



CÁMARA ARBITRAL DE CEREALES

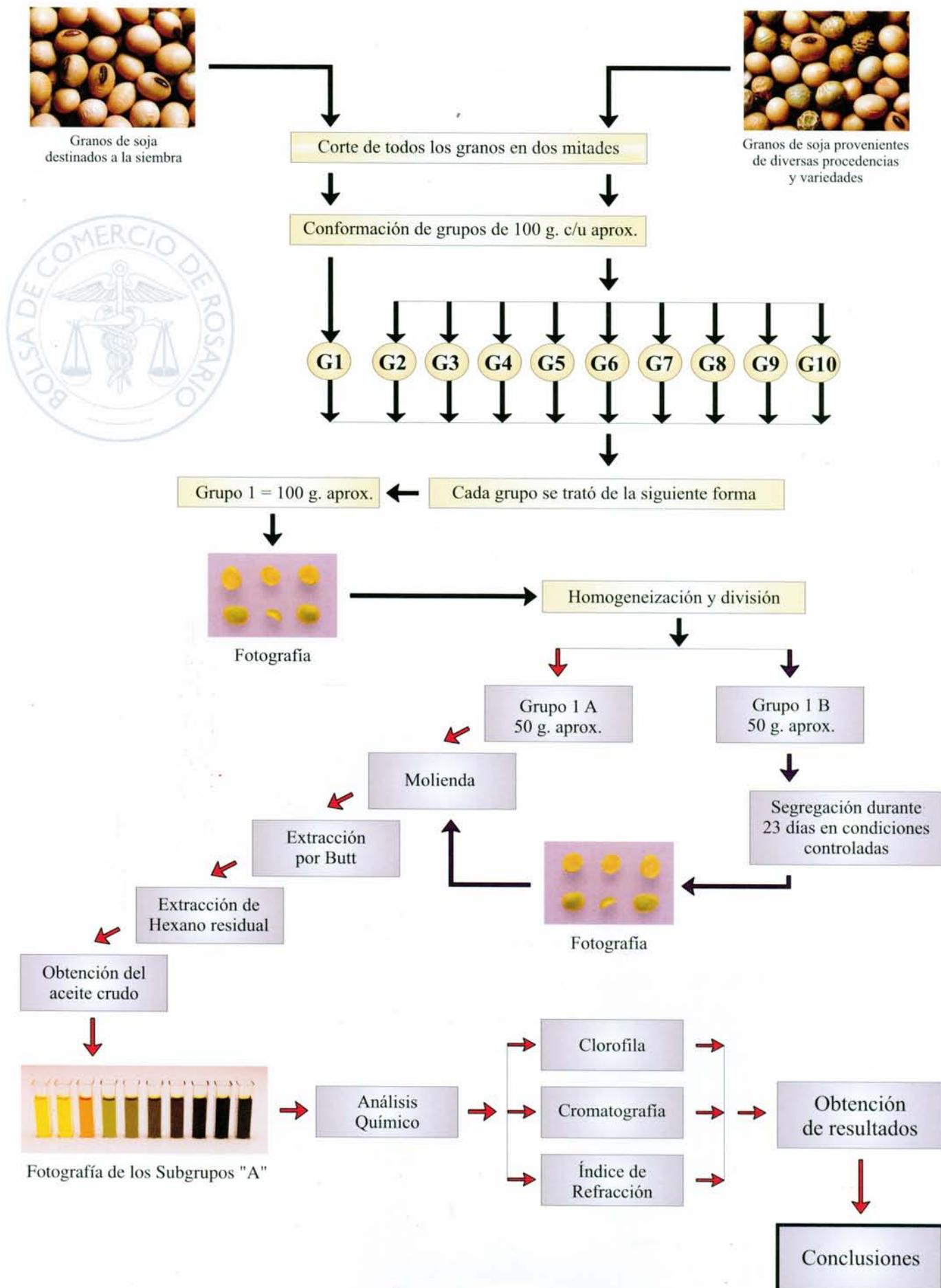
SOJA

**INFLUENCIA DE LOS GRANOS VERDES
EN LA CALIDAD DEL ACEITE**



Junio de 2003

Diagrama de la operatoria utilizada





INFLUENCIA DE LOS GRANOS VERDES DE SOJA EN LA CALIDAD DEL ACEITE

Índice

1 - Objetivo del estudio	Pág. 2
2 - Procedimiento	Pág. 2
3 - Laboratorio y personal técnico.....	Pág. 4
4 - Instrumental utilizado	Pág. 5
5 - Resultados analíticos.....	Pág. 6
6 - Conclusiones	Pág. 8
Anexo "I": Descripción y fotografías de los grupos de granos.....	Pág. 10
Anexo "II": Fotografías de los aceites	Pág. 12



1 - Objetivo del estudio

La finalidad de este estudio es analizar la influencia que tienen los granos verdes de soja en la calidad del aceite extraído. Para ello se programó y desarrolló este estudio técnico que apunta a tres objetivos principales:

- Analizar si existen diferencias analíticas que puedan evidenciarse en distintos aceites, provenientes de granos de soja que presentan diferentes tonalidades de color verde.
- Evaluar la correspondencia entre ciertos parámetros de calidad y la tonalidad verdosa de los granos.
- Determinar si la exposición a una determinada intensidad lumínica y/o tiempo transcurrido produce cambios de coloración en los granos verdes y/o variaciones en la calidad del aceite.

