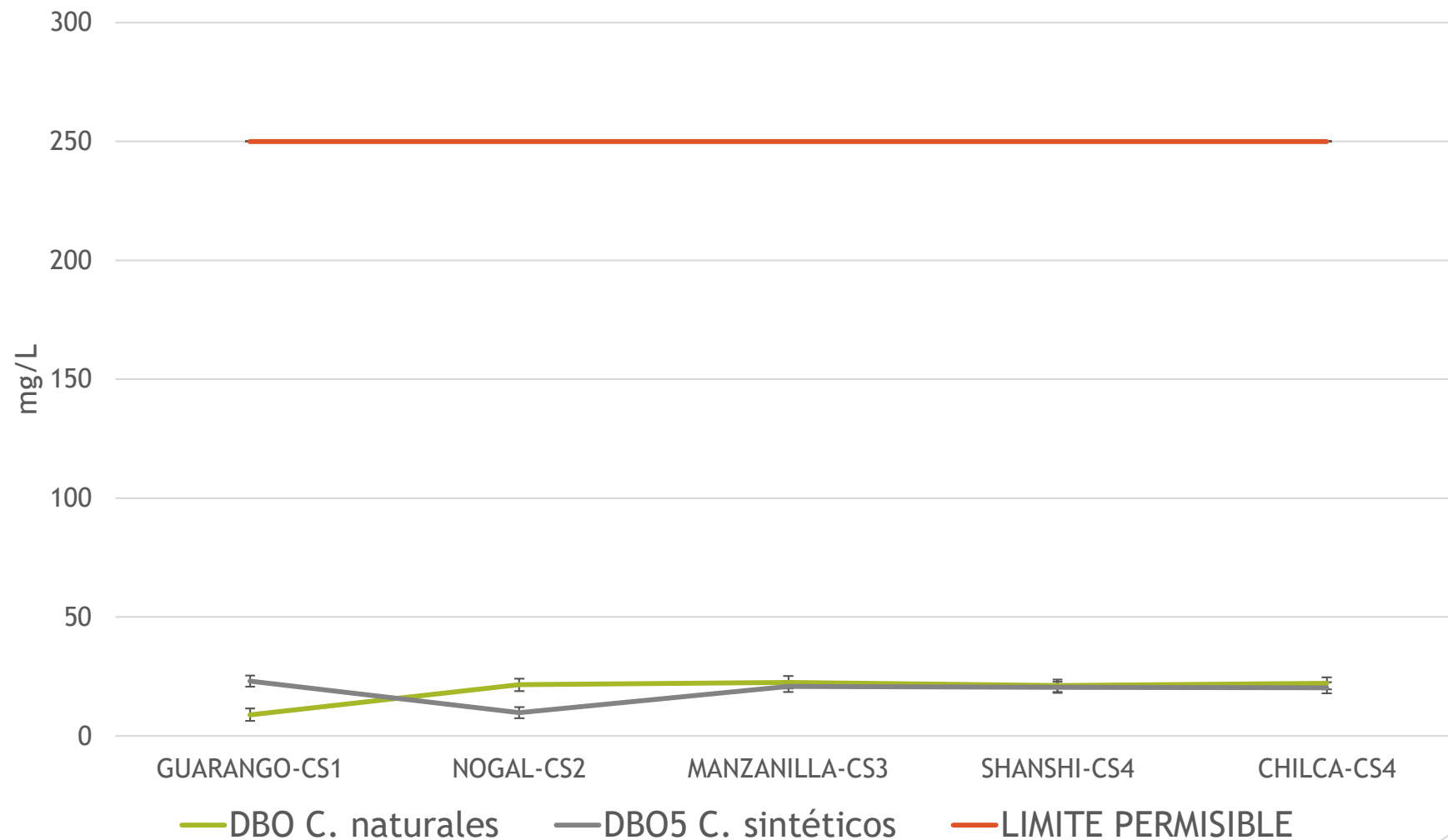
DQO - LIMITE LIMITE DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO, AGUAS RESIDUALES *COLORANTES NATURALES Y SINTETICOS*



