

CAPÍTULO 3

3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN (FASE 1)

3.1.1 Extracción de la Antocianina

Como se mencionó anteriormente, la antocianina de rosas rojas se realizó en base a la metodología por Wrolstad y Rodríguez-Saona (2001). Una modificación realizada fue no utilizar de nitrógeno líquido durante la preparación de la muestra. El nitrógeno líquido ayuda a que no haya degradación del pigmento ya que genera temperaturas bajas, además de que la disminución del tamaño de partícula de la muestra congelada maximiza la obtención del pigmento por el incremento en la superficie de área expuesta con el solvente de extracción, que en este caso fue etanol acidificado. El manejo de nitrógeno líquido requiere de precauciones extremas, alarga el proceso de extracción y es costoso.

Otra modificación a la técnica reportada fue que no se utilizó acetona para la extracción del pigmento. En este proceso se usó etanol acidificado, ya que este último no es tóxico en caso de que quedaran trazas del mismo durante su concentración. La ventaja de utilizar acetona es su rápida evaporación, ya que su punto de ebullición es de 56.5 °C, mientras que el del etanol es de 78 °C, por lo que el tiempo para evaporar el etanol incrementa el riesgo de afectar a la molécula de la antocianina, por degradación térmica.

Durante la extracción uno de los problemas fue la saturación de cada una de las resinas, ya que se obtenía el pigmento muy concentrado al pasarlas por las mismas, con lo que se tenía que cambiar la resina, habiendo pérdidas importantes del pigmento y teniendo que utilizar volúmenes altos de disolvente para poder extraer lo más posible. Con esto se incrementa el costo de la extracción de la antocianina, además de conseguir menores volúmenes finales del pigmento.

3.1.2 Sistemas modelo (Fase 1)

En la primera fase se diseñaron 5 sistemas modelo con 5 diferentes copigmentos, uno con cada uno de ellos como se describió en la metodología obteniendo así los siguientes resultados: el sistema 1 (ácido benzoico), sistema 3 (ácido ascórbico) y sistema 5 (ácido gálico) mostraron una tendencia negativa a su estabilidad, es decir, bajó su absorbancia en los primeros 6 días. En los

días 10 y 17 se observó un ligero incremento en su absorbancia pero no recuperaron la absorbancia inicial, por lo que estos tres sistemas modelo quedaron descartados para seguir a la siguiente fase. En cuanto a los sistemas 2 (ácido vainílico) y sistema 4 (ácido cafeico), mostraron la misma tendencia los primeros 5 días, pero los días consecuentes (10 y 17), no sólo repuntaron en sus valores de absorbancia sino que superaron su absorbancia inicial, además de que también incrementaron sus valores de colorimetría, con lo que podemos decir que llevaron a cabo una buena copigmentación y se logró estabilizar su molécula en las condiciones dadas, por lo que fueron tomados para seguir a la siguiente fase de los sistemas modelo. Cabe mencionar que el control que se tenía solamente con la antocianina (sin copigmento) no mostró una tendencia final positiva, siempre fue en decadencia la estabilidad de la molécula con lo que se puede concluir que los copigmentos utilizados ayudaron a la estabilización de la molécula de la antocianina, pero no todos consiguieron la estabilidad necesaria para poderlos tomar en cuenta para estudios posteriores.

3.1.3 Índice de degradación (Fase 1)

Este parámetro nos indica el grado de degradación del pigmento a utilizar. Tanto los sistemas modelo como los controles en cada una de los dos fases mostraron un patrón de degradación similar. Para la fase uno de los sistemas modelo, los valores de degradación se muestran en la Tabla 1, y su comportamiento se ve expresado en la Gráfica 1, de acuerdo con la siguiente fórmula: $(A/E) * 1000 * PM * FD$.

Con esto se puede decir que solamente el sistema 2 (ác. vainílico), sistema 2.2, sistema 3 (ác. ascórbico), sistema 3.3, sistema 4 (ác. cafeico) y sistema 4.4 mostraron una degradación mayor, sin embargo fueron los sistemas 2, 2.2, 4 y 4.4 los que mostraron una mejor estabilidad, y fueron precisamente éstos los que pasaron a la segunda etapa de los sistemas modelo.

3.1.4 Densidad de color (Fase 1)

Este parámetro expresa el color dado por la antocianinas monoméricas (pelargonidina-3-glucósido y cianidina-3-glucósido), copolimerizadas y de los productos de reacción de oscurecimiento. La fórmula para obtener este parámetro es $[(A_{\text{max}} - A_{700}) + (A_{420} - A_{700})] * FD$. El comportamiento mostrado por este parámetro durante el tiempo de análisis en la primera fase de los sistemas modelo se muestra en la Tabla 2 y Gráfica 2.

En la primera fase de los sistemas, la densidad de color se mostró decreciente. Todos los sistemas, excepto el S1 (ác. benzoico) lograron incrementar su densidad de color, una característica importante para cualquier pigmento a utilizar, lo cual también marcó un incremento visible en la absorbancia de los mismos. El control no mostró un incremento en la densidad de color, lo cual es un resultado esperado por que no hubo presencia de copigmento. Sin embargo no se puede asegurar que el copigmento participe activamente para el mejoramiento de este parámetro, debido a los resultados observados para el sistema 1.

3.1.5 Tono (Fase 1)

El cambio en el ángulo en el tono de los sistemas modelos y los controles con respecto al tiempo durante la primera fase se muestra en la siguiente Tabla 3 y Gráfica 3, de acuerdo a la fórmula $\text{tono} = \tan^{-1}(b/a)$.

El comportamiento tanto de los sistemas como del control se muestra uniforme, por lo que muestra que la copigmentación no influye en el comportamiento del tono. Probablemente el tono aumentó por las condiciones en que se encontró, pero sería factible análisis con más mediciones, para comprobar que se mejora el tono, sin importar la presencia de los copigmentos.

3.1.6 Pureza (Fase 1)

La pureza se define como: $(a^2 + b^2)^{1/2}$. En la Tabla 4 y Gráfica 4 se muestran las variaciones de la pureza durante la primera fase en el control y en los sistemas modelo de antocianina-copigmento.

El comportamiento de estas mediciones indica un comportamiento uniforme, en cada una de estas, excepto en la última. Esto pudo ser debido a 2 razones, la primera que hubiera interferencia de compuestos que se formaron por la copigmentación y que por lo tanto las últimas mediciones resultaron distantes de todas las anteriores. La segunda causa puede indicar una mala medición o una mala calibración del colorímetro, lo cual es poco probable ya que los demás parámetros que involucran también estos valores no resultaron con comportamientos dudosos.

El comportamiento de este parámetro involucra de manera significativa la presencia de la copigmentación, ya que en el caso del control, éste se mantuvo casi lineal, mientras que los sistemas sí se obtuvo un ligero aumento.

Los valores marcados con * indican que no se pudo obtener la medición de ese día.

3.1.7 Diferencia neta (fase 1)

Este parámetro expresa la diferencia entre el color a un tiempo t_0 con respecto a t_1 , de acuerdo a la siguiente fórmula: raíz $[(L_{h_{t_1}} - L_{h_{t_0}})^2 + (a_{h_{t_1}} - a_{h_{t_0}})^2 + (b_{h_{t_1}} - b_{h_{t_0}})^2]$ y los cambios del control y los sistemas se muestran en la Tabla 5 y Gráfica 5.

El comportamiento del cambio de color entre los diferentes días mostró una linealidad los primeros días. La diferencia neta del color entre el día 0 y 10 mostró un incremento en el color y regresando solamente el S5 a los valores iniciales para el día 17. Los demás sistemas y el control siguieron aumentando sus valores, lo que indica que aumentaron su color inicial, posiblemente por la participación de la copigmentación, aunque tendrían que tomarse en cuenta otros parámetros para verificar este comportamiento debido a la presencia de los copigmentos.

Las técnicas mencionadas nos permiten la identificación de los compuestos, así como su comportamiento en cuanto a estabilidad, colorimetría, concentración y absorbancia a lo largo del análisis de la reacción de copigmentación.

**Los resultados obtenidos de esta primera fase fueron evaluados y se decidió cuál de los sistemas podrían pasar a una segunda fase para el seguimiento del análisis.

3.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN (FASE 2)

Los sistemas de la fase 2 se diseñaron de la siguiente manera: Se tomaron 50 mL del extracto, diluido en un buffer pH 3 de fosfato de sodio dibásico y ácido cítrico, y cada uno, con su respectivo duplicado. Ahora se tomaron solamente los copigmentos ya mencionados, teniendo finalmente los siguientes sistemas:

	Copigmento : Antocianina
Control 1 con ácido vainílico	1 : 1
Sistema 1 y 1.1 con ácido vainílico	0.5 : 1
Sistema 2 y 2.2 con ácido vainílico	2 : 1
Control 2 con ácido cafeico	1 : 1
Sistema 4 y 4.4 con ácido cafeico	0.5 : 1
Sistema 5 y 5.5 con ácido cafeico	2 : 1

3.2.1 Sistemas modelo (Fase 2)

La segunda fase de los sistemas modelo fue tomar los sistemas 2 (ácido vainílico) y 4 (ácido cafeico), que mostraron tendencia a la estabilización en las condiciones dadas, pero ahora con ciertas modificaciones como se describe en la metodología. Estos sistemas mostraron comportamientos iniciales muy parecidos a los sucedidos en la primera fase; los primeros 12 días con tendencia a una baja estabilidad y por lo tanto a una baja absorbancia y disminución del color. Sin embargo, los días consecuentes se mostró un incremento en su absorbancia, siendo el control 1 (ácido vainílico) el único que pudo superar su absorbancia inicial, mientras que los demás no pudieron conseguir ni siquiera una tendencia positiva. Con esto podemos concluir que las concentraciones de antocianina-copigmentos deben de ser a una proporción 1:1 para que se pueda llevar a cabo una buena copigmentación y por lo tanto una mejoría en la estabilización de la molécula del pigmento. También se puede mencionar que fue mejor la copigmentación realizada a proporciones 0.5:1 que la de 2:1, porque la primera si mostró ligeros aumentos hacia la estabilización, mientras que la segunda no mostró tendencia positiva alguna. Cabe mencionar que la mejor copigmentación fue la obtenida por el ácido vainílico.

3.2.2 Índice de degradación (fase 2)

Para la fase dos de los sistemas modelo, los valores de degradación resultaron de la siguiente manera, Tabla 6, Gráfica 6.

Para la segunda fase se mostró una tendencia negativa de la degradación del pigmento, sin embargo, solamente el control1 (ác. vainílico 1:1) fue el que mostró una mayor degradación, opuesto a su estabilización ya que fue el único que mostró recuperar su valor inicial de absorbancia.

3.2.3 Densidad de color (fase 2)

El comportamiento de la densidad de color para los sistemas modelo de la segunda fase resultó de la siguiente manera, Tabla 7 y Gráfica 7:

La densidad de color en estos segundos sistemas mostró una ligera tendencia a subir en el control 1 (ác.vainillico 1:1), siendo el único que mejoró su densidad inicial al final del análisis, como se mostró en la primera fase. Los demás sistemas bajaron considerablemente su densidad al término del análisis como lo muestran sus valores. Con esto se puede demostrar que la proporción de la copigmentación es importante y se lleva con éxito a 1:1, ya que con ésta se mejoró la estabilidad de la muestra. Aunque se esperaba el mismo comportamiento con el control 2 (ác. cafeico 1:1), éste no se expresó igual.

El comportamiento de estos sistemas sugiere que ninguna de las variables en las condiciones dadas, en forma individual o conjunta, incrementó la densidad de color, ya sea por encafecimiento o copolímeros. La densidad de color presente podría ser debida únicamente a antocianinas monoméricas.

3.2.4 Color polimérico

El color polimérico expresa el color de las antocianinas co-polimerizadas y de las reacciones de oscurecimiento. Es una medida de la resistencia de los pigmentos al blanqueo por bisulfito de sodio. De manera general se observó el comportamiento de los diferentes sistemas en las dos fases y no hubo resistencia al blanqueo por bisulfito durante todo el tiempo de análisis, con lo que podemos sugerir que no hubo formación de color polimérico y por lo tanto reacciones de oscurecimiento en los sistemas establecidos. Es importante considerar el tiempo, ya que fue muy pocos días de medición para que se pudiera mostrar formación de color polimérico apreciable.

3.2.5 Color por antocianina

Hay 3 tipos diferentes de antocianinas con concentraciones similares en las rosas rojas, y son: pelargonidina-3-glucósido, peonidina-3-glucósido y cianidina-3-glucósido. El color por antocianina se expresa como la diferencia en la absorbancia de la muestra tratada sin bisulfito y

la tratada con bisulfito. Este color es el conferido solamente por las antocianinas monoméricas encontradas en la muestra.

Como se mencionó anteriormente, no hubo resistencia al blanqueamiento de la muestra por bisulfito, por lo que no hubo valor alguno en la absorbancia por este parámetro, con los que se descarta el mismo, siendo la absorbancia obtenida expresada solamente por el color de las diferentes antocianinas de las rosas rojas.