2 - Procedimiento

1 - Se seleccionaron granos de diversas variedades y procedencias geográficas con distintas tonalidades de color verde y a su vez con distintas proporciones de área verde en sus cotiledones (tanto interna como externamente). De esta manera se conformaron siete grupos de mitades de granos con características visuales diferentes y con al menos alguna coloración verde en sus tejidos.

Además de estos grupos, se formaron dos adicionales, con granos sin ninguna tonalidad verde.

Por último, se constituyó un grupo con granos destinados a siembra (semillas), lo que asegura una excelente calidad de los mismos.

Cada grupo contenía aproximadamente 100 gramos de mitades de granos de una característica visual determinada. Se los identificó con un número correlativo creciente de acuerdo a la intensidad de color y superficie afectada.

La composición de los 10 grupos era la siguiente:

- Grupo 1: granos de excelente calidad comercial (semillas).
- Grupos 2 y 3: granos sin ninguna tonalidad verde
- Grupos 4 al 10: granos con alguna tonalidad verde

En el "Anexo I" páginas 10 y 11 se describen detalladamente las características de cada grupo.

2 – Se separaron 6 mitades de granos representativas de cada grupo y se fotografiaron con el fin de documentar el estado físico de ellos antes de ejecutar los análisis químicos.

Las fotografías están documentadas en el Anexo "I" páginas 10 y 11. Dichos granos, representativos de cada grupo, fueron segregados y mantenidos adecuadamente para ser tratados más adelante.

3 – Cada grupo se homogeneizó y dividió en 2 partes (parte "A" y parte "B") y los llamamos subgrupos (por ejemplo subgrupos "1A" y "1B"). Cada subgrupo pesaba 50 g aproximadamente.

4 – Los subgrupos "A" se molieron primeramente con molinos Tecator Analyzer de cuchilla horizontal, luego para la molienda final, se utilizaron molinos ciclónicos UDY Corporation con malla de 2 mm.



5 – Luego de una adecuada homogeneización de las muestras molidas, se les extrajo el aceite por destilación durante 6 horas mediante equipos Butt.

El papel de filtro utilizado para formar los cartuchos fue Schleicher & Schuell N° 0859. El solvente usado para la extracción fue Hexano Normal con un rango de destilación 65/70 ° C y recuperación mínima 97 % (ambos determinados por la técnica ASTM D 1078), con una pureza mínima de 96 % por cromatografía gaseosa y residuo seco máximo 0.001 % por evaporación.

El hexano residual fue extraído por evaporación al vacío con un “evaporador rotatorio” mediante calentamiento a baño María a 75 °C.

6 – Se fotografiaron los aceites obtenidos de los subgrupos “A”, las fotos están documentadas en el “Anexo II” Página 12.

7 - Al aceite obtenido de cada subgrupo se le realizó los siguientes ensayos:

Determinación	Técnica analítica	Expresión de los resultados
Contenido de Pigmentos de Clorofila	FOSFA International Official Method	En p.p.m. como Feofitina A, que equivalen a mg de Feofitina A por 1 Kg de aceite.
Composición de Acidos Grasos	IRAM 5651 (1997) - IRAM 5652 (1997)	Porcentaje en masa de los ésteres metílicos
Índice de Refracción	IRAM 5505 (1979)	Adimensional

Los resultados obtenidos en los citados ensayos están indicados en las páginas 6 y 7.

8 – Los subgrupos “B” se segregaron y se los expuso, conjuntamente y en idénticas condiciones que las 6 mitades representativas de cada grupo (ver punto “2”), durante un período de 23 días a una intensidad lumínica medida y controlada. El objetivo de este tratamiento es determinar, en cada uno de los grupos, si la exposición a la luz o el tiempo transcurrido incide en el aspecto físico de los granos (perceptible a través de las fotografías) y/o sobre su composición química (perceptible mediante la comparación entre los resultados obtenidos sobre los subgrupos “A” y los subgrupos “B”).

Las condiciones ambientales fijadas en la cámara de germinación durante la segregación fueron las siguientes:

Período: 23 días

Ciclo Día/Noche: 14 hs. de luz y 10 hs. de oscuridad

Intensidad lumínica del ciclo día: 30 lux

Temperatura: 25 °C constante

Humedad: 49 %



9 - Transcurridos los 23 días de exposición, se documentó el estado de los granos fotografiando las 6 mitades representativas de cada grupo. Luego de su utilización para las fotografías, todas estas mitades de granos se desecharon.

10 – Después de las fotografías indicadas en el punto anterior, se realizaron idénticas moliendas, extracciones y ensayos que los detallados en los puntos “4”, “5” y “7”; ejecutados en las mismas condiciones y con los mismos analistas e instrumental.