COLORANTE	MEDIA (mg/L)	Cv (%)
CN	23073,5	116,94
CS	864	14,94

DQO CN/ DQO CS = 2570,54%

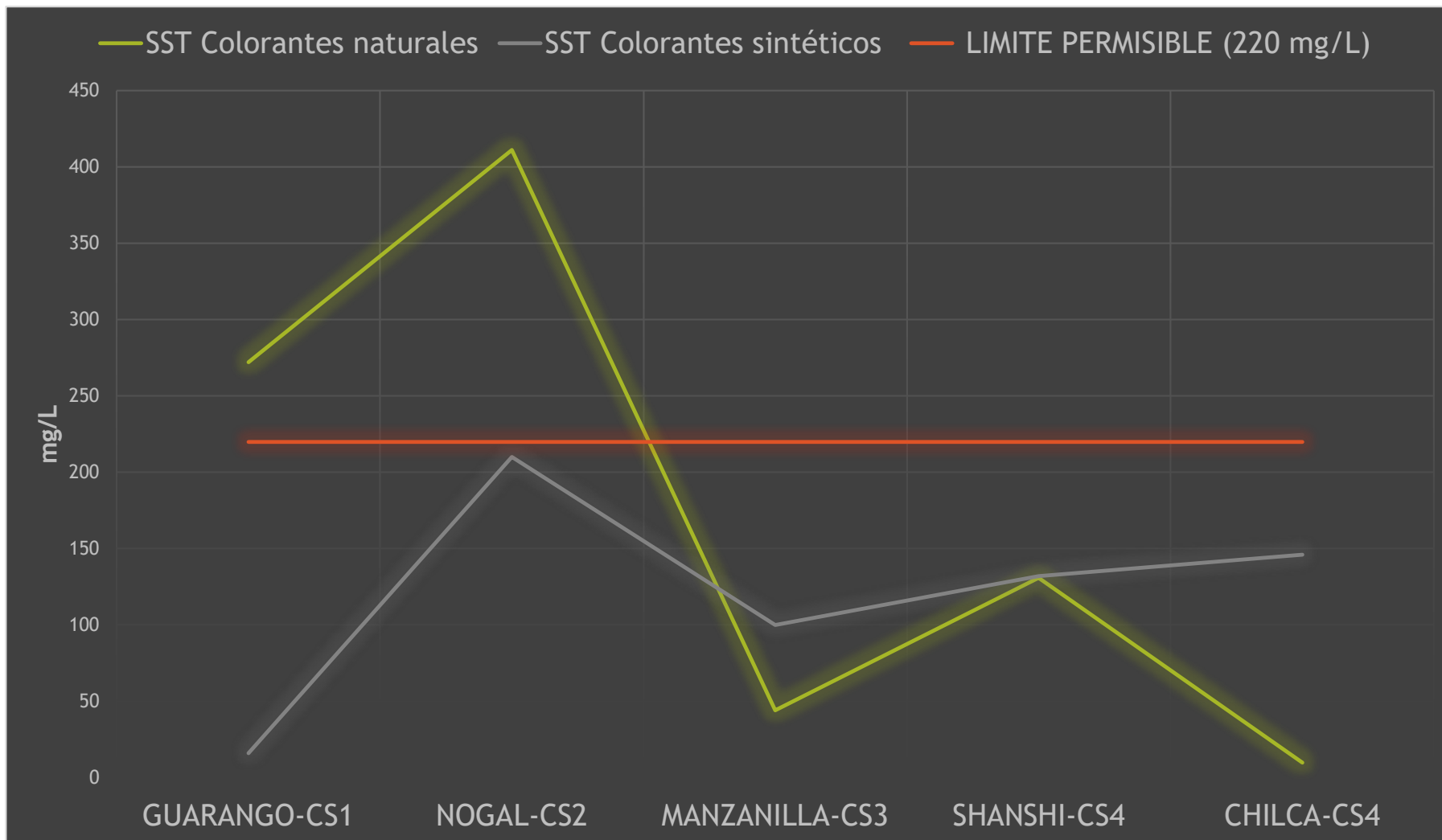
DBO₅ - LIMITE DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO, AGUAS RESIDUALES *COLORANTES NATURALES Y SINTETICOS*



