

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y CALIDAD DE CULTIVARES DE BRÓCULI EN LAS VEGAS DEL GUADIANA

**M.C. AYUSO
M.J. BERNALTE**

Escuela de Ingenierías Agrarias. Departamento de Biología y Producción de los Vegetales. Universidad de Extremadura. Ctra. Cáceres, s/n. 06071 Badajoz

**M. LOZANO
M. PACHECO
J. GARCÍA
B. VELARDO**

Instituto Tecnológico Agroalimentario. Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura. Apdo. 20107. 06080 Badajoz

M.I. GARCÍA

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Ctra. de Betanzos-Santiago, km 7,5. 15318 Abegondo (A Coruña)

**J.A. GONZÁLEZ
C. CAMPILLO**

Centro de Investigación Finca La Orden. Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura. 06187 Guadajira (Badajoz)

M.C. VIDAL-ARAGÓN DE OLIVES

Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola. Centro Universitario Cultural Santa Ana. Apdo. 90. 06200 Almendralejo (Badajoz)

RESUMEN

El brócoli es una hortaliza que en los últimos años ha presentado un importante incremento en Extremadura, sobre todo en las Vegas Bajas del Guadiana. El destino fundamental era la industria de congelación y deshidratación, pero cada vez en mayor medida se comienza una comercialización del producto fresco.

La elección de cultivares resulta complicada, ya que hay gran diversidad de material vegetal y poca información disponible para las condiciones edafoclimáticas de Extre-

madura, lo que hace necesario evaluar con unos criterios objetivos los cultivares comerciales disponibles para determinar los que mejor se adapten a estas condiciones. En este trabajo se ha estudiado el comportamiento agronómico y algunos parámetros de calidad de 9 cultivares de brócoli: Belstar, Lord, Marathon, Merit, Mónaco, Nubia, Samson, BR-10004 y Shena.

Los que presentaron mayores producciones fueron BR-10004, Mónaco y Merit, aunque sin diferencias significativas. Los parámetros de calidad de las inflorescencias evaluados tampoco muestran diferencias significativas. Por lo que respecta al color, se ha comprobado que los cultivares de mayor contenido en clorofilas son los que presentan altos valores de cromaticidad C*, sin embargo, Samson, con el contenido en clorofila más bajo, presenta un alto valor de C*.

Palabras clave: *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L., producción, compacidad, consistencia, densidad, color.

INTRODUCCIÓN

En las Vegas del Guadiana el cultivo del brócoli hasta el año 2002 estaba en torno a las 400 ha, y la superficie ha aumentado alcanzando las 800 ha en 2004 (comunicación personal). El destino de la producción es, principalmente, la industria de congelación, aunque también se empiezan a comercializar a fresco por algunas centrales hortofrutícolas extremeñas, tanto pellas enteras como floretes, para rentabilizar las instalaciones de frío fuera de la temporada de la fruta. Debido a las malas perspectivas del sector tabaquero, en la actualidad se está iniciando su cultivo en el norte de Cáceres, tanto para mercado en fresco como para procesado.

Este cultivo resulta muy interesante para la región extremeña por rotar con los cultivos de verano, aumentando el nivel de utilización de la tierra, y por emplear una gran cantidad de mano de obra en épocas de poca actividad en las zonas de regadío.

Dada la gran cantidad de cultivares de brócoli que ofrecen las casas comerciales, en continua renovación, muchos de ellos extranjeros, se le plantea al agricultor la dificultad de elegir el más adecuado, para las condiciones edafoclimáticas locales.

Los parámetros de calidad para este cultivo son forma y regularidad de las pellas, ausencia de tronco hueco, rendimiento industrial, firmeza, apariencia general y finura del grano. Además son importantes otras características como el color, la textura, densidad y compacidad, el sabor y el aroma, así como el contenido en determinados compuestos con propiedades beneficiosas para la salud de los consumidores.

Hasta ahora, para elegir cultivares de brócoli se habían tenido en cuenta parámetros productivos y determinados parámetros cualitativos, pero sería interesante incluir además criterios referentes a su contenido en nutrientes o compuestos funcionales, ya que estas hortalizas son de gran interés nutricional.