11 – Paralelamente a los 10 grupos ya mencionados, se formaron grupos adicionales de mitades de granos, con la intención de reproducir las características de muestras representativas de lotes de soja con distintos porcentajes de granos verdes. Los nuevos grupos creados fueron cuatro, constituidos por combinaciones de granos con las características de los grupos detallados anteriormente. Los nuevos grupos estaban formados de la siguiente manera:

Grupo I: 5 % de granos grupo 4 + 95 % de granos grupos 2 y 3

Grupo II: 10 % de granos grupo 4 + 90 % de granos grupos 2 y 3

Grupo III: 5 % de granos grupo 5 + 95 % de granos grupos 2 y 3

Grupo IV: 10 % de granos grupo 5 + 90 % de granos grupos 2 y 3

A estos grupos se les dio exactamente el mismo tratamiento que a los otros diez, excepto que no se fotografiaron.

Nota :

Todas las fotografías fueron tomadas con películas diapositivas, que permiten obtener una adecuada calidad para este estudio y plasmar la imagen con la naturalidad deseada. En todas las oportunidades, esta tarea se realizó con el mismo equipamiento fotográfico y bajo las mismas condiciones.

La impresión del presente informe, incluyendo las fotografías, se realizó con tecnología Offset, la cual asegura que todas las impresiones emitidas tienen la misma nitidez, colores y calidad de imagen.

3 - Laboratorio y personal técnico

Todos los ensayos químicos realizados y tareas relacionadas (análisis físicos para formación de los grupos, extracción de aceite, molienda, etc.) fueron ejecutados en el complejo de Laboratorios de la Cámara Arbitral de Cereales de la Bolsa de Comercio de Rosario.

El personal asignado a este trabajo de investigación es exclusivo de nuestro plantel, por lo tanto está capacitado y entrenado para las funciones que realiza de acuerdo a nuestro Sistema de Gestión y Aseguramiento de la Calidad acreditado por el Organismo Argentino de Acreditación bajo normas ISO 17025.

La planificación, coordinación y ejecución del presente trabajo de investigación fue conducido por la Dirección Técnica y por la Dirección de la Calidad de la Cámara Arbitral de Cereales.



4 - Instrumental utilizado

Equipo	Marca	Modelo	Aplicación
Molino cuchilla horizontal	Tecator	Analyzer - MC 1 HQ	Molienda gruesa de los granos de soja
Molino ciclónico	UDY Corpor	Cyclone mill 3010-19	Molienda fina del material obtenido en los molinos de cuchilla horizontal
Balanza analítica	Mettler Toledo	PB 303	Peso del material molido, de cual se extrae el aceite mediante equipos Butt
Extractor de aceite por solvente - Método Butt	Ionomex	No tiene	Extracción de aceite por destilación con recuperación del solvente
Evaporador Rotatorio	Heidolph	Laborota 4000	Extracción del hexano residual al vacío, mediante calentamiento a baño
Cromatógrafo gaseoso	Hewlett Packard	5890 Serie II	Cuantificación de ácidos grasos (ésteres metílicos)
Espectrofotómetro	Hewlett Packard	HP 8453	Medición de la absorbancia en la determinación Pigmentos de Clorofila
Refractómetro	Jena	G	Determinación del Índice de Refracción
Termómetro	Jena	No tiene	Medición de la temperatura para realizar la corrección en el análisis de Índice de Refracción
Cámara de germinación	Recal S.A.	No tiene	Maduración artificial de los granos, con períodos día/noche y temperatura controlada
Controlador y registrador de temperatura y ciclos día/noche	Honeywell	DR4300	Control y registro de la temperatura y los períodos de iluminancia programados en la cámara de germinación
Luxímetro	CE	FC - Luz visible	Medición de la iluminancia promedio durante los 23 días de exposición de los granos en la cámara de germinación
Medidor de Humedad y Temperatura ambiente	T.F.A.	HTO3	Medición de la humedad ambiental promedio durante los 23 días de exposición de los granos en la cámara de germinación



5 - Resultados Analíticos

a – Clorofila e Índice de Refracción

<i>Determinaciones</i>				
<i>Grupos</i>	<i>Clorofila (p.p.m.)</i>		<i>Índice de Refracción</i>	
	<i>Subgrupos</i>		<i>Subgrupos</i>	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
1	0.5	0.1	1.4725	1.4725
2	0.3	0.1	1.4727	1.4725
3	0.3	0.1	1.4726	1.4725
4	40.1	18.9	1.4718	1.4721
5	86.3	84.5	1.4719	1.4720
6	93.2	88.9	1.4719	1.4722
7	93.4	91.1	1.4718	1.4724
8	93.8	77.7	1.4720	1.4723
9	87.2	84.2	1.4719	1.4723
10	92.0	89.8	1.4717	1.4722

<i>Muestras (mezcla de grupos)</i>	<i>Determinaciones</i>			
	<i>Clorofila (p.p.m.)</i>		<i>Índice de Refracción</i>	
	<i>Subgrupos</i>		<i>Subgrupos</i>	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
I	2.0	1.3	1.4727	1.4724
II	3.0	2.4	1.4726	1.4728
III	4.6	4.2	1.4726	1.4726
IV	8.8	8.6	1.4728	1.4727



b – Cromatografía

Grupos	Mirístico %		Miristoleico %		Palmitico %		Palmitoleico %		Margárico %		Margaroleico %		Estéarico %	
	Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0.08	0.06	0.04	0.03	11.10	10.87	0.00	0.00	0.10	0.10	0.05	0.05	4.67	4.15
2	0.08	0.06	0.05	0.04	11.10	11.02	0.00	0.07	0.11	0.11	0.05	0.05	4.53	4.24
3	0.08	0.06	0.04	0.04	11.28	11.29	0.11	0.00	0.12	0.11	0.05	0.05	4.83	4.03
4	0.09	0.08	0.04	0.04	10.84	10.92	0.00	0.00	0.10	0.10	0.05	0.05	5.15	5.05
5	0.08	0.04	0.04	0.02	10.81	11.21	0.00	0.05	0.10	0.10	0.05	0.04	5.38	4.92
6	0.09	0.06	0.05	0.02	10.71	10.99	0.06	0.00	0.11	0.11	0.05	0.05	5.37	5.20
7	0.04	0.04	0.02	0.08	10.79	10.96	0.09	0.00	0.11	0.13	0.04	0.08	5.56	5.13
8	0.08	0.08	0.04	0.05	10.67	11.11	0.06	0.00	0.11	0.11	0.05	0.05	5.45	5.27
9	0.00	0.04	0.00	0.03	10.78	11.33	0.04	0.00	0.10	0.10	0.04	0.05	5.67	5.49
10	0.04	0.04	0.02	0.02	10.95	11.55	0.00	0.00	0.10	0.11	0.05	0.04	5.60	5.89

Grupos	Oleico %		Linoleico %		Linolénico %		Araquídico %		Gadoleico %		Behénico %		Lignocérico %	
	Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	23.84	23.33	52.37	53.19	6.53	7.09	0.38	0.36	0.25	0.28	0.33	0.35	0.10	0.03
2	23.02	22.72	52.25	53.04	7.49	7.62	0.38	0.34	0.27	0.26	0.38	0.33	0.16	0.00
3	23.04	23.37	52.17	52.74	7.05	7.24	0.41	0.34	0.24	0.23	0.35	0.34	0.06	0.00
4	28.49	28.56	47.37	47.77	6.03	5.83	0.47	0.44	0.28	0.29	0.46	0.42	0.25	0.12
5	27.98	27.79	47.62	47.95	5.94	5.82	0.49	0.42	0.28	0.33	0.46	0.39	0.10	0.42
6	27.91	28.16	47.35	47.51	6.22	5.99	0.51	0.47	0.28	0.28	0.51	0.44	0.12	0.37
7	28.31	28.17	47.54	47.32	5.99	5.69	0.51	0.47	0.26	0.28	0.48	0.46	0.03	0.46
8	26.69	26.85	48.47	48.05	6.24	5.78	0.53	0.49	0.28	0.29	0.53	0.46	0.22	0.66
9	27.47	27.45	47.29	46.94	6.34	6.01	0.61	0.50	0.36	0.29	0.53	0.44	0.16	0.55
10	27.91	29.40	46.58	45.02	6.01	5.21	0.53	0.54	0.29	0.29	0.49	0.48	0.23	0.58

Muestras (mezcla de grupos)	Mirístico %		Miristoleico %		Palmitico %		Palmitoleico %		Margárico %		Margaroleico %		Estéarico %	
	Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
I	0.03	0.05	0.02	0.02	11.08	11.11	0.11	0.00	0.11	0.11	0.04	0.05	4.18	4.40
II	0.04	0.05	0.02	0.03	11.05	11.04	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.05	4.31	4.36
III	0.03	0.03	0.02	0.03	11.19	11.05	0.10	0.00	0.08	0.10	0.02	0.04	4.26	4.21
IV	0.01	0.04	0.03	0.02	11.24	11.00	0.09	0.00	0.11	0.10	0.04	0.04	4.34	4.25

Muestras (mezcla de grupos)	Oleico %		Linoleico %		Linolénico %		Araquídico %		Gadoleico %		Behénico %		Lignocérico %	
	Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos		Subgrupos	
	A	B	A	B	A	B	A	A	B	A	B	A	B	A
I	22.28	23.61	53.44	52.67	7.86	6.96	0.31	0.35	0.21	0.25	0.30	0.33	0.00	0.00
II	22.68	24.17	53.13	52.32	7.66	6.87	0.34	0.34	0.23	0.25	0.31	0.32	0.00	0.00
III	22.62	23.48	53.10	53.03	7.66	7.07	0.32	0.31	0.23	0.23	0.30	0.33	0.00	0.00
IV	22.92	23.82	52.77	52.70	7.60	6.93	0.32	0.34	0.22	0.25	0.28	0.33	0.00	0.01

Nota: Los ácidos Pentadecanoico, Pentadecenoico, Nonadecanoico, Eicosadienoico, Araquidónico y Docosadienoico no fueron detectados ó arrojaron valores insignificantes en los análisis.

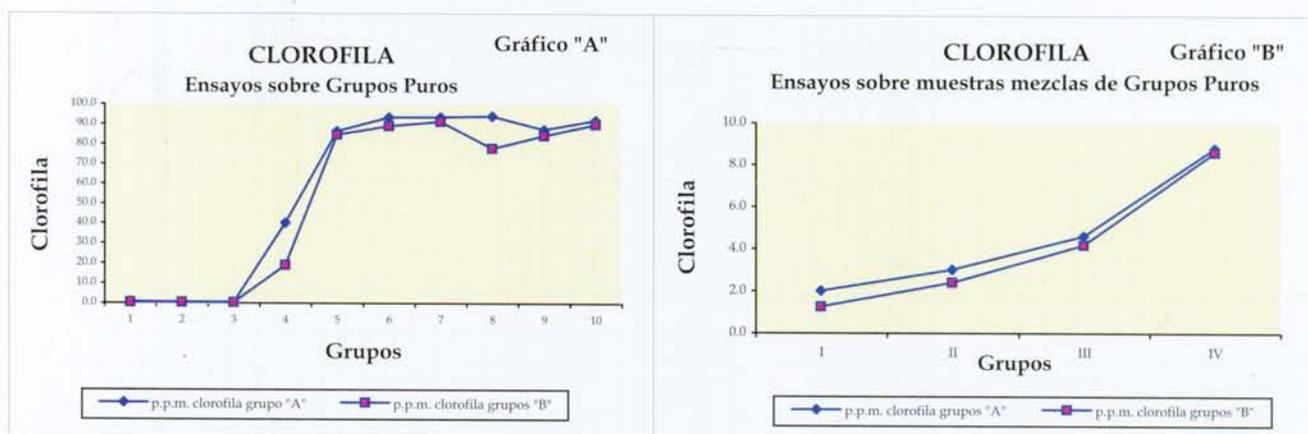
6 - Conclusiones

Utilizando estrictamente las herramientas técnicas detalladas en el presente estudio, podemos arribar a las siguientes conclusiones:

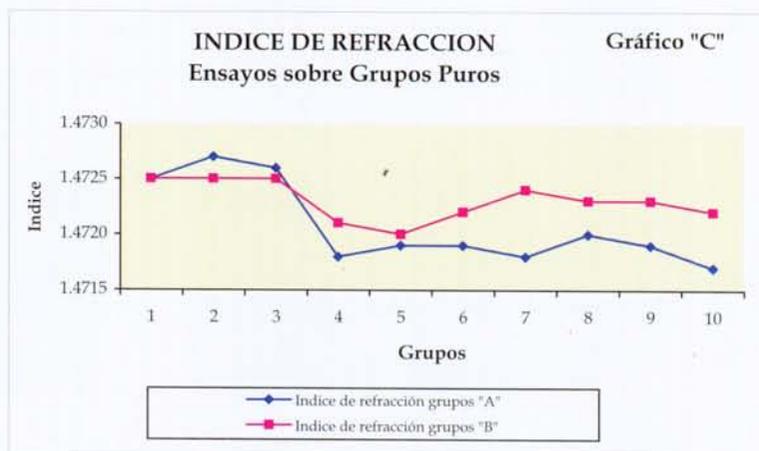
- Resulta levemente perceptible a simple vista, cambios de coloración de los granos representativos de algunos grupos después de una exposición lumínica controlada durante 23 días. Ver “Anexo I”: Descripción y fotografías de los grupos de granos.
- Los niveles de pigmentos de Clorofila en aceite aumentan significativamente con la tonalidad verde en los granos. Se puede observar en el Gráfico “A”, que según los resultados obtenidos, este aumento de Clorofila no es proporcional en todo el rango, ya que por encima de 80 p.p.m se forma una meseta. Por lo tanto, se puede intuir que la técnica analítica utilizada no sería aplicable a ciertos valores altos de clorofila ya que las fotografías de los aceites extraídos (Anexo “II”) evidencian una notoria diferencia de color entre los grupos que no se refleja en los resultados analíticos. Esto podría estar dado porque:
 - Los pigmentos de clorofila en muestras de aceites con elevada tonalidad verde, además de contener Feofitina A presenten otros pigmentos de clorofila con máximos de absorbancia a distintas longitudes de onda que los fijados por la técnica analítica utilizada.
 - Para concentraciones muy altas de clorofila se producen desviaciones a la Ley de Lambert – Beer, por lo tanto la absorbancia a esos niveles no es proporcional a la concentración.

El Gráfico “B” demuestra la proporcionalidad existente entre la concentración de pigmentos de clorofila en aceites y el porcentaje de granos verdes con diferentes niveles de tonalidad en las muestras formadas con mezcla de grupos.