COLORANTE	MEDIA (mg/L)	Cv (%)
CN	19,24	116,94
CS	18,88	27,54

DBO₅ CN / DBO₅ CS = 1,91%

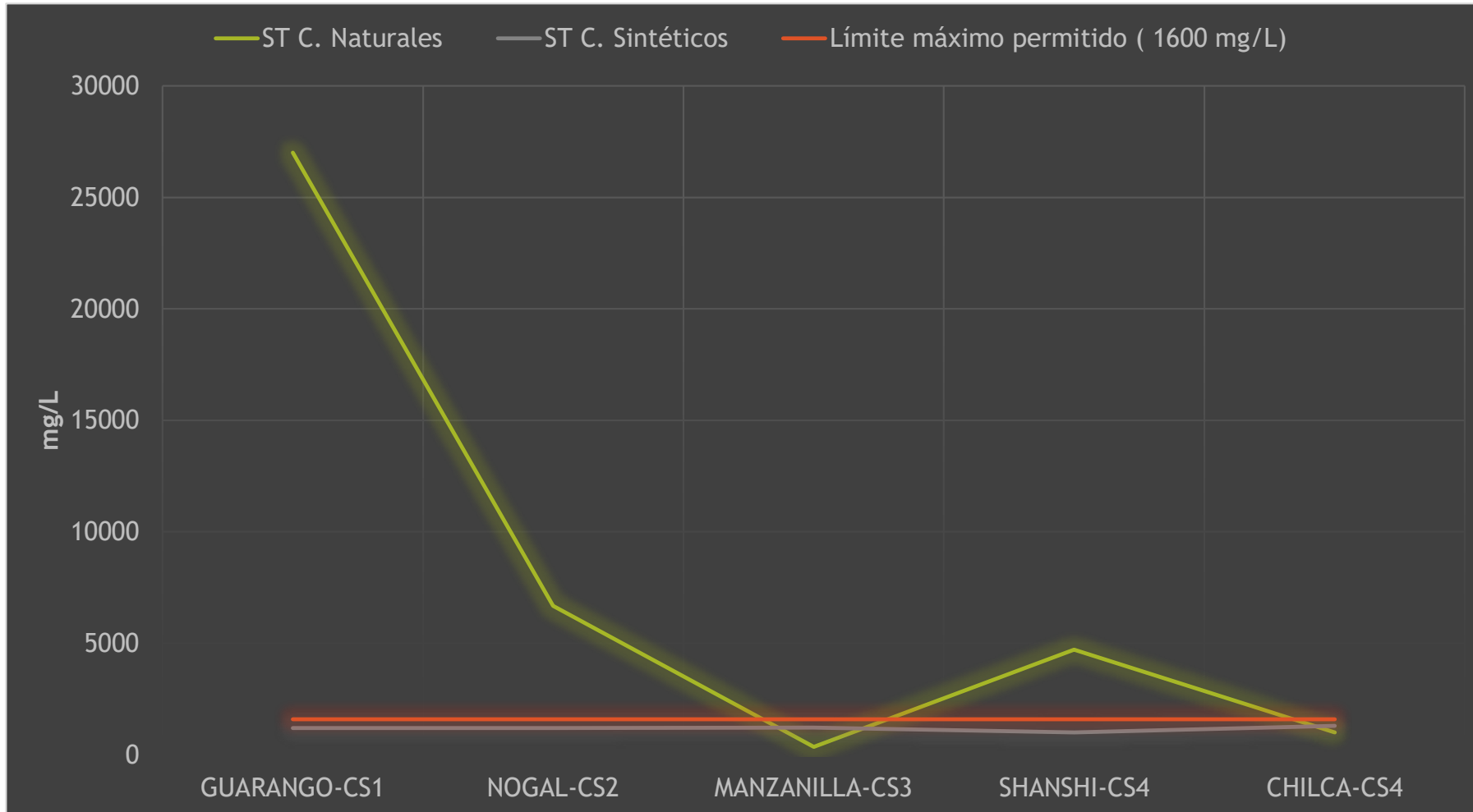
SST - LIMITE DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO, AGUAS RESIDUALES *COLORANTES NATURALES Y SINTETICOS*



COLORANTE	MEDIA (mg/L)	Cv (%)
CN	173,60	96,14
CS	120,80	58,73

SST CN / SST CS = 43,71%.