3.2.6 Porcentaje de taninos

Este parámetro indica el color impartido por los polímeros dentro de la estructura de las antocianinas. Se define como la fracción porcentual formada entre el color polimérico y la densidad de color. La formación de taninos en combinación con las antocianinas ayudan a la estabilidad del color rojo característico de las mismas. Se mencionó que el color polimérico fue nulo, por lo que ninguna de las variables utilizadas en el proyecto repercutió en la formación del mismo, y por lo tanto para el porcentaje de taninos en ambas fases, en sistemas y controles.

3.2.7 Tono (Fase 2)

Para los sistemas de la segunda fase, el comportamiento del tono fue el siguiente, Tabla 8 y Gráfica 8 y 9.

Todos los sistemas mostraron un incremento en el tono al final de las mediciones, inclinándose hacia los tonos rojos oscuros, como también se expresó en la primera fase, llegando a las mismas conclusiones: la copigmentación no influye negativa ni positivamente al incremento de este parámetro, como se muestra en sistemas y controles.

3.2.8 Pureza (Fase 2)

Para la pureza de la segunda fase de los sistemas modelo y controles, se obtuvieron los siguientes resultados, tabla 9 y Gráfica 10.

Estos resultados muestran un comportamiento similar que en la primera fase, para el control 1 (ác. vaini 1:1), S1 (ác. vaini 0.5:1), S2 (ác. vaini 2:1) y S4 (ác. cafei 0:5:1). En estos

resultados se esperaba que el control1 y el control2 (ác. cafei 1:1) tuvieran un comportamiento similar al mostrado en la fase 1 y solamente lo logró el control1. En cuanto al S1, éste tuvo un menor incremento que el S2, lo que nos indica una mayor participación de la copigmentación a proporciones 2:1 que a 0.5:1. Sin embargo esto no quiere decir que sean resultados positivos o negativos; estos resultados se tendrían se comparar con otros parámetros para considerar este comportamiento como positivo o negativo, en presencia de la copigmentación.

3.2.9 Diferencia neta

Para la fase dos de los sistemas modelo y los controles, las diferencias neta fueron, Tabla 10 y Gráfica 11.

Se pudo observar que todos los sistemas, excepto el control 1, demostraron no tener una gran variabilidad, por lo que no podrían tomarse en cuenta estos resultados como significativos para investigaciones posteriores.

En esta fase es muy visible el gran incremento que tuvo solamente el control 1, lo que si es de considerar la reacción de copigmentación llevada a cabo en las condiciones dadas. Este sistema fue el que mostró una mayor estabilidad y una mayor absorbancia, que junto con los demás resultados podemos deducir el gran resultado que obtuvimos en este sistema en especial, y con el cual podrían llevarse a cabo más análisis porque demuestra un gran potencial para su uso en la industria alimenticia.

3.3 Análisis de los espectros de absorbancia en el UV

Durante los 17 y 16 días que duraron respectivamente cada una de las dos fases de los sistemas modelo, se siguieron los cambios espectrofotométrica y colorimétricamente en los sistemas y los controles para poder tener resultados comparativos de cada uno de ellos. Además de que los valores obtenidos sirvieron para tener el comportamiento de los diferentes parámetros a considerar para el resultado final.

TABLAS Y GRAFICAS FASE 1

Tabla 1. Índice de degradación (Fase 1)

	Día 0	Día 1	Día 3	Día 6	Día 10	Día 17
Control ACN	22.2	22.5	20.3	17.1	17.4	13.4
1 ác. benzoico	21.3	19.5	18.6	14.8	20.9	20.6
1.1 “	22.8	20.8	19.5	16.6	21.8	19.8
2 ác.vainílico	22.2	20.3	19.7	16.1	21.1	49.9
2.2 “	21.0	21.0	19.6	14.4	23.8	39.0
3 ác.ascorbico	22.6	19.3	18.3	16.2	20.4	32.4
3.3 “	23.1	17.2	18.9	16.8	21.3	18.4
4 ác.cafeico	20.5	18.1	18.3	12.5	21.0	28.8
4.4 “	22.0	19.0	17.8	15.2	21.9	28.5
5 ác.gálico	21.3	20.9	19.8	15.2	20.0	18.8
5.5 “	21.8	22.4	17.1	17.0	20.9	20.8

Grafica 1. Índice de degradación (Fase 1)

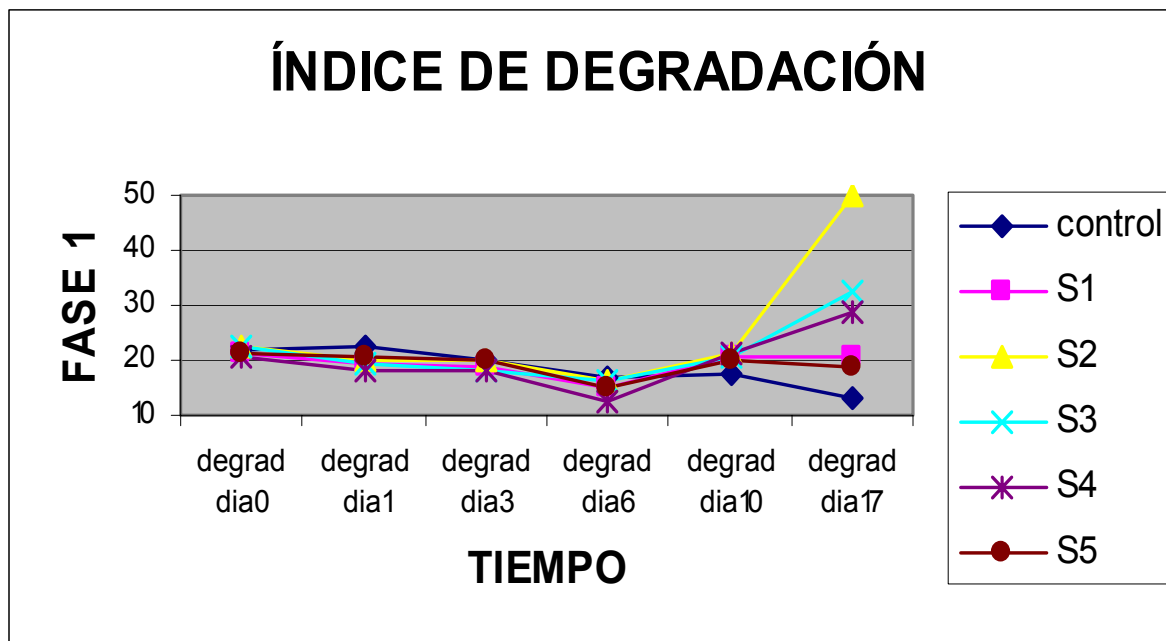


Tabla 2. Densidad de color (Fase 1)

	DC dia0	DC dia1	DC dia3	DC dia6	DC dia10	DC dia17
control ACN	1.5	1.6	1.4	1.2	1.3	1.0
1 ác.benz	1.5	1.4	1.3	1.1	1.5	1.4
1.1	1.6	1.5	1.4	1.2	1.5	1.4
2 ác.vaini	1.5	1.4	1.4	1.2	1.5	3.2
2.2	1.5	1.5	1.4	1.1	1.6	2.5
3 ác.ascor	1.6	1.4	1.3	1.2	1.4	2.1
3.3	1.6	1.2	1.3	1.2	1.5	1.3
4 ác.cafei	1.4	1.3	1.3	1.0	1.5	1.9
4.4	1.5	1.3	1.3	1.1	1.5	1.9
5 ác.gálico	1.5	1.5	1.4	1.1	1.4	1.3
5.5	1.5	1.6	1.2	1.2	1.5	1.5

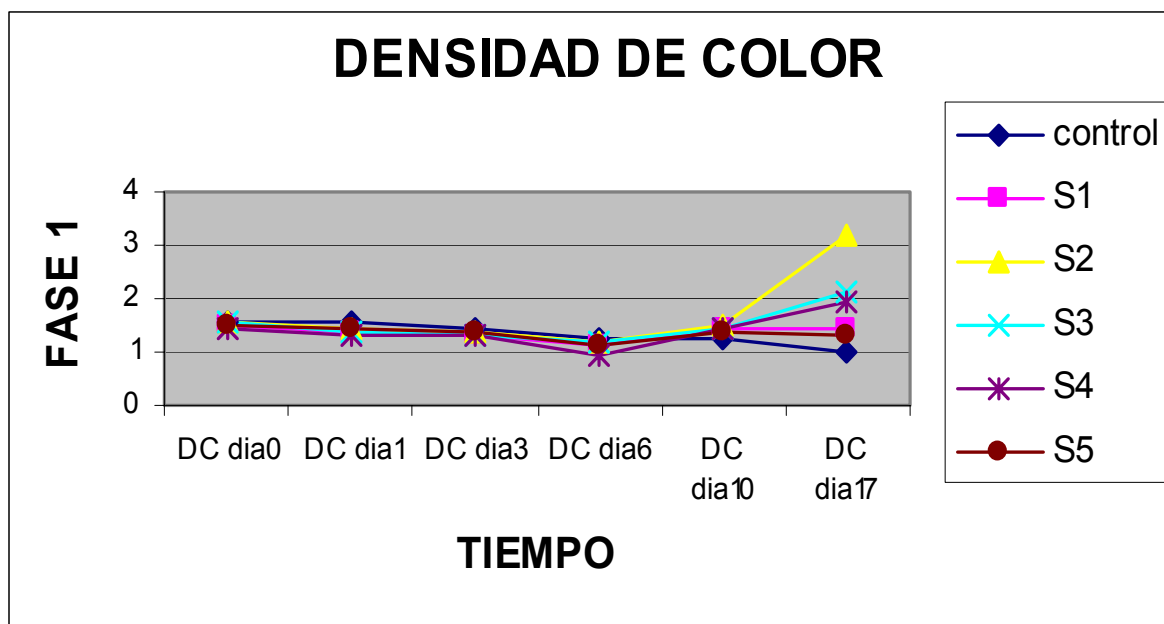
Grafica 2. Densidad de color (Fase 1)

Tabla 3. Tono (Fase 1)

	tono dia0	tono dia1	tono dia3	tono dia6	tono dia10	tono dia17
Control ACN	16.6	10.4	20.2	22.3	32.4	40.6
1 ác.benz	16.7	18.1	20.7	23.0	31.8	38.0
1.1	17.0	18.0	21.0	23.1	31.5	35.9
2 ác.vaini	16.8	18.2	20.9	23.0	31.1	36.4
2.2	17.7	18.2	20.8	23.4	30.0	
3 ác.ascor	17.1	18.3	21.2	24.1	32.6	38.0
3.3	17.0	18.1	21.3	24.3	32.6	41.5
4 ác.cafei	16.3	18.4	20.7	22.9	31.2	36.0
4.4	16.6	18.4	20.7	23.0	30.3	35.1
5 ác. gálico	16.0	18.3	20.9	23.1	30.7	38.7
5.5	16.3	18.7	20.4	22.4	31.6	37.5

Grafica 3. tono (Fase 1)

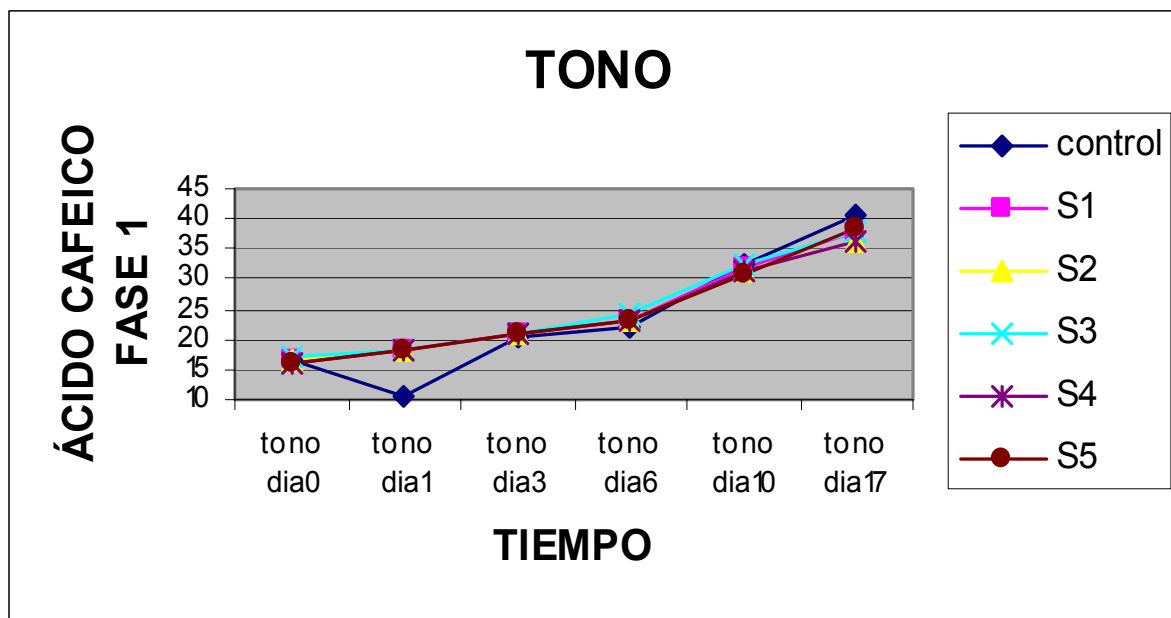


Tabla 4. Pureza (Fase 1)