El color en frutas y hortalizas se determina usualmente mediante el sistema CIELab (Tijssen *et al.*, 2001). Los pigmentos responsables del color verde en los vegetales son las clorofilas, que son los pigmentos fotosintéticos capaces de absorber la energía radiante y transformarla en energía química. Son los mayoritarios en los vegetales verdes como los brócolis, pudiendo distinguirse fundamentalmente las *clorofilas a* y *b*, que en plantas superiores se encuentran en una relación aproximada de 3:1 (Garrido y Mínguez-Mosquera, 1983).

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de cultivares de bróculis durante la campaña 2004-2005, con el fin de estudiar su calidad y producción, así como determinar cuáles presentan un mejor comportamiento, agronómico y cualitativo, en las condiciones extremeñas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cultivares de brócoli ensayados fueron: Belstar (Bejo), BR-10004 (Intersemillas), Lord y Shena (Seminis), Marathon y Samson (Sakata), Merit (Fito), Mónaco (Syngenta) y Nubia (Ramiro Arnedo).

La localización del ensayo fue en el Centro de Investigación Finca «La Orden», que está situado en las Vegas Bajas del Guadiana y tiene un suelo aluvial, de textura franco arenosa, ligeramente ácido y de bajo contenido en materia orgánica. El diseño experimental fue en bloques al azar con 3 repeticiones. El número de plantas por parcela experimental fue de 40 plantas, con una densidad de 26.000 plantas por hectárea.

La siembra se realizó el 14 de julio de 2004 y el trasplante el 7 de septiembre, colocando dos líneas sobre la cama, con una distancia entre el centro de las camas de 1,5 m. En lo referente a fertilización se aplicó un abonado de fondo de 95-95-220 UF/ha a finales de agosto. El riego se aplicó por goteo y en cobertera se aportó por fertirrigación desde mediados de octubre hasta finales de noviembre un total de 100 UF/ha de N.

Se dio un tratamiento con Deltametrina y Boro el 15 de septiembre y con Deltametrina, Captan y Boro el 30 de septiembre y el 16 de noviembre.

Se recogieron datos de fecha de recolección, producción y peso medio de la inflorescencia de cada cultivar. También se determinaron durante la recolección en tres ocasiones y para 10 inflorescencias, el peso y el diámetro ecuatorial, y a partir de estos datos se calculó la densidad y la compacidad. Además, se evaluó la consistencia (1 a 5) y la granulometría según el tipo de grano (fina, media, gruesa). Se floretearon 20 inflorescencias y se determinó el porcentaje en peso de cada pella aprovechable para la congelación, que es lo que se denominó rendimiento industrial.

Para la medida del color se tomaron 10 inflorescencias por cultivar y se realizaron diez medidas en zonas distintas sobre la superficie de cada una de ellas, con un colorímetro Minolta CR-200, determinando L^* , a^* y b^* , calculándose a partir de ellos C^* y h^* . La cuantificación de pigmentos clorofílicos se llevó a cabo mediante extracción con acetona y medida de la absorbancia en el espectrofotómetro UV-2401 PC (Linchenthaler, 1987; Abadía y Abadía, 1993).

Se realizó un análisis estadístico de varianza y test de comparación de medias a los resultados obtenidos mediante el paquete estadístico SPSS 10,0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las producciones obtenidas para los distintos cultivares durante esta campaña no presentaron diferencias significativas, oscilando entre los 10.620 kg/ha de Shena y 12.860 kg/ha de BR-10004 (figura 1). Los cultivares más productivos fueron BR-10004, Mónaco y Merit. Este último también resultó de los más productivos en un ensayo realizado en el Campo de Cartagena (Varó *et al.*, 2005b).