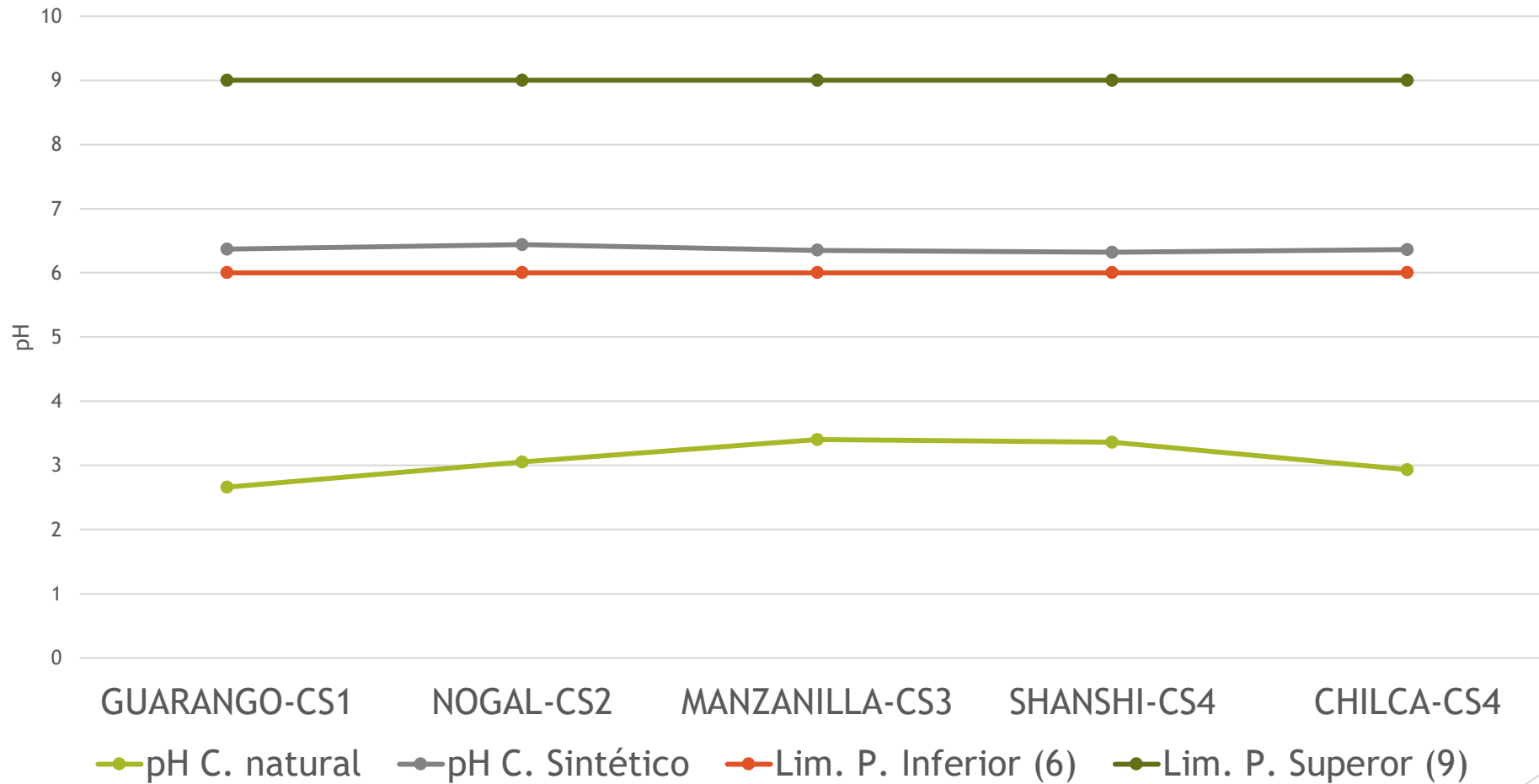
ST - LIMITE DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO, AGUAS RESIDUALES *COLORANTES NATURALES Y SINTETICOS*