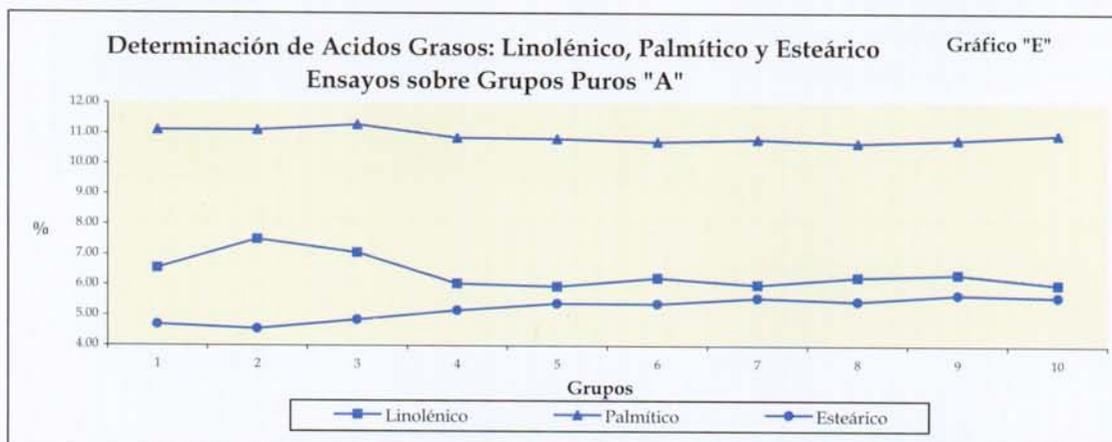
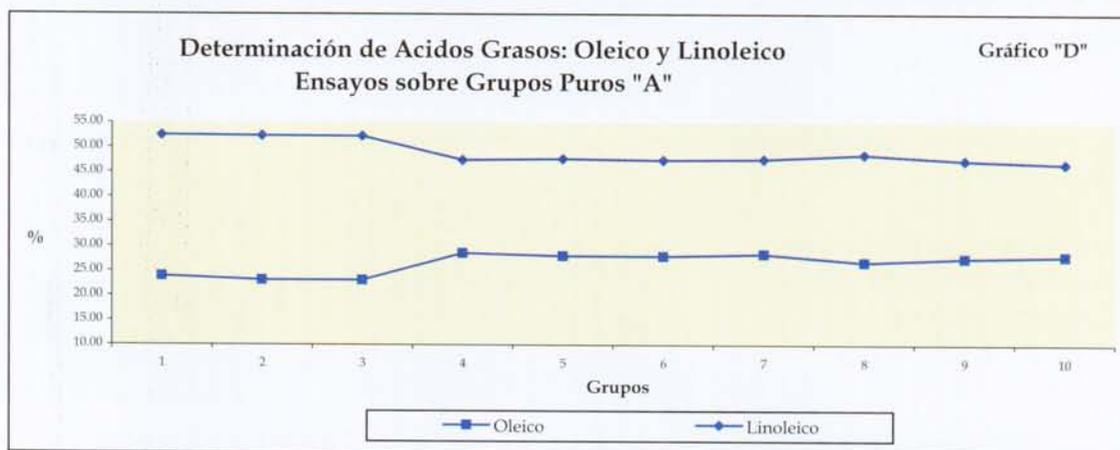
Tanto en el Gráfico “A” como en el “B” se observa que la exposición lumínica y/o tiempo transcurrido de 23 días influyó, aunque con poca importancia, en los niveles de pigmentos de clorofila.



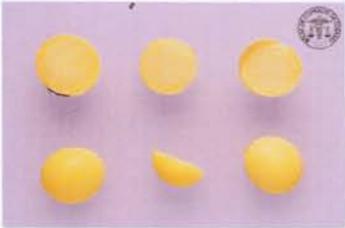
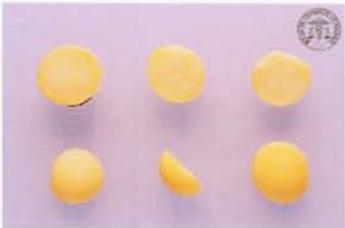
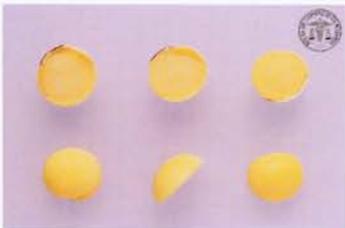
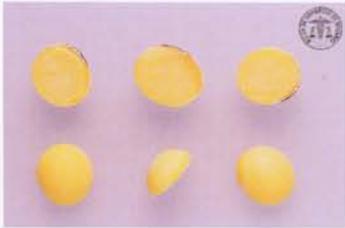
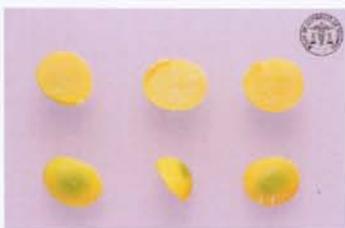
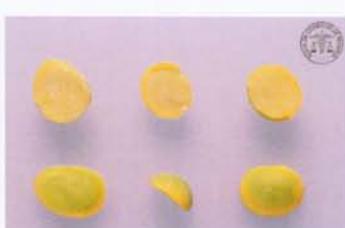
- El Índice de Refracción es similar entre los subgrupos “A” y “B”. Como muestra el Gráfico “C” se observa una diferencia entre los tres grupos de granos comunes y los siete grupos con granos verdes. Las comparaciones entre las cuatro muestras formadas a partir de grupos puros arrojaron valores de Índice de Refracción muy similares.

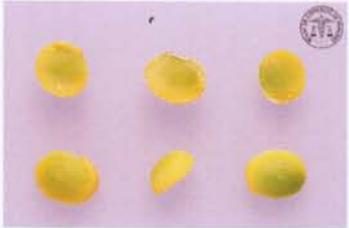
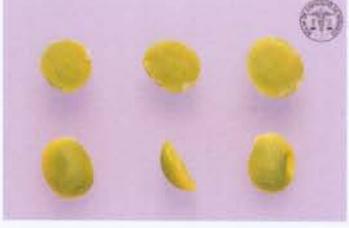
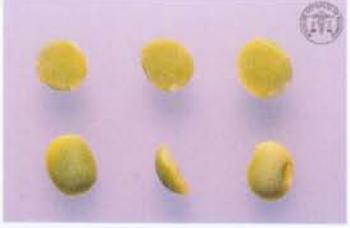


- El análisis de los datos obtenidos de las cromatografías evidencian tendencias opuestas y marcadas en los ácidos Oleico y Linoleico entre los tres grupos de granos sin ninguna tonalidad verde y los siete con tonalidad verde. Asimismo, como se observa en el Gráfico "D" los niveles de éstos ácidos son muy similares entre los grupos de granos sin coloración verde; llamativamente dichos niveles también son similares entre los grupos de granos con distinta intensidad de color verde. El Gráfico "E" muestra que los ácidos Linolénico, Palmítico y Estearico tienen una pequeña tendencia entre los granos comunes y los granos con alguna tonalidad. Las comparaciones entre las cuatro muestras formadas a partir de la mezcla de grupos puros arrojaron valores de ácidos grasos muy similares que no justifican una demostración gráfica. Los ensayos de cromatografía realizados sobre los subgrupos "B" arrojaron valores muy similares a los correspondientes de los subgrupos "A", por lo tanto se consideró innecesario graficarlos.



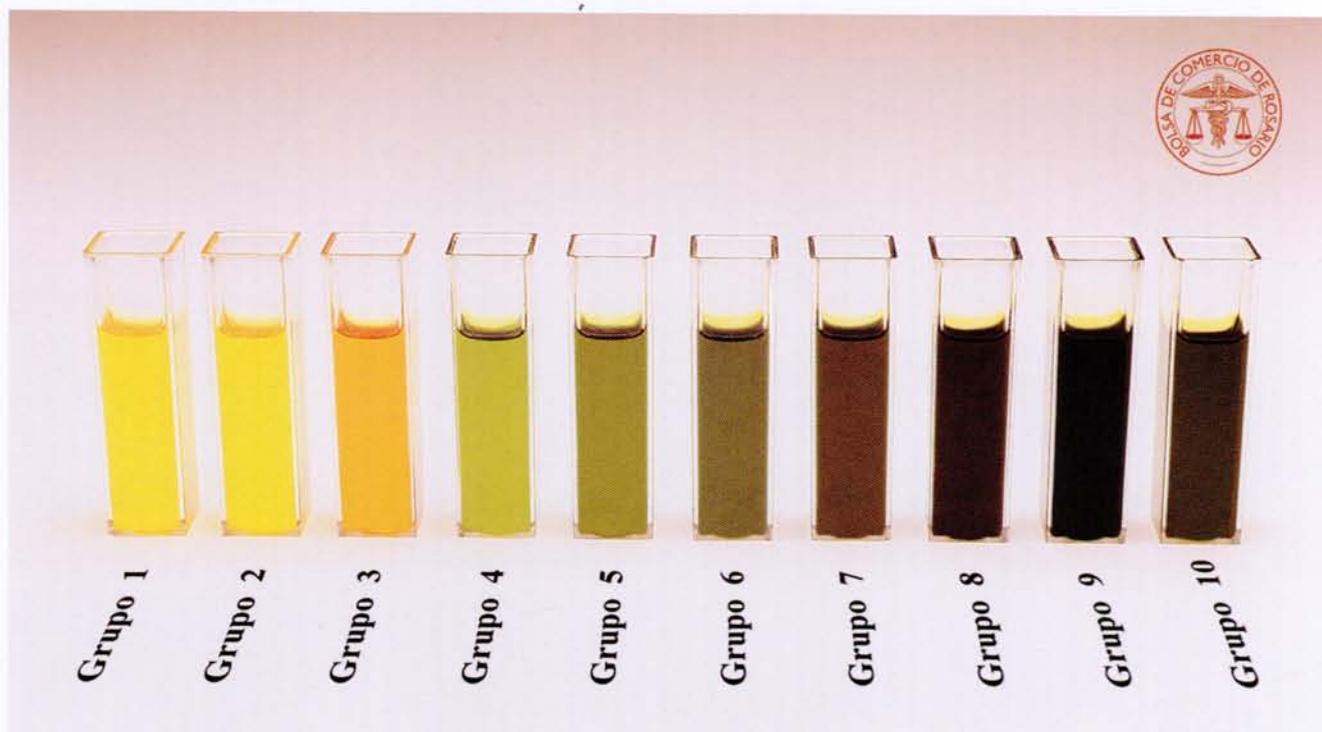
Anexo "I": Descripción y fotografías de los subgrupos de granos

Descripción	Subgrupo "A"	Subgrupo "B"
<p>Grupo 1: Semillas. Granos de excelente calidad destinados a siembra</p>		
<p>Grupo 2: Granos sin ninguna tonalidad verde provenientes de muestras de lotes que ingresaron a aceiteras de la zona.</p>		
<p>Grupo 3: Granos sin ninguna tonalidad verde provenientes de muestras de lotes que ingresaron a aceiteras de la zona.</p>		
<p>Grupo 4: Granos con una pequeña mancha verde en su parte externa y su parte central amarillenta.</p>		
<p>Grupo 5: Granos con su parte externa verde (en un 90 %) y su parte central con una tonalidad verde-amarillenta.</p>		

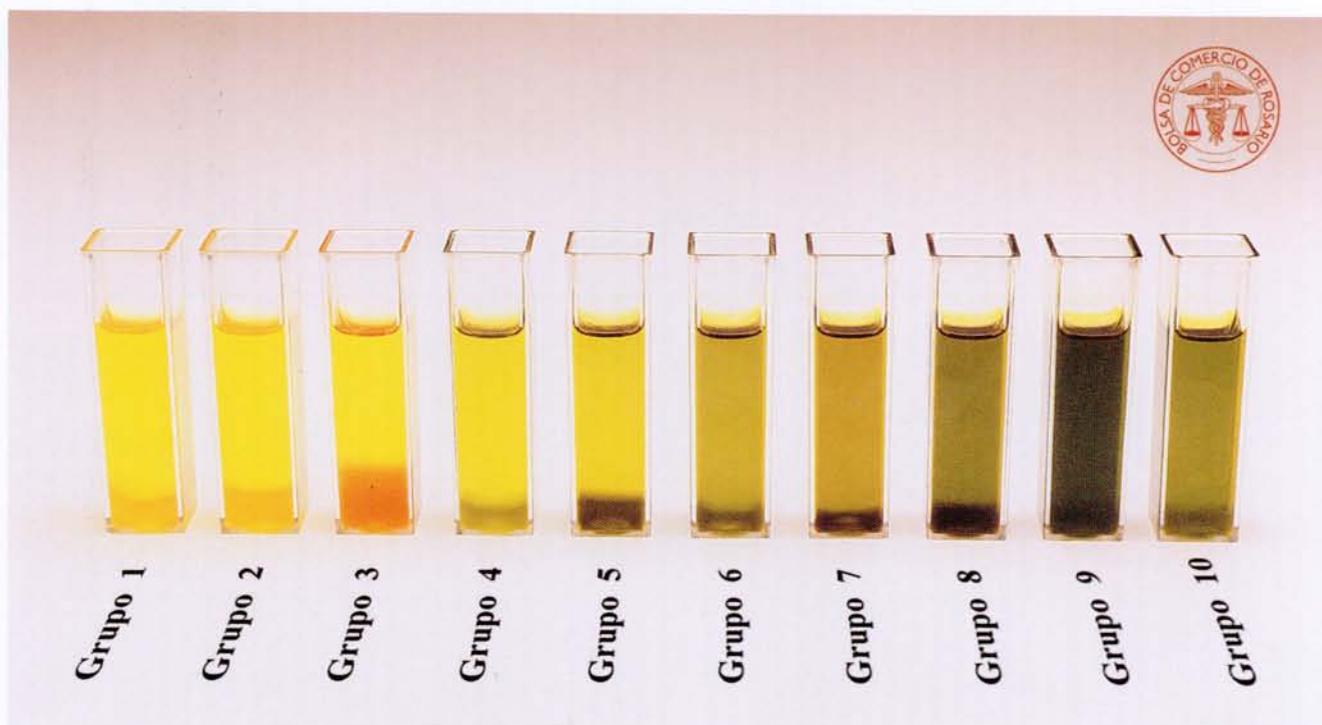
Descripción	Subgrupo "A"	Subgrupo "B"
<p>Grupo 6: Granos con el centro verde (50 %) y periferia amarilla (50 %) tanto en su parte externa como en la interna.</p>		
<p>Grupo 7: Granos en su totalidad verdes claros.</p>		
<p>Grupo 8: Granos casi en su totalidad verdes.</p>		
<p>Grupo 9: Granos casi en su totalidad verdes oscuros.</p>		
<p>Grupo 10: Granos verdes con una leve tonalidad marrón.</p>		

Anexo "II": Fotografías de los aceites

a- Fotografía de los aceites homogeneizados extraídos de cada subgrupo "A"



b- Fotografía de los aceites decantados extraídos de cada subgrupo "A"



Este estudio fue realizado por el complejo de Laboratorios de la Cámara Arbitral de Cereales de la Bolsa de Comercio de Rosario

Prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Cámara Arbitral de Cereales.



Acreditaciones y Asociaciones

O.A.A- Lab. N° 21: Acreditación bajo Norma ISO 17025
FOSFA: Member Analyst – Category-Full Member
GAFTA: Professional Service – Category G
INASE- Lab. 1148/I: Laboratorio habilitado para análisis de semillas en todo el Mercosur
IRAM: Participante de los Subcomités: Aceites y Grasas, Cereales, Toxinas Naturales y O.G.M.
AOAC International: Membership
APOSGRAN: Integrante de la Comisión Directiva



Cámara Arbitral de Cereales

Bolsa de Comercio de Rosario

Córdoba 1402 S 2000 AWV Rosario

Santa Fe - Rep. Argentina

TE: 0341 4211000 - FAX: Interno 2211

E-mail: camara@bcr.com.ar - <http://www.bcr.com.ar>