El período de recolección se inició el 7 de diciembre y terminó el 21 de febrero (figura 2). El ciclo se alargó bastante respecto a otros años por las bajas temperaturas invernales que se dieron durante esta campaña. La clasificación de los cultivares por orden creciente de duración de ciclo es Belstar, Lord, Marathon, Nubia (91 días), BR-10004 y Mónaco (94 días), Shena (99 días) y Merit y Samson (104 días), siguiendo la misma sucesión en el tiempo que había en otros años. El cultivar Samson resultó ser también el más tardío en ensayos realizados en otras comunidades autónomas (Macua *et al.*, 2004; Gutiérrez, 2004; Núñez *et al.*, 2005; Varó *et al.*, 2005a, 2005b).

En la tabla 1 se muestran los resultados de los parámetros de calidad de las inflorescencias. No hubo diferencias significativas en el peso medio de las pellas, siendo Nubia, BR-10004 y Mónaco los que presentaron un mayor peso, resultados que coinciden con los obtenidos en Extremadura en dos campañas anteriores (García *et al.*, 2005a, 2005b).

Los resultados siguen la tendencia de los obtenidos durante los ensayos anteriores. Así, Samson fue el cultivar que presentó significativamente el mayor diámetro de tronco, y los menores Lord y Marathon. Dicho parámetro guarda una relación inversa con el rendimiento industrial, que presentó el valor más bajo para Samson y los más altos para Mónaco, Belstar, Marathon y Lord. En cuanto a la granulometría siguieron destacando Merit, Mónaco y Nubia, que este año presentaron un grano medio-fino.

Una mayor relación de forma se encontró para Belstar (forma más de seta), con diferencias significativas con Marathon y Merit que tienen las inflorescencias más aplanadas (tabla 1).

Belstar, Marathon, Lord, Samson y Merit apenas presentaban pellas con tronco hueco (por debajo del 10%). No hubo diferencias significativas en densidad y compacidad, aunque Lord y Marathon presentaron los valores más bajos tanto en estos parámetros como en la consistencia. BR-10004, Merit y Nubia fueron los de mayor consistencia (tabla 1).

En la tabla 2 se muestran los parámetros de color en el espacio CIELab obtenidos en los distintos cultivares. Belstar es el que presenta valores significativamente superiores en luminosidad y cromaticidad y Merit los menores.

Los resultados de color se han representado en el gráfico $a^* b^*$ (figura 3), entre la mayoría de los cultivares no se observan grandes diferencias, Belstar y Merit son los que aparecen más distanciados, siendo significativamente diferentes entre sí.

Se ha determinado el contenido en pigmentos clorofílicos en cinco de los cultivares estudiados, y los resultados, expresados en $\mu\text{g/g}$ de peso fresco, se muestran en la tabla 3. La concentración de *clorofila a* respecto a la *clorofila b* está en relación 5:1 para todos los cultivares analizados. La concentración de estos pigmentos en los diferentes cultivares es ligeramente inferior a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio en campañas anteriores (García *et al.*, 2005a). En cuanto al contenido en clorofila total encontrado varía entre 120 y 99 $\mu\text{g/g}$ de peso fresco, valores similares a los descritos por otros autores (Jamie y Saltveit, 2002).

Entre los cultivares analizados Shena es el de mayor contenido en pigmentos clorofílicos, seguido de Nubia y Marathon. El cultivar Merit presenta un contenido en clorofilas significativamente inferior al resto, y posee bajos valores de cromaticidad. Samson tiene un contenido de clorofilas semejante al de Merit, sin embargo, su cromaticidad es muy alta (tablas 2 y 3). Aunque este cultivar tiene un color muy verde, el hecho de que el contenido en clorofilas sea menor puede deberse a que su tronco es de gran tamaño, presentando una relación tronco/florete mayor que en otros cultivares, lo que reduce la concentración total de clorofilas en el homogeneizado que se analiza. Aunque otros años se ha observado que menores valores de C^* se corresponden con contenidos en

clorofila menores (García *et al.*, 2005a), a la vista de los resultados de este año no podemos hacer ninguna afirmación concluyente en este sentido.

CONCLUSIONES

En el ensayo de cultivares de brócoli de la campaña 2004-2005 no se encontraron en general diferencias significativas ni en los parámetros de producción ni en los de calidad, pero destacaron una serie de cultivares.

BR-10004 fue el cultivar más productivo, con pellas de buen tamaño y buena consistencia, rendimiento industrial medio y grano de tamaño medio.

Mónaco, Merit y Nubia tuvieron buenas producciones y buena calidad de la pella, el tamaño de las inflorescencias fue grande, con buena consistencia y una granulometría media-fina.

Samson fue un cultivar poco productivo, con bajo rendimiento industrial, y sus pellas no destacaron ni por finura ni por consistencia. Aunque la cromaticidad de este cultivar fue muy alta, su contenido en clorofilas totales fue el menor.

Los ciclos de producción de los cultivares fueron muy semejantes, por lo que para lograr ampliar la campaña sería necesario escalonar la fecha de trasplante.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Junta de Extremadura por la financiación del Proyecto 2PR03B014. A Dña. Dolores González y Dña. Ascensión Gómez por su ayuda en el trabajo de laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- ABADÍA, J. y ABADÍA, A. 1993. Iron and Plant Pigments. En *Iron Chelation in Plants and Soil Microorganisms*. Academic Press Inc., 327-343.
- GARCÍA, M.I.; GONZÁLEZ, J.A.; LOZANO, M.; AYUSO, M.C.; BERNALTE, M.J.; PACHECO, M.; CALVO, P.; MARTÍNEZ, M.A.; BENÍTEZ-DONOSO, R. y CAMPILLO, C. 2005a. Comportamiento agronómico e industrial de cultivares de brócoli en las Vegas del Guadiana. En *Actas Portuguesas de Horticultura*, 5, 126-133.
- GARCÍA, M.I.; GONZÁLEZ, J.A.; LOZANO, M.; CALVO, P.; BENÍTEZ-DONOSO, R.; AYUSO, M.C. y BERNALTE, M.J. 2005b. Agronomía y parámetros de calidad de cultivares de brócoli. En *XXXIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*. Badajoz, 2003, 101-107.
- GARRIDO-FERNÁNDEZ, J. y MÍNGUEZ-MOSQUERA, M.I. 1983. Clorofilas a y b, y sus productos derivados. Procedimientos de extracción, aislamiento y determinación de los mismos en vegetales. *Grasas y Aceites*, 34(3): 199-204.
- GUTIÉRREZ, M. 2004. El cultivo de brócoli en Aragón. *Información técnica de la Dirección General de Desarrollo Rural de Aragón*, n.º 142. 16 pp.
- JAMIE, P. y SALTVEIT, M.E. 2002. Postharvest changes in broccoli and lettuce during storage in argon, helium and nitrogen atmospheres containing 2% oxygen. *Postharvest Biology and Technology* 26, 113-116.

- LICHTENTHALER, H.K. 1987. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Meth. Enzymol.* 148, 350-382.
- MACÚA, J.I.; LAHOZ, I; SANTOS, A.; ZABALETA, J. y CALVILLO, S. 2004. Brócoli para industria. Campaña 2003. *Navarra Agraria* 143, 34-40.
- NÚÑEZ, A.; FERNÁNDEZ, J.A.; ROLDÁN, B. y POUSA, CL. 2005. Ensayo de cultivares de brócoli 2003. En *XXXIV Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*, Murcia, 2004, 109-114.
- TIJSKENS, L.M.M.; SCHIJEVENS, E.P.H.M. y BIEKMAN, E.S.A. 2001. Modelling the change in color of broccoli and green beans during blanching. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2, 303-313.
- VARÓ, P.; GÓMEZ, M.C.; NAVARRO, J. y CONTRERAS, F. 2005a. Ensayo de cultivares de brócoli, plantación de septiembre en el Campo de Cartagena. En: *XXXII Seminario de Técnicos y Especialista en Horticultura*. La Rioja, 2002, 79-83.
- VARÓ, P.; GÓMEZ, M.C. y ROS, M. 2005b. Ensayo de cultivares de brócoli, plantación de octubre en el Campo de Cartagena. En: *XXXIV Seminario de Técnicos y Especialista en Horticultura*. Murcia, 2004, 115-119.

Tabla 1. Parámetros de calidad de las inflorescencias

Cultivares	Peso medio (g/cabeza)	Diámetro tronco (cm)	Densidad	Compac.	Relación forma	Rto. industrial	Consistencia (1-5)	Granulometría
Belstar	513	3,89 ^b	0,310	0,370	0,623 ^a	77,21	4	Media-gruesa
BR-10004	547	3,99 ^b	0,300	0,377	0,557 ^{ab}	75,33	4-5	Media
Lord	529	3,61 ^c	0,280	0,330	0,547 ^{ab}	76,35	3-4	Gruesa
Marathon	508	3,43 ^c	0,263	0,327	0,500 ^b	76,39	4	Media-gruesa
Merit	512	4,22 ^b	0,300	0,363	0,527 ^b	73,49	4-5	Media-fina
Mónaco	542	4,00 ^b	0,307	0,367	0,550 ^{ab}	77,48	4	Media-fina
Nubia	549	4,07 ^b	0,307	0,363	0,573 ^{ab}	76,07	4-5	Media-fina
Samson	507	4,61 ^a	0,317	0,357	0,553 ^{ab}	72,29	4	Media
Shena	534	4,22 ^b	0,293	0,363	0,583 ^{ab}	74,74	4	Media-gruesa

Por columnas, valores seguidos de letras distintas difieren significativamente $p < 0,05$.

Tabla 2. Parámetros de color en el espacio CIELab para los distintos cultivares de brócoli

CULTIVARES	L*	a*	b*	C*	h*
Merit	35,46 ^c	-9,47 ^a	12,13 ^d	15,43 ^c	128,30 ^a
Samson	36,51 ^{bc}	-12,39 ^{cd}	18,25 ^{ab}	22,08 ^{ab}	124,53 ^d
Nubia	35,63 ^{bc}	-10,12 ^{ab}	14,18 ^{cd}	17,45 ^{de}	125,25 ^{cd}
Shena	34,83 ^c	-11,54 ^c	15,29 ^c	19,17 ^{cd}	127,35 ^{ab}
Marathon	38,08 ^b	-11,43 ^c	15,16 ^c	19,02 ^{cd}	127,33 ^{ab}
Belstar	41,2 ^a	-13,29 ^d	20,04 ^a	24,08 ^a	124,03 ^d
BR-10004	37,22 ^{bc}	-11,90 ^c	16,20 ^{bc}	20,13 ^{bc}	126,76 ^{abc}
Lord	37,23 ^{bc}	-11,20 ^{bc}	15,11 ^c	18,84 ^{cd}	126,80 ^{abc}
Mónaco	36,47 ^{bc}	-11,35 ^c	15,52 ^c	19,25 ^{cd}	126,39 ^{bc}

Por columnas, valores seguidos de letras distintas difieren significativamente $p < 0,05$.

Tabla 3. Contenido en clorofila a, clorofila b y clorofila total para los distintos cultivares de brócoli expresado en $\mu\text{g/g}$ sobre peso fresco

CULTIVARES	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total
Merit	84,90 ^{cd}	15,96 ^b	100,86 ^c
Samson	83,20 ^d	15,84 ^b	99,04 ^c
Nubia	94,00 ^{ab}	18,34 ^a	112,34 ^{ab}
Shena	101,23 ^a	19,04 ^a	120,26 ^a
Marathon	91,46 ^{bc}	17,21 ^{ab}	108,67 ^{bc}

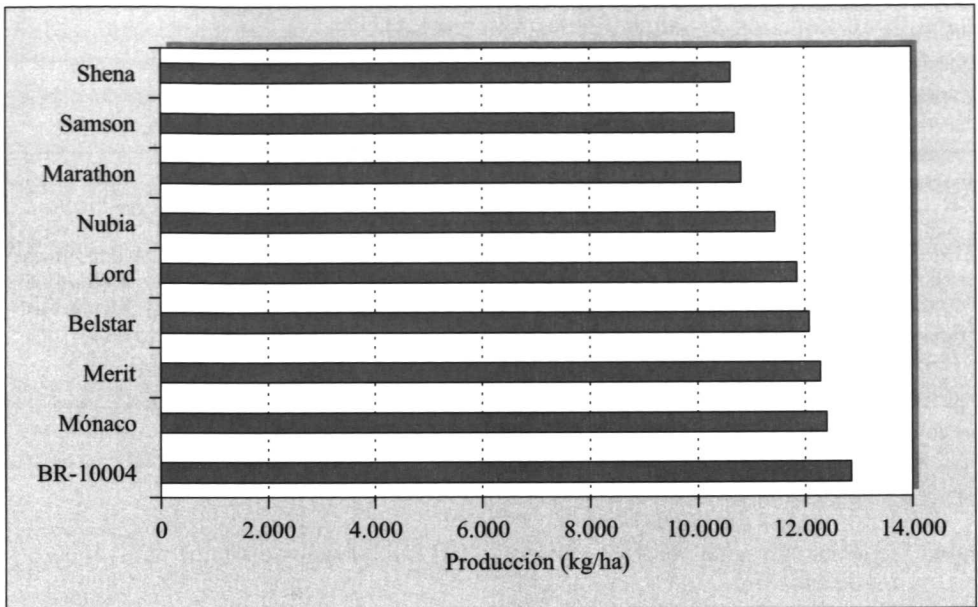


Figura 1

PRODUCCIÓN (KG/HA) DE LOS CULTIVARES DE BRÓCULI
EN LA CAMPAÑA 2004-05

Cultivar	Diciembre																															Enero																															Febrero																												Ciclo (días)	Recolecciones	
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	28	n°	Días																																													
Belstar																																								91	14	77																																																			
BR-10004					10																																			94	10	53																																																			
Lord																																								91	10	50																																																			
Marathon																																								91	9	50																																																			
Merit										20																														104	9	52																																																			
Mónaco					10																																			94	11	62																																																			
Nubia																																								91	11	65																																																			
Samson										20																														104	10	57																																																			
Shena																																								99	9	48																																																			

Figura 2

PERÍODO DE RECOLECCIÓN DE LOS CULTIVARES DE BRÓCULI
EN LA CAMPAÑA 2004-05

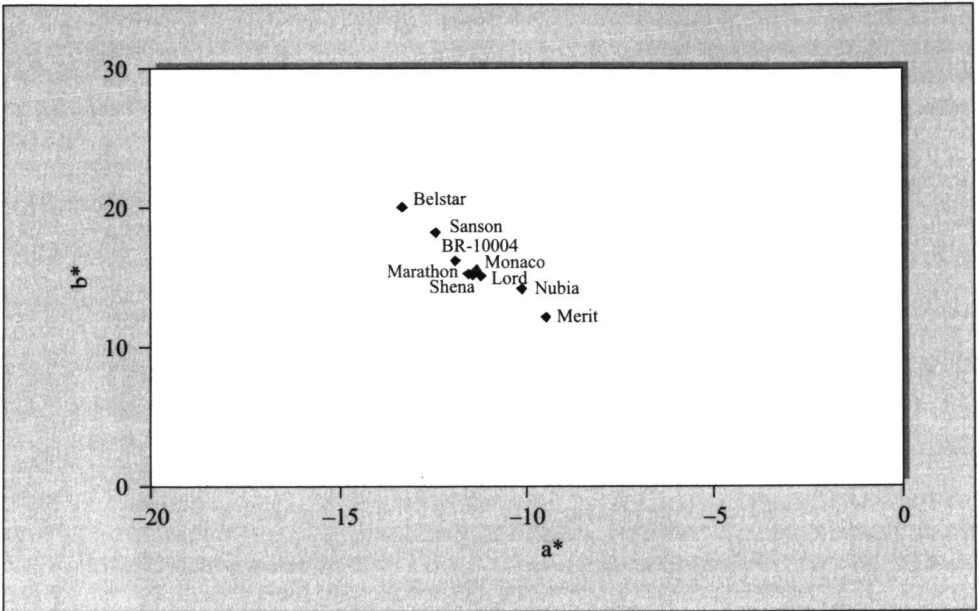


Figura 3
 REPRESENTACIÓN DE LOS DIFERENTES CULTIVARES DE BRÓCULI
 EN EL PLANO A* B* DEL DIAGRAMA CIELAB