COLORANTE	MEDIA (mg/L)	Cv (%)
CN	7950,40	137,92
CS	1184,80	8,89

ST CN / ST CS = 571,03 %

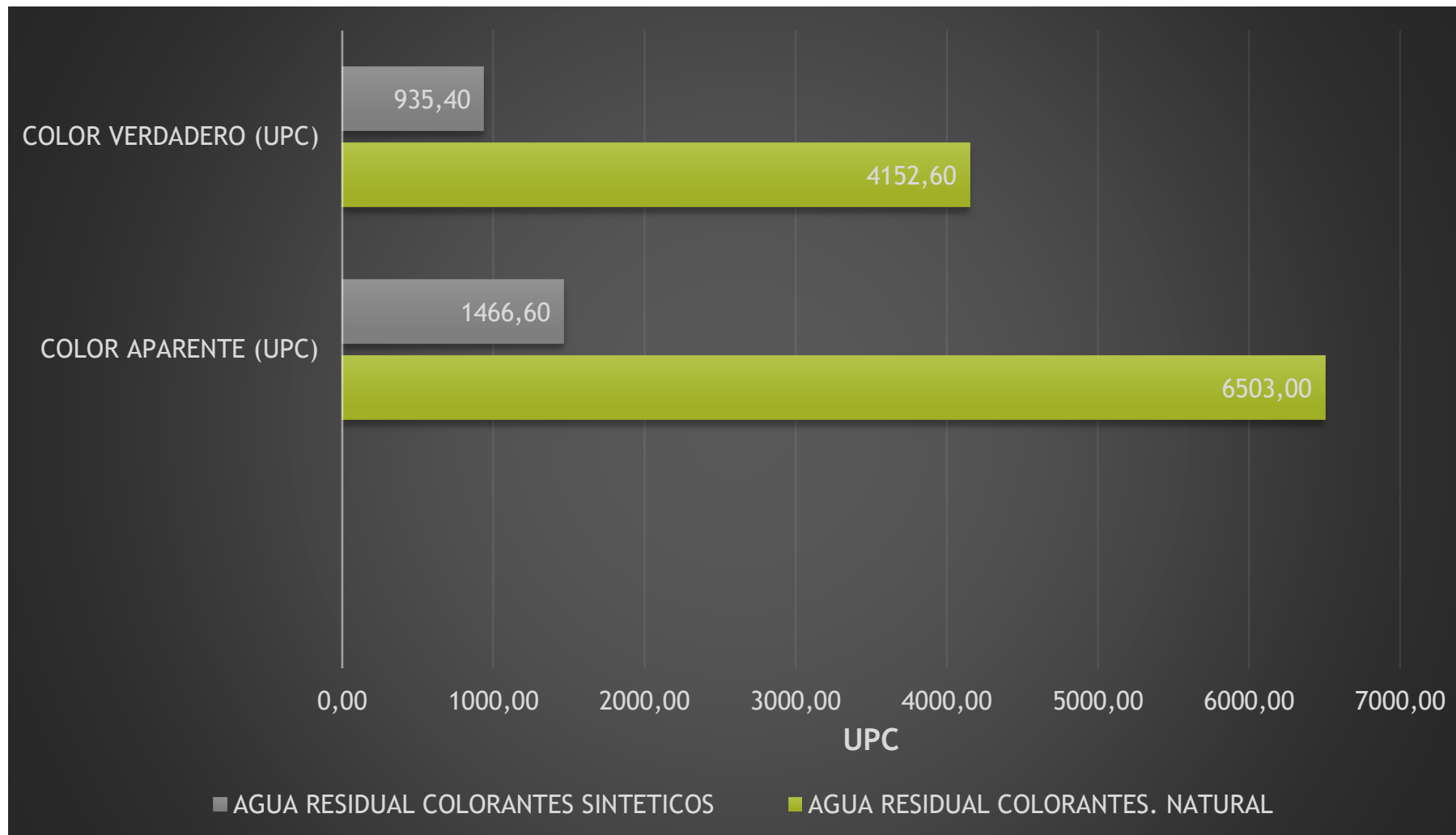
pH - LIMITE DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO, AGUAS RESIDUALES *COLORANTES NATURALES Y SINTETICOS*