	dia0	dia1	dia3	dia6	dia10	dia17
Ctrl ACN	11.0	11.4	11.2	11.1	9.9	11.1
1 ác.benzo	11.1	10.3	11.1	11.8	11.7	19.9
1.1	10.9	10.4	11.3	12.0	12.7	16.4
2 ác.vaini	10.8	10.3	11.1	11.8	11.9	18.3
2.2	11.5	10.3	11.5	12.4	14.1	*0.0
3 ác.ascor	10.9	10.2	10.8	11.4	11.9	20.2
3.3	10.9	10.1	10.9	11.6	12.0	16.8
4 ác.cafei	11.0	10.7	11.3	11.9	12.4	20.6
4.4	11.2	10.9	11.4	11.8	12.8	22.8
5 ác.gálico	10.9	10.8	11.3	11.6	11.3	16.2
5.5	10.8	10.7	11.2	11.5	11.8	18.5

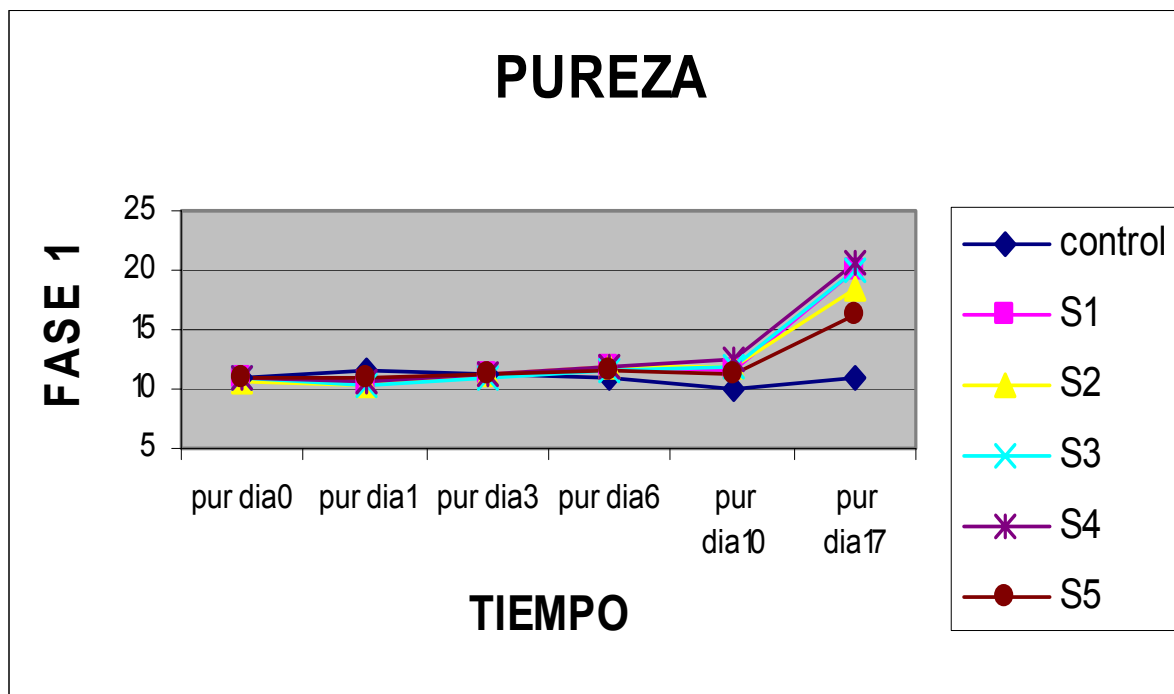
Grafica 4. Pureza (Fase 1)

Tabla 5. Diferencia neta (Fase 1)

	día 0-1	día 0-3	día 0-6	día 0-10	día 0-17
ctrl ACN	0.5	0.67	0.49	6.73	5.86
1 ác.benzo	0.59	0.38	1.1	5.41	0.77
1.1	0.51	0.58	1.42	4.53	2.02
2 ác.vaini	0.31	0.74	1.13	5.3	12.8
2.2	1.1	0.26	1.66	3.49	
3 ác.ascor	0.51	0.34	1.25	5.09	7.14
3.3	0.43	0.45	1.33	5.14	1.16
4 ác.cafei	0.24	0.57	1.45	5.05	5.39
4.4	0.19	0.42	1.12	4.79	2.4
5 ác.gálico	0.03	0.92	1.45	5.6	1.61
5.5	0.01	0.83	1.27	5.35	0.02

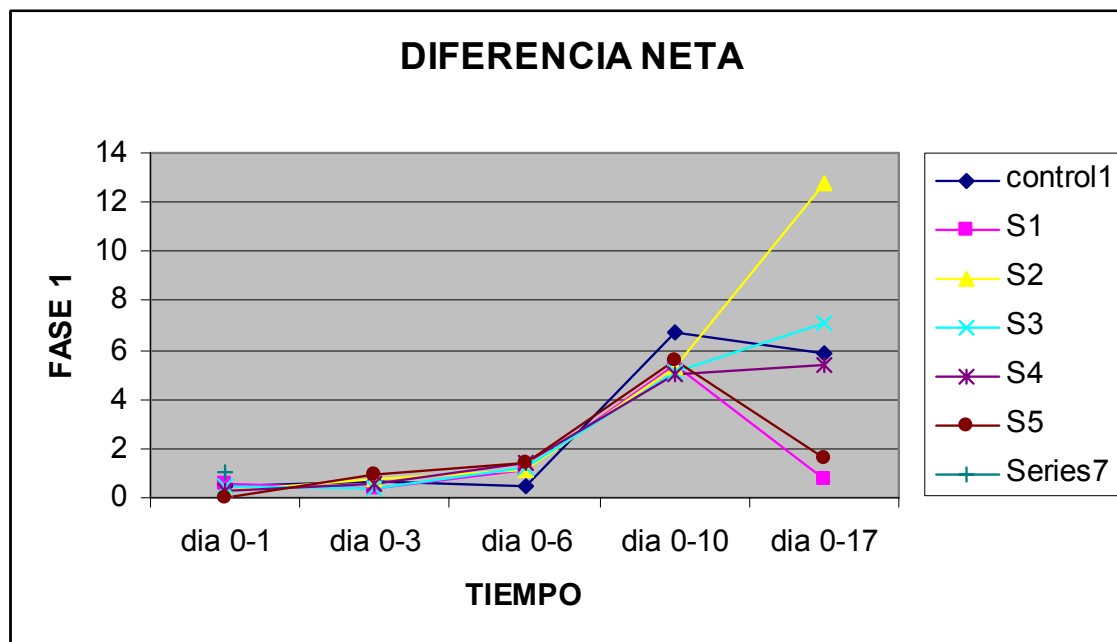
Grafica 5. Diferencia neta (Fase 1)**TABLAS Y GRAFICAS FASE 2**

Tabla 6. Índice de degradación (Fase 2)

	dia0	dia1	dia5	dia8	dia12	dia16
ctrl1 ác.vaini 1:1	19.3	16.5	16.4	17.0	15.1	19.3
1 ác.vaini 0.5:1	18.7	16.3	16.6	12.5	12.8	16.4
1.1	19.3	18.7	18.5	15.4	13.2	12.2
2 ác.vaini 2:1	18.2	17.2	16.3	14.3	14.5	16.3
2.2	19.6	17.7	16.7	16.0	14.6	14.3
ctrl2ác.cafei 1:1	19.2	17.3	15.5	13.4	13.2	10.6
4 ác.cafei 0.5:1	20.2	17.2	16.5	15.7	14.4	13.0
4.4	21.3	18.7	16.7	14.7	14.6	15.8
5 ác.cafei 2:1	20.6	17.0	15.5	14.5	14.5	11.6
5.5	19.9	18.0	17.4	16.0	15.1	12.7

Grafica 6. Índice de degradación (Fase 2)

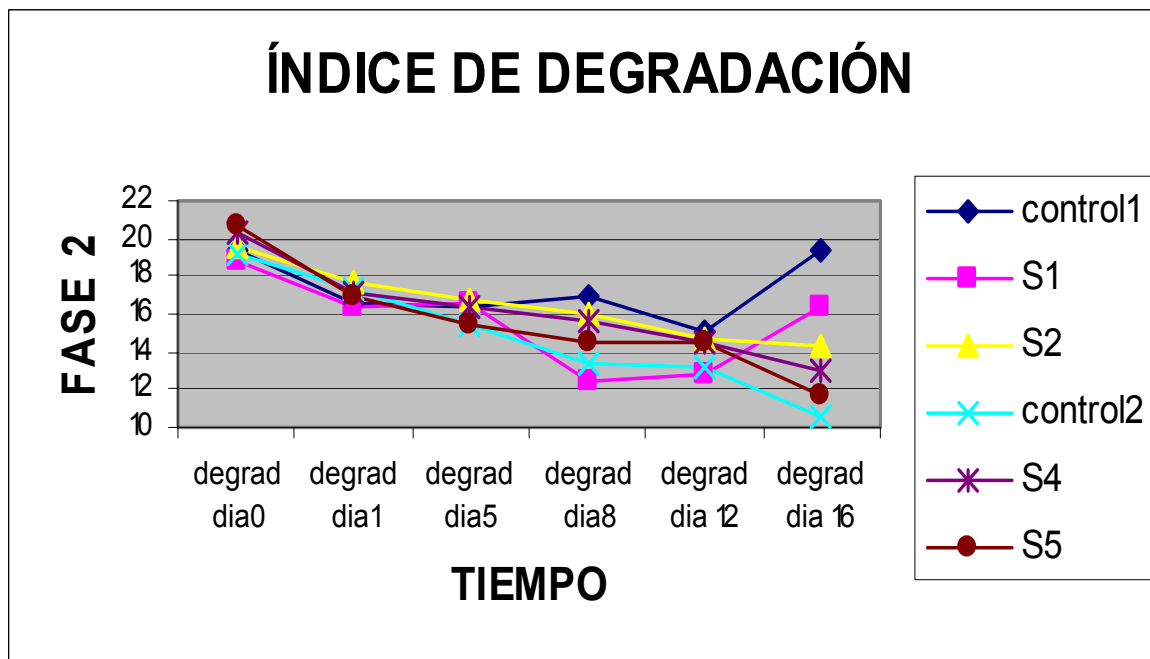


Tabla 7. Densidad de color (Fase 2)

	DC día0	DC día1	DC día5	DC día8	DC día12	DC16
--	---------	---------	---------	---------	----------	------

ctrl1	ác.vaini						
1:1		1.4	1.2	1.2	1.2	1.1	1.4
1	ác.vaini 0.5:1	1.3	1.2	1.2	1.0	1.0	1.2
1.1		1.4	1.3	1.3	1.1	1.0	0.9
2	ác.vaini 2:1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2
2.2		1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1
cntrl2	ác.cafei						
1:1		1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	0.8
4	ác.cafei 0.5:1	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
4.4		1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2
5	ác.cafei 2:1	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	0.9
5.5		1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0

Grafica 7. Densidad de color (Fase 2)

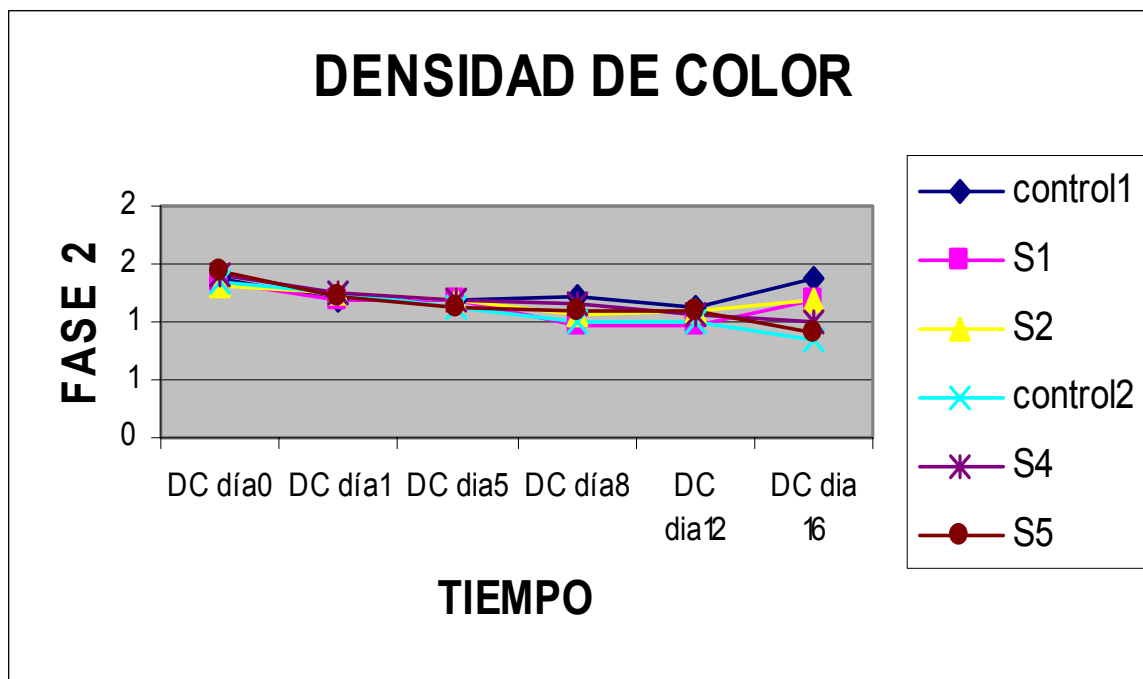
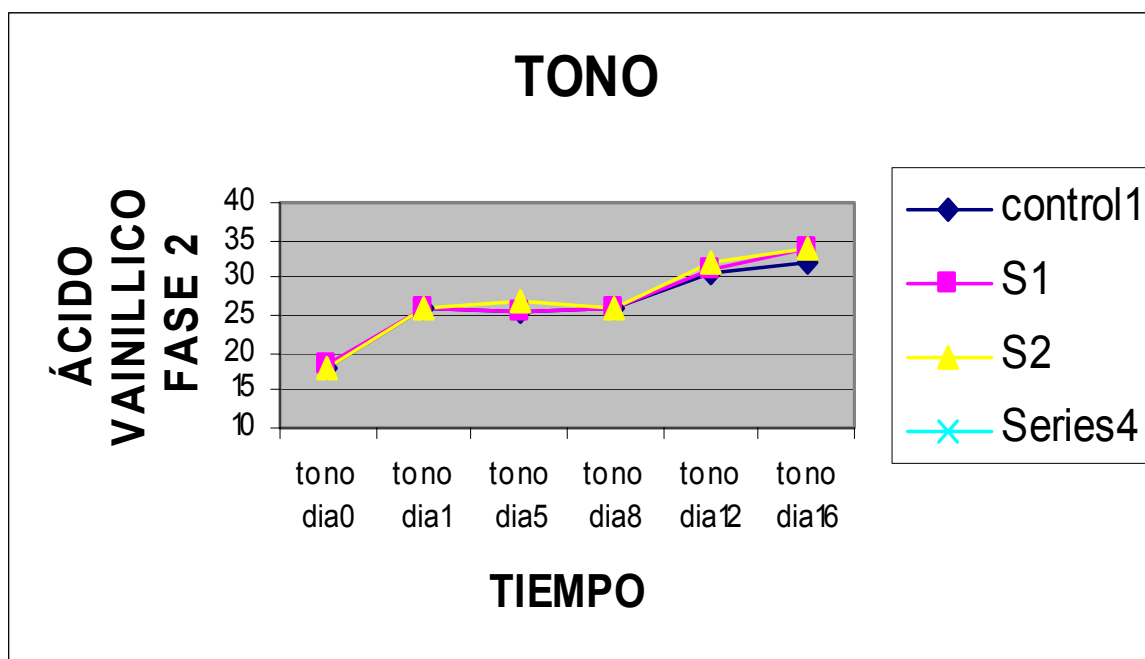


Tabla 8. Tono (Fase 2)

	dia0	dia1	dia5	dia8	dia12	dia16
--	------	------	------	------	-------	-------

ctrl1 ác.vaini 1:1	18.0	26.2	25.7	26.2	30.8	32.1
1 ác.vaini 0.5:1	18.2	26.0	25.4	26.0	31.2	34.1
1.1	10.4	25.8	26.6	25.8	32.9	35.7
2 ác.vaini 2:1	18.0	26.0	26.9	26.0	32.2	33.8
2.2	18.1	26.2	27.0	26.2	32.3	33.8
ctrl2 ác.cafei 1:1	17.8	25.4	26.4	25.8	33.6	36.3
4 ác.cafei 0.5:1	18.2	25.7	26.3	25.7	31.7	34.9
4.4	18.2	25.2	27.3	25.2	32.4	33.7
5 ác.cafei 2:1	17.6	26.0	26.9	26.0	33.0	35.6
5.5	17.6	24.8	26.2	24.8	32.7	33.7

Grafica 8. Tono (Fase 2)



Grafica 9. Tono (Fase 2)

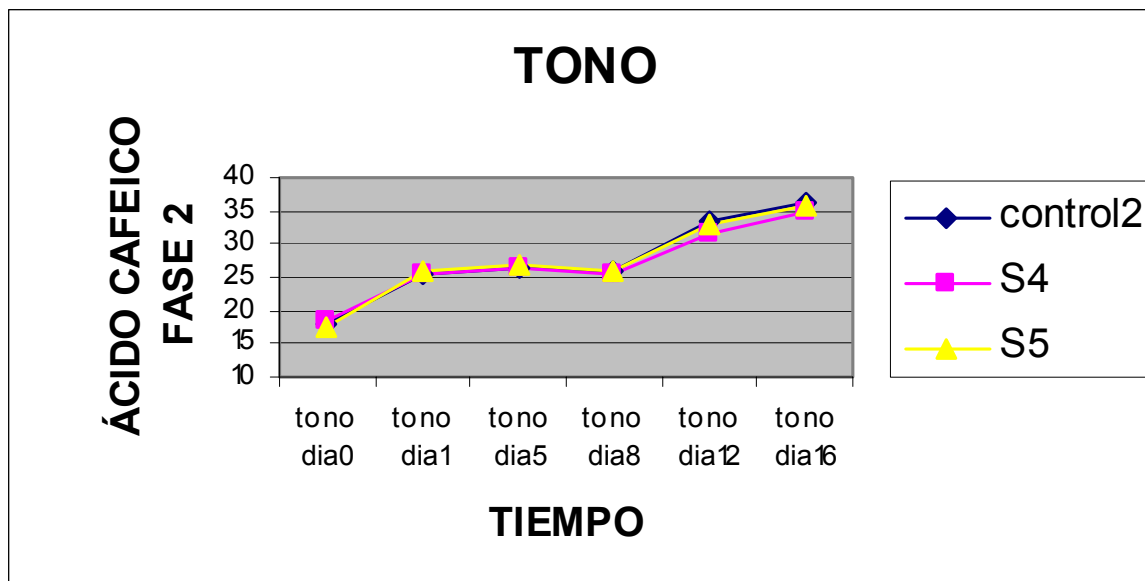


Tabla 9. Pureza (Fase 2)

	dia0	dia1	dia5	dia8	dia12	dia16
ctrl1 ác.vaini 1:1	11.3	11.1	11.1	11.0	11.4	15.8
1 ác.vaini 0.5:1	11.4	11.2	9.8	9.6	10.2	12.0
1.1	11.4	11.1	9.7	9.1	9.2	9.6
2 ác.vaini 2:1	11.3	11.0	9.6	8.9	10.4	12.9
2.2	11.3	11.1	9.8	9.3	10.6	12.9
ctrl2 ac.cafei 1:1	11.5	11.4	9.6	8.6	8.8	8.6
4 ác.cafei 0.5:1	11.5	11.4	10.5	10.4	11.0	13.0
4.4	11.5	11.2	9.9	9.5	10.6	13.0
5 ác.cafei 2:1	11.4	11.1	10.3	9.9	9.7	11.4
5.5	11.3	11.1	10.6	10.3	10.9	13.1

Grafica 10. Pureza (Fase 2)

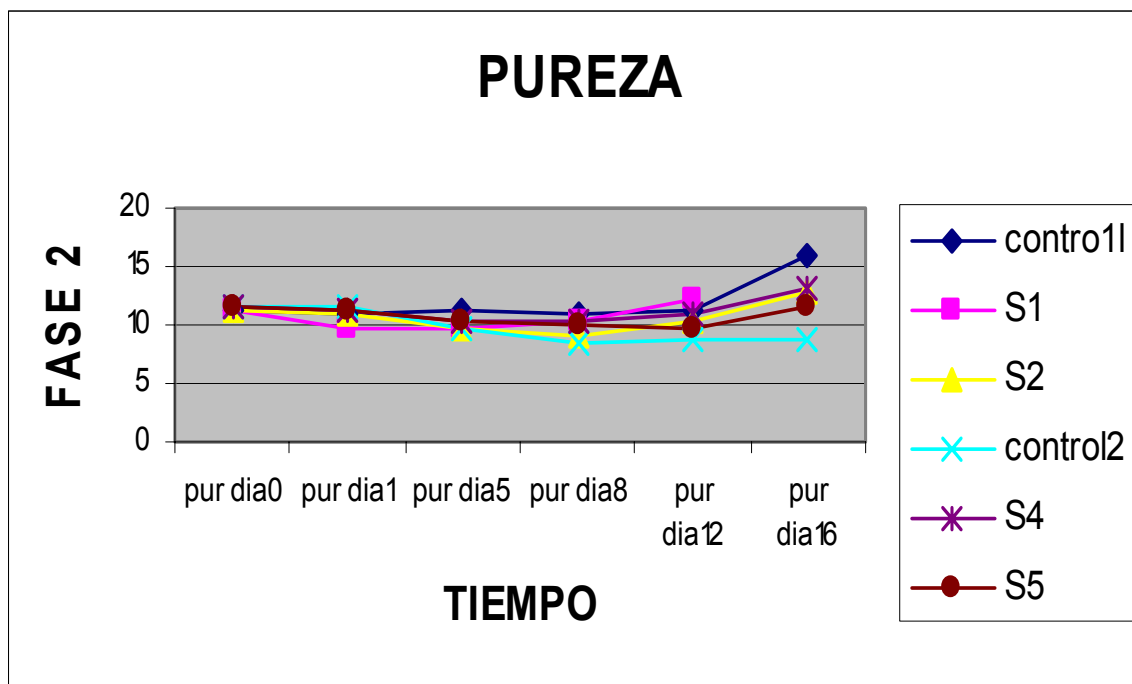
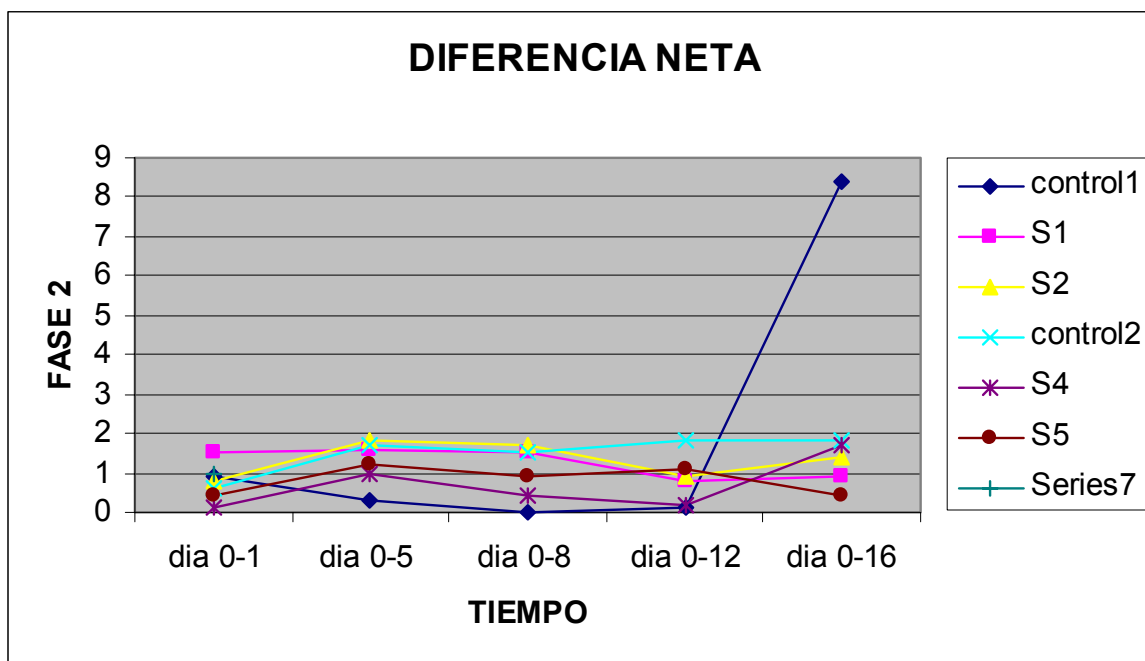


Tabla 10. Diferencia neta (Fase 2)

	día0-1	día0-5	día0-8	día0-12	día0-16
ctrl1 ác.vaini 1:1	0.9	0.3	0.0	0.1	8.4
1 ác.vaini 0.5:1	1.5	1.6	1.5	0.8	0.9
1.1	0.5	1.7	1.8	1.7	0.9
2 ác.vaini 2:1	0.8	1.8	1.7	0.9	1.4
2.2	0.7	2.4	1.4	0.5	1.6
ctrl2 ác.cafei 1:1	0.6	1.7	1.5	1.8	1.8
4 ác.cafei 0.5:1	0.1	1.0	0.4	0.2	1.7
4.4	0.5	0.6	1.2	0.5	1.8
5 ác.cafei 2:1	0.4	1.2	0.9	1.1	0.4
5.5	0.5	0.8	0.7	0.2	1.6

Grafica 11. Diferencia neta (Fase 2)



CAPÍTULO 4