COLORANTE	MEDIA (pH)	Cv (%)
CN	3,08	10,02
CS	6,368	0,70

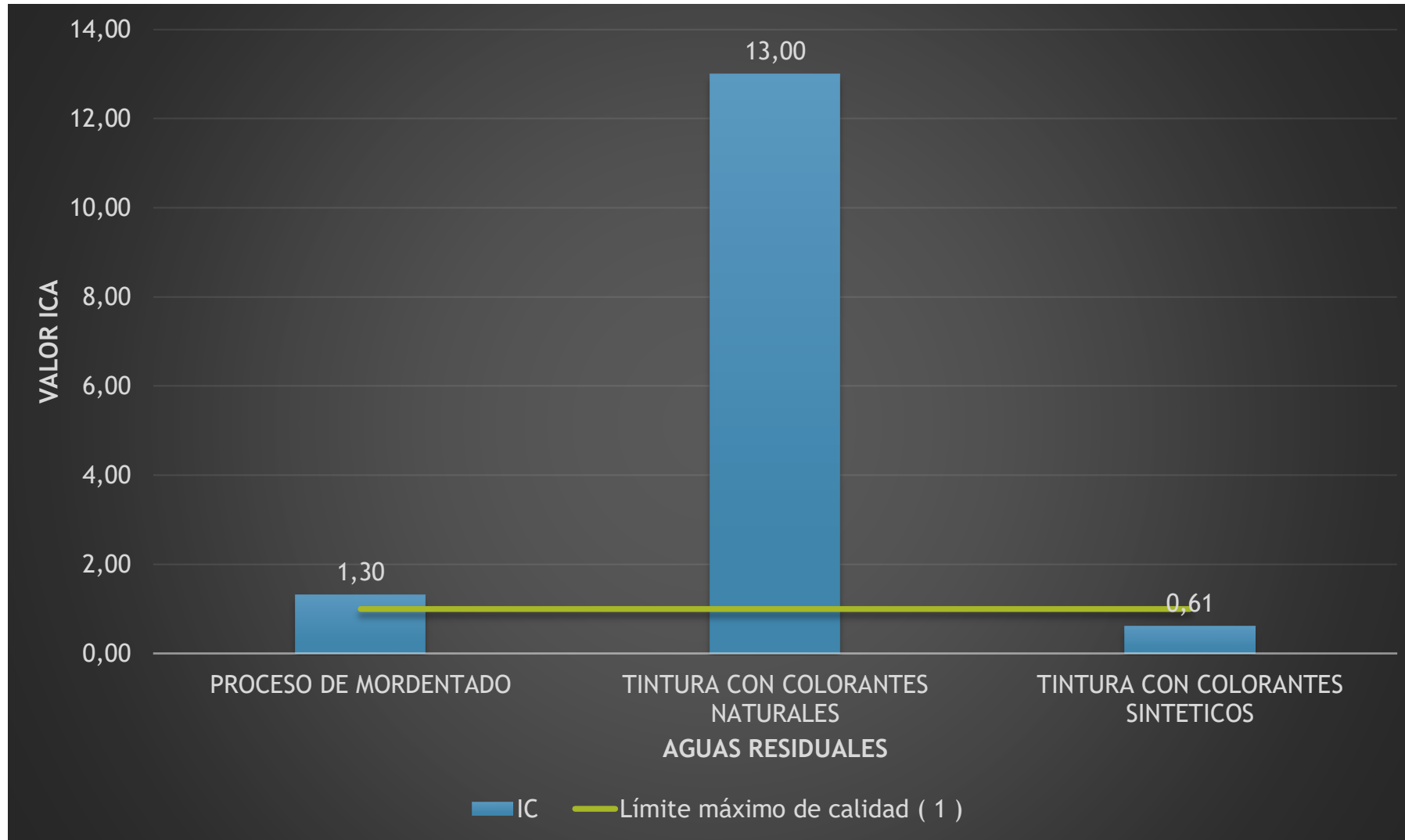
% pH CN bajo el límite inferior = 48,67
% pH CS sobre el límite inferior = 6,13

Análisis del color aparente y verdadero.



MEDIDA	C.N. /C.S. (veces)	C.N. /C.S. (%)
COLOR APARENTE (UPC)	4,43	343,41
COLOR VERDADERO (UPC)	4,44	343,94

Indice de calidad (IC)



$$IC = (Ca/Cma + Cb/Cmb + Cn/Cmn) / n$$

Indice de contaminación (IQ)

$$IQ = IC \times Q$$

IC: Índice de calidad

Q: Caudal

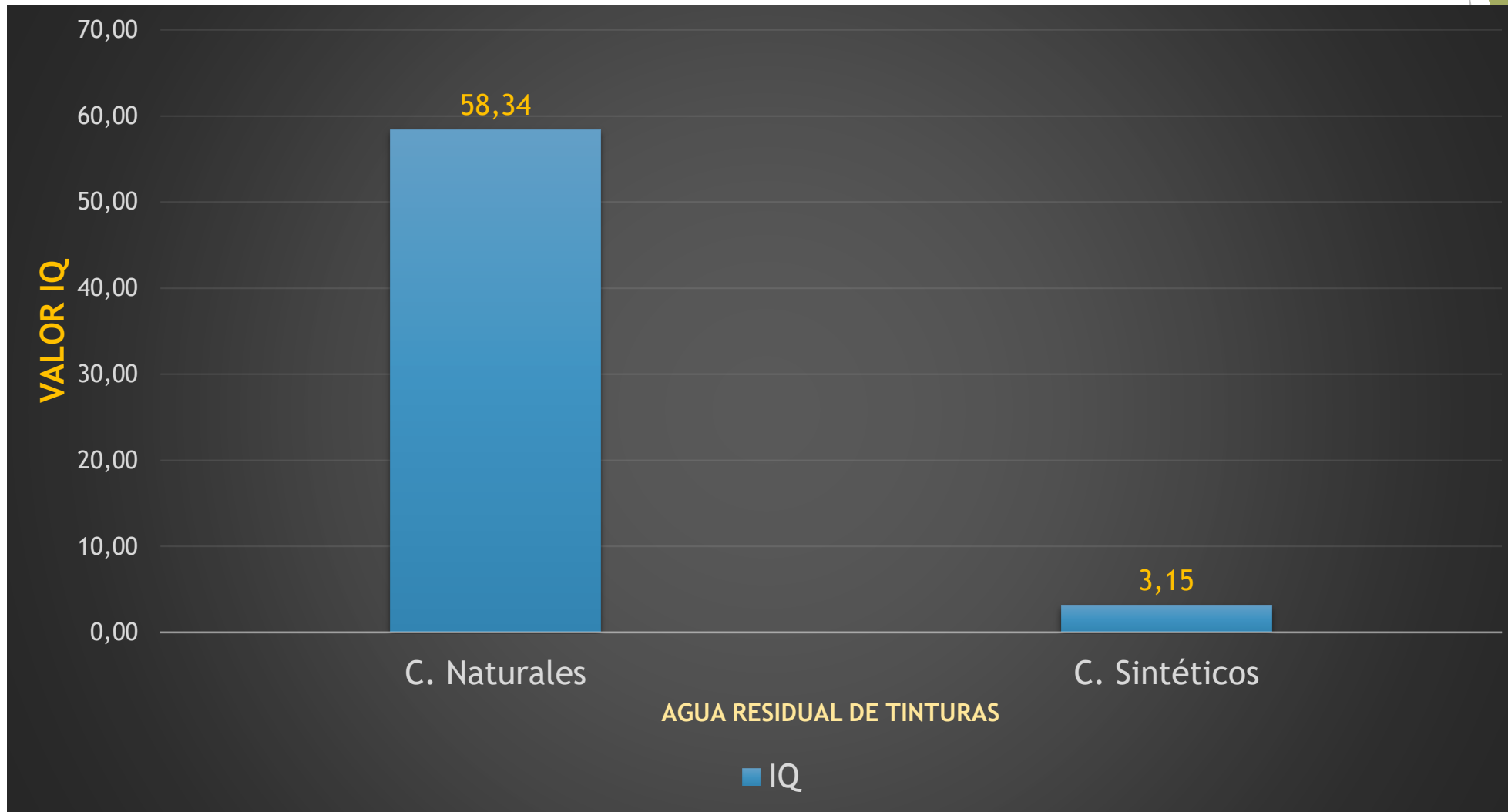
INDICE CONTAMINACION AGUAS
RESIDUALES DE TINTURAS CON
COLORANTES NATURALES (IQtcn)

INDICE CONTAMINACION AGUAS
RESIDUALES PROCESO
MORDENTADO (IQm)



INDICE CONTAMINACION AGUAS
RESIDUALES PROCESO TINTURA
CON COLORANTES NATURALES
(IQcn)

Indice de contaminación (IQ)



$IQ_{tn} / IQ_{cs} = 18,49$ veces

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las cuales se desarrolló esta investigación, se llegó a establecer las siguientes conclusiones:

- ▶ Se logró determinar el nivel de contaminación de las aguas residuales generadas por los procesos textiles de tintura de lana, utilizando colorantes naturales y colorantes sintéticos. Los resultados revelan que las aguas residuales de colorantes naturales, están en promedio 969,37% sobre los límites de descarga al alcantarillado y las aguas residuales de los colorantes sintéticos, están en promedio 19,36% bajo los límites.

CONCLUSIONES

- ▶ El coeficiente de variación promedio de 90,64 % de las aguas residuales de las tinturas con colorantes naturales, indica que los parámetros no son homogéneos; en cambio, el coeficiente de variación de las aguas residuales de las tinturas con colorantes sintéticos de 6,96 %, indica que los parámetros son más homogéneos y están más cerca de la media.

CONCLUSIONES

- ▶ En el análisis comparativo de los valores del DQO, se encontró que, la presencia del DQO en las aguas residuales con colorantes naturales y colorantes sintéticos, sobrepasan el límite máximo permitido de 500 mg/L de la norma ambiental.
- ▶ En las aguas procedentes de las tinturas con los colorantes naturales, el guarango y chilca, con valores de 20.887,50 mg/L y 70.225,00 mg/L respectivamente, tienen valores de DQO muy contaminadores.

CONCLUSIONES

- ▶ El DBO₅, con los valores medios de 19,34 mg/L y 18,88 mg/L para las aguas residuales de los colorantes naturales y sintéticos, evidencian que, los colorantes naturales y sintéticos, no producen DBO sobre los límites de descargas.
- ▶ Los SST, en las aguas residuales de los cinco colorantes sintéticos con un valor de , están dentro del límite permisible de 1600 mg/L; no así, en las aguas residuales provenientes de las tinturas con los colorantes naturales, los SST de 27000 mg/L, 6684 mg/L y 4708 mg/L para el guarango, nogal y shanshi respectivamente, son bastante elevados.

CONCLUSIONES

- ▶ Los ST, en las aguas residuales de los cinco colorantes sintéticos, están dentro del límite permisible de 1600 mg/L; no así, en las aguas residuales provenientes de las tinturas con los colorantes naturales, en donde, los ST de 27000 mg/L, 6684 mg/L y 4708 mg/L para el guarango, nogal y shanshi respectivamente, son bastante elevados.
- ▶ Existe mayor presencia de sólidos totales cuando se utiliza el agua como solvente para extraer el colorante natural, y menor cantidad de sólidos totales, cuando se utiliza alcohol metílico al 96%.

CONCLUSIONES

- ▶ Solamente las aguas residuales de las tinturas con los cinco colorantes sintéticos, con un valor promedio del pH de 6,37, se ubican dentro del rango, 6 a 9, aceptado para descargas; caso contrario, las aguas residuales de los colorantes naturales, no cumplen con esta norma, sus valores son bastante más bajos, en promedio tienen el pH de 3,08.
- ▶ El color verdadero en las aguas residuales con colorantes naturales, es mayor en 4,43 veces, equivalente al 343,41% mayor que el color verdadero de las aguas residuales con los colorantes naturales; así en la misma proporción, en el color aparente en las aguas residuales con colorantes naturales, es mayor en 4,44 veces, equivalente al 343,94% mayor que en las aguas residuales de los colorantes sintéticos.

CONCLUSIONES

- ▶ Sumado el IC de las aguas residuales del proceso mordentado y tintura con colorantes naturales, el valor obtenido de 14,30 está por encima del límite aceptable de uno, por lo que se consideran a estas aguas de mala calidad; en cambio, el IC de 0,61 de las aguas residuales con colorantes sintéticos, definen a estas como de buena calidad.
- ▶ De acuerdo al IQ de 58,34 para las aguas residuales de los colorantes naturales y 3,15 para las aguas residuales de los colorantes sintéticos, se confirma que la contaminación que producen los colorantes naturales, es mayor en 18,49 veces, que la contaminación que producen los colorantes sintéticos.

CONCLUSIONES

- ▶ A pesar que el sentido común indica que los colorantes naturales son menos contaminantes que los colorantes sintéticos, en esta investigación, se logró establecer que las aguas residuales generadas por las tinturas con colorantes naturales, tienen mayor nivel de contaminación, que las aguas residuales de los colorantes sintéticos. Sin embargo, se debería comparar también la contaminación en los procesos de obtención, uso y disposición final de estos dos tipos de colorantes.

RECOMENDACIONES

- ▶ Los valores elevados de sólidos totales y color en el caso de las aguas residuales procedentes de las tinturas con guarango, nogal y shanshi, fundan la necesidad de hacer una investigación sobre la posibilidad de reutilización de estas aguas en la misma tintura de lana, cuantas veces sea necesario.
- ▶ Se recomienda también, hacer una investigación para evaluar la contaminación a las aguas residuales en las tinturas de fibras naturales, haciendo relación con el uso del agua y alcohol metílico, en la extracción de los colorantes.

RECOMENDACIONES

- ▶ Para la obtención del colorante natural, se recomienda hacer la recolección de las plantas de acuerdo a la estación en el año, por cuanto estas no siempre están disponibles.
- ▶ Para hacer las tinturas con colorantes naturales y lograr mantener el colorante firme en la fibra; se recomienda hacer siempre el proceso de mordentado; aunque, se podría utilizar otros mordientes, que permitirían obtener diferentes colores a partir del mismo colorante natural, pero que también serían fuentes de otros niveles de contaminación a las aguas residuales que deberían ser investigados.

RECOMENDACIONES

- ▶ Finalmente, para disponer de un resultado comparativo integral, de la contaminación que producen los colorantes naturales y sintéticos; se recomienda, hacer la comparación considerando las fases de fabricación, uso y disposición final de los dos tipos de colorantes.

A pair of hands is shown holding a small, realistic globe of the Earth. The globe is centered on the Americas, with North and South America visible in green and yellow, surrounded by blue oceans and white clouds. The hands are positioned at the bottom and sides of the globe, with fingers gently gripping it. The background is solid black, making the globe and hands stand out. The text 'GRACIAS POR SU ATENCIÓN' is overlaid in the center of the globe.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN