

INFLUENCIA DE DIFERENTES PATRONES PARA CEREZO EN LA CALIDAD DEL FRUTO DEL CULTIVAR 'SUNBURST'

S. Jiménez*, A. Garín*, J.A. Betrán**, Y. Gogorcena*, M.A. Moreno*

* Departamento de Pomología, Estación Experimental de Aula Dei (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Apartado 202, 50080 Zaragoza, España

** Laboratorio Agroambiental (Diputación General de Aragón), Apartado 727, 50071 Zaragoza, España

RESUMEN

Este trabajo pretende evaluar la influencia de los patrones 'CAB 6P', 'CAB 11E', 'Masto de Montañana' ('MM 9'), 'MaxMa 14', 'MaxMa 97', 'GM 61/1' ('Damil'), 'Colt' y 'Santa Lucía GF 64' ('SL 64') en la calidad del fruto del cerezo 'Sunburst'. El ensayo se ha realizado en el Valle Medio del Ebro, en un suelo pesado y calizo. Se determinaron los siguientes parámetros: tamaño (calibre), peso medio del fruto, color, firmeza y propiedades organolépticas del fruto (acidez, pH y concentración de azúcares). Además, se analizaron por cromatografía líquida (HPLC) los azúcares más importantes presentes en el zumo del fruto (glucosa, fructosa y sorbitol). Se encontraron diferencias significativas entre patrones en la concentración de azúcares, color, peso y firmeza del fruto. Los mayores pesos de fruto y calibres fueron inducidos por los patrones *P. cerasus* y 'Colt', especialmente para los años de mayor producción. Resultados preliminares indican que los patrones que inducen una mayor cantidad de sólidos solubles también parecen mostrar una mayor firmeza del fruto.

Palabras clave: Cerezo, *Prunus cerasus* L., Patrón, Calidad de fruto, Azúcares

SUMMARY

EFFECT OF SEVERAL ROOTSTOCKS ON FRUIT QUALITY OF 'SUNBURST' SWEET CHERRY

The influence of 'CAB 6P', 'CAB 11E', 'Masto de Montañana' ('MM 9'), 'MaxMa 14', 'MaxMa 97', 'GM 61/1' ('Damil'), 'Colt' and 'Sainte Lucie GF 64' ('SL 64') rootstocks on fruit quality of 'Sunburst' sweet cherry is studied. The experiment was performed in the Ebro Valley (Zaragoza, Spain), on a heavy and calcareous soil. To evaluate the effect of rootstocks, parameters such as fruit size, fresh weight, colour, firmness and some chemical fruit properties (acidity, pH and soluble solid content) have been determined. In addition, the most important sugars present in fruit juice (glucose, fructose and sorbitol), were analyzed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Significant differences in sugar concentrations, colour parameters, fruit weight and firmness were found among rootstocks. The highest fruit weight and calibre was induced by *P. cerasus* and 'Colt' rootstocks, especially for the high-yielding years. Preliminary results indicate that rootstocks with high total soluble solids in fruits also showed high values for fruit firmness.

Key words: Cherry, *Prunus cerasus* L., Rootstock, Fruit quality, Sugar analysis.

Introducción

En los últimos años, se ha constatado un mayor interés de los productores, comercializadores y consumidores, por la calidad en todos los productos agrícolas.

La influencia del patrón en el tamaño del fruto y en la producción es bien conocida (FACTEAU *et al.*, 1996; MORENO *et al.*, 2001). Según WESTWOOD (1993), los efectos más destacables del patrón en la calidad del fruto son las diferencias en consistencia, niveles de ácidos orgánicos y concentración en azúcares. Los tres componentes más importantes en las propiedades organolépticas del fruto son aroma, contenido en azúcares y acidez, los cuales se encuentran muy relacionados con varias propiedades químicas y físicas del fruto (CRISOSTO *et al.*, 2002).

Este trabajo fue llevado a cabo con el cerezo ‘Sunburst’ injertado sobre diferentes patrones, ensayados en unas condiciones edafoclimáticas características del Valle Medio del Ebro. Las características de producción, vigor y prognosis foliar fueron estudiadas en un trabajo previo hasta 1998 (MORENO *et al.*, 2001). En el presente estudio se pretende conocer la influencia de los distintos patrones sobre la calidad del fruto.

Material y métodos

Material vegetal

Entre los patrones para cerezo estudiados se encuentran tres selecciones de *Prunus cerasus*: ‘CAB 6P’, ‘CAB 11E’ y ‘Masto de Montañana 9’ (‘MM 9’); dos híbridos *P. mahaleb* × *P. avium*: ‘MaxMa 14’ y ‘MaxMa 97’; una selección de la especie *P. dawnyckensis*: ‘Grand Manil GM 61/1’ (‘Damil’); un *P. mahaleb*: ‘Santa Lucía 64’ (‘SL 64’) y el

híbrido *P. avium* × *P. pseudocerasus*: ‘Colt’. Todos ellos fueron injertados *in situ* en 1989 con el cultivar de cerezo ‘Sunburst’.

Características del ensayo

El ensayo objeto de este estudio está ubicado en la finca de la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza), en un suelo calizo, con un 35% de carbonato cálcico, un 8% de caliza activa y un pH de 8,0. Su textura es franco-arcillosa. El ensayo fue diseñado como se describe en MORENO *et al.* (2001).

Cosecha y características del fruto

Además de la producción (Kg/árbol), peso medio de fruto (g), vigor (mediante el cálculo de la sección de tronco a partir de la medida del perímetro 20 cm por encima del punto de injerto) y productividad (producción acumulada en kg/cm² de superficie de la sección del tronco) se ha incidido sobre todo en las características de calidad del fruto. Así, para el periodo 1999-2001, se determinó el peso medio del fruto y el calibre.

En el año 2001, la cosecha fue mucho menos abundante. Durante ese año, 50 frutos de cada árbol fueron recogidos aleatoriamente para estimar la calidad del fruto. Se evaluaron varios parámetros físico-químicos: color, acidez, pH, concentración de sólidos solubles (SS), y firmeza. La concentración de SS, pH y acidez se consideran, además, como propiedades organolépticas.

A partir del zumo de cada muestra, se determinó la concentración de SS (°Brix) con un refractómetro digital Atago PR-101, y la acidez, diluyendo las muestras con agua destilada (1:10) y valorándolas con 0,1 mol·l⁻¹ NaOH. El color del fruto fue analizado con un medidor de color Minolta. Para cada muestra,

se asignaron valores a los parámetros L^* , a^* y b^* . La firmeza del fruto se midió con un durómetro (Shore A, Durofel), un método no destructivo que proporciona un valor relativo de dureza (de 0 a 1) (KAPPEL *et al.*, 2000).

Análisis de azúcares

Los azúcares de 1 ml de zumo se fijaron con 1 ml etanol/agua (80:20, v:v) durante 15 min a 80°C. La mezcla se centrifugó (15 min a 3600g) y el sobrenadante se recogió para realizar el análisis.

Los azúcares se purificaron por medio de resinas de intercambio iónico (Bio-Rad AG 1-X4 Resin 200-400 chloride form, Bio-Rad AG 50W-X8 Resin 200-400 mesh hydrogen form) (MOING *et al.*, 1992). Las muestras fueron concentradas a 1 ml y analizadas por HPLC, utilizando una columna de Ca (Aminex HPX-87C 300 mm × 7,8 mm columna Bio-Rad), con un flujo de 0,6 ml·min⁻¹ de agua desionizada a 85°C y con un detector de índice de refracción (Waters 2410). Se inyectaron 20 microlitros de muestra.

Las concentraciones de sacarosa, fructosa, glucosa y sorbitol fueron analizadas para cada muestra. Como estándar interno se incluyó manitol.

La cuantificación de los azúcares fue llevada a cabo con el software Millennium 3.2 de Waters (Milford, Mass). Se identificaron los picos de HPLC y se calcularon sus áreas utilizando estándares externos de concentración conocida (Panreac Química S.A.).

Análisis de datos

Los datos fueron evaluados mediante análisis de varianza, usando el programa SSPS 10.0 (NORUSIS, 1999). La separación

de medias se realizó mediante el test de Duncan y el nivel de significación se estableció en $P \leq 0,05$.

Resultados y Discusión

Vigor, producción acumulada y productividad

No se observaron diferencias significativas entre patrones para el vigor inducido, salvo para el caso del patrón 'Damil', que resultó el menos vigoroso (cuadro 1). Sin embargo, en un estudio inicial de la plantación se observó que los patrones 'Colt', *P. cerasus* y 'SL 64' mostraron un mayor vigor, los patrones 'MaxMa 14' y 'MaxMa 97' un valor intermedio, mientras que 'Damil' resultó ser el menos vigoroso (MORENO *et al.*, 2001).

Al igual que se observó en trabajos anteriores, la producción acumulada y la productividad del cerezo 'Sunburst' fueron generalmente superiores en los patrones *P. cerasus* ('MM 9', 'CAB 6P' y 'CAB 11E'), intermedias en 'Colt', 'SL 64', 'MaxMa 14' y 'MaxMa 97' y bastante menores en 'Damil' (MORENO *et al.*, 2001).

Peso medio del fruto

En los últimos tres años, se analizó el peso medio del fruto (cuadro 1). Para el año 1999, las diferencias entre los diferentes patrones no fueron estadísticamente significativas. En el año 2000, los patrones que mayor peso del fruto produjeron fueron los *P. cerasus* ('MM 9', 'CAB 6P' y 'CAB 11E'). En el año 2001, los valores fueron, en general, mucho más elevados para todos los patrones, debido a la menor producción obtenida. No obstante, los

Cuadro 1. Efecto del patrón sobre el vigor y características productivas del cerezo 'Sunburst' a los 11 años de la plantación

Table 1. Rootstock effects on trunk cross-sectional area and yield of 'Sunburst' sweet cherry after 11 years in the orchard

Patrón	Vigor (cm ²)	Producción acumulada (kg/árbol)	Productividad (kg/cm ²)	Peso medio de fruto (g)			
				1999	2000	2001	Media
CAB 6P	587 b	317 bcd	0,56 cd	9,2 a	8,2 c	13,0 b	10,1 bc
CAB 11E	562 b	297 bcd	0,53 bcd	10,6 a	8,2 c	13,0 b	10,6 c
MM 9	586 b	345 cd	0,60 d	9,6 a	7,9 c	12,7 b	9,9 bc
MaxMa 14	534 b	236 bc	0,44 b	8,6 a	5,4 ab	13,2 b	9,1 ab
MaxMa 97	495 b	232 bc	0,45 bc	8,9 a	5,6 ab	12,7 b	9,1 ab
Damil	332 a	28 a	0,10 a	10,2 a	4,9 a	11,7 a	9,2 ab
Colt	625 b	252 bc	0,42 b	9,5 a	6,5 b	13,3 b	9,8 abc
SL 64	562 b	213 b	0,47 bc	8,5 a	6,3 b	11,6 a	8,8 a

Para la misma columna, los datos seguidos de las mismas letras no muestran diferencias significativas según el test de Duncan ($p \leq 0,05$).

For each column, means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan test ($p \leq 0,05$).

patrones 'SL 64' y 'Damil' indujeron un menor peso medio del fruto.

Para la media de los tres años, el patrón 'CAB 11E' es el que induce un mayor peso del fruto, seguido de 'CAB 6P', 'MM 9' y 'Colt'. En cambio, 'SL 64' mostró los menores valores, aunque sin diferir significativamente de 'MaxMa 14', 'MaxMa 97', 'Damil' y 'Colt'.

Calibre

En el cuadro 2 se muestran todos los parámetros de calibre estudiados en la cosecha del año 2001. Para la anchura mayor, los patrones 'CAB 11E', 'CAB 6P', 'MaxMa 14' y 'Colt' son los que presentaron mayores valores, aunque los dos últimos patrones sin diferir significativamente de 'MaxMa 97'. También, los patrones 'CAB 11E' y 'Colt'

indujeron una anchura menor más elevada, seguidos de 'CAB 6P' y 'MaxMa 14'. La altura del fruto fue mayor en 'Colt', sin diferir significativamente de 'CAB 11E' y 'MaxMa 14'. Los patrones con menores valores fueron 'Damil' y 'SL 64'. Por otro lado, la altura del fruto se vio correlacionada positivamente con el vigor del árbol ($r = 0,46$; $p \leq 0,01$). En la relación altura/anchura, 'Damil' presentó el menor valor y 'Colt' indujo el mayor, sin diferir significativamente de 'MaxMa 97' y 'SL 64'.

La influencia del patrón en el tamaño del fruto ha sido mostrada con anterioridad (PROEBSTING *et al.*, 1990). La tendencia de los patrones *P. cerasus* y 'Colt' a inducir un mayor calibre del fruto en el cultivar injertado, confirma los resultados previos basados en los primeros años productivos de la plantación (MORENO *et al.*, 2001).

Cuadro 2. Efecto del patrón sobre el tamaño y color del fruto del cerezo 'Sunburst'
 Table 2. Rootstock effects on fruit size and skin colour of 'Sunburst' sweet cherry

Patrón	Tamaño (mm)				Color		
	Anchura mayor	Anchura menor	Altura	Altura/Anchura	L*	a*	b*
CAB 6P	29,6 cd	24,8 c	25,7 bc	0,944 bc	33,5 c	27,6 c	10,2 b
CAB 11E	30,0 d	25,4 d	26,0 cd	0,939 b	31,5 a	21,8 a	8,7 a
MM 9	29,1 b	24,6 bc	25,4 b	0,944 bc	32,3 b	24,5 b	10,0 b
MaxMa 14	30,1 d	24,9 c	25,9 cd	0,946 bc	33,7 c	27,7 c	11,7 c
MaxMa 97	29,2 bc	24,2 a	25,5 b	0,951 cd	32,8 bc	27,0 c	9,9 b
Damil	28,8 b	24,3 ab	24,9 a	0,932 a	32,8 bc	26,2 bc	9,6 b
Colt	29,6 cd	25,2 d	26,1 d	0,954 d	33,1 bc	26,3 bc	10,8 b
SL 64	28,3 a	24,4 ab	24,9 a	0,949 cd	32,6 b	26,2 bc	9,8 b

Para la misma columna, los datos seguidos de las mismas letras no muestran diferencias significativas según el test de Duncan ($p \leq 0,05$).

For each column, means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan test ($p \leq 0,05$).

Respecto al "índice de achatamiento" del fruto (altura/anchura), el patrón 'Damil' fue el que presentó menor valor, induciendo una forma más achatada a sus frutos. Por el contrario, 'Colt', sin diferir significativamente de 'MaxMa 97' y 'SL 64', fue uno de los patrones que presentó los frutos más "alargados". Esta diferencia de forma en los frutos resulta interesante, ya que parece más apetecible una cereza achatada que una alargada.

Color

El patrón 'MaxMa 14' indujo un color del fruto rojo más oscuro, mostrando en general los valores más elevados para los parámetros estudiados L*, a* y especialmente el b* (cuadro 2). Por el contrario, el patrón 'CAB 11E' indujo el color rojo más claro. Probablemente, el fruto obtenido sobre el patrón 'MaxMa 14' será más atractivo para el consumidor, al mostrar un color rojo más oscuro (CRISOSTO *et al.*, 2002).

Contenido en sólidos solubles

En la cosecha del año 2001, el mayor contenido en SS fue observado sobre los patrones 'Damil', 'MaxMa 14' y 'Colt' (cuadro 3), no difiriendo este último de 'CAB 6P', 'CAB 11E' y 'MaxMa 97'. Además, 'Damil' mostró una mayor relación SS/acidez. Por el contrario, el patrón 'SL 64' presentó la menor concentración de SS. En un trabajo anterior (MORENO *et al.*, 2001), el patrón 'Colt' también indujo un mayor contenido en SS que los restantes patrones.

Hay que señalar que en el año 2001 todos los frutos mostraron mayor concentración de SS que en años anteriores, ganando en calidad gustativa. La menor producción observada para este año, especialmente sobre algunos patrones, parece permitir una mayor cantidad de SS, al no haber tanta competencia entre frutos. Esto se refleja también en la figura 1, donde se muestra la correlación negativa entre la producción/árbol y la concentración de SS en el fruto ($r = -0,79; p \leq 0,01$).

Cuadro 3. Efecto del patrón en la firmeza, pH, SS, acidez y relación SS/acidez en el fruto del cerezo 'Sunburst'

Table 3. Rootstock effects on firmness, pH, SS, acidity and SS/acidity of 'Sunburst' sweet cherry

Patrón	Firmeza	pH	SS (°Brix)	Acidez (g ácido málico/l zumo)	SS/acidez
CAB 6P	0,51 e	3,8 a	19,7 c	9,5 a	2,05 a
CAB 11E	0,34 a	3,7 a	19,7 c	9,0 a	2,20 a
MM 9	0,41 b	3,6 a	19,1 b	9,0 a	2,16 a
MaxMa 14	0,48 d	3,7 a	20,5 d	9,1 a	2,17 a
MaxMa 97	0,44 c	3,4 a	19,9 c	8,7 a	2,32 a
Damil	0,55 f	3,7 a	22,4 e	8,5 a	2,70 b
Colt	0,51 e	3,7 a	20,3 cd	9,2 a	2,23 a
SL 64	0,44 c	3,6 a	18,3 a	8,4 a	2,18 a

Para la misma columna, los datos seguidos de las mismas letras no muestran diferencias significativas según el test de Duncan ($p \leq 0,05$).

For each column, means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan test ($p \leq 0,05$).

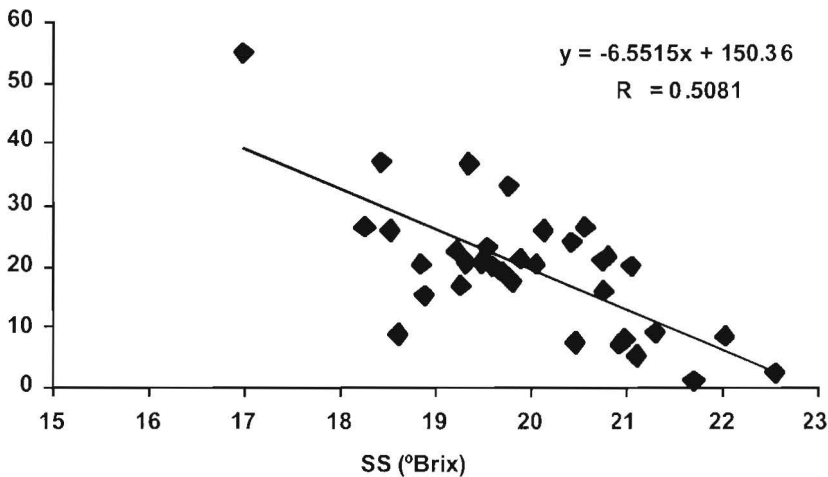


Figura 1. Relación entre la producción y la concentración de SS en el fruto para la cosecha del año 2001.

Figure 1. Yield and soluble solid content of fruits relationship in 2001.

Acidez y pH

No se observaron diferencias significativas para estos parámetros entre los patrones estudiados (cuadro 3). Sin embargo, en un trabajo anterior los patrones derivados de la especie *P. cerasus* indujeron una mayor acidez del fruto en años de mayores cosechas (MORENO *et al.*, 2001).

Firmeza

En la cosecha del 2001, la mayor firmeza del fruto se observó sobre el patrón 'Damil', seguido de los patrones 'Colt', 'CAB 6P' y 'MaxMa 14' (cuadro 3). La menor firmeza la indujo el patrón 'CAB 11E', seguido por 'MM 9'. Por otro lado, se observó una correlación positiva entre la firmeza y la concentración de SS en el fruto ($r = 0,50$; $p \leq 0,01$).

Análisis de azúcares

Los principales azúcares presentes en el zumo fueron glucosa, fructosa y sorbitol. La concentración de fructosa y glucosa estuvo en torno a dos y tres veces la concentración de sorbitol, respectivamente. Además, se observa que la concentración de sorbitol es superior a la de otras frutas de hueso. Por el contrario, la concentración de sacarosa es muy baja, como sucede con otros azúcares minoritarios (datos no mostrados). Como es de prever, los patrones con mayores concentraciones de azúcares fueron los que presentaron mayor contenido en SS.

Se observan diferencias entre patrones, para la concentración de glucosa, fructosa y sorbitol en fruto (cuadro 4). Las concentraciones de glucosa y fructosa fueron mayores en 'Damil', sin diferir significativamente de 'Colt' y 'MaxMa 14'. Sin embargo, las concentraciones de glucosa y fructosa fueron

Cuadro 4. Contenido en azúcares de los frutos del cerezo 'Sunburst'
Table 4. Sugars content of 'Sunburst' sweet cherry

Patrón	Concentración de azúcares (mg/ml zumo)		
	Glucosa	Fructosa	Sorbitol
CAB 6P	80,0 ab	64,8 ab	27,4 a
CAB 11E	78,8 ab	64,2 ab	26,5 a
MM 9	78,3 ab	64,1 ab	26,2 a
MaxMa 14	82,3 abc	67,3 abc	29,9 a
MaxMa 97	80,2 ab	65,5 ab	28,5 a
Damil	88,0 c	73,0 c	35,6 b
Colt	84,3 bc	69,7 bc	30,3 a
SL 64	75,9 a	61,0 a	26,1 a

Para la misma columna, los datos seguidos de las mismas letras no muestran diferencias significativas según el test de Duncan ($p \leq 0,05$).

For each column, means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan test ($p \leq 0,05$).

menores en 'SL 64', sin diferir significativamente de 'CAB 6P', 'CAB 11E', 'MM 9' y 'MaxMa 97'. La concentración de sorbitol fue mayor en 'Damil', probablemente debido a su menor cosecha. No se encontraron diferencias entre el resto de los patrones.

Conclusión

En general, los patrones *P. cerasus* ('CAB 6P', 'CAB 11E' y 'MM 9') indujeron mayor calibre y peso medio de fruto. Además, mostraron mayores cosechas, probablemente debido a su mejor adaptación a los suelos pesados y calizos. El patrón 'Colt' también mostró mayor calibre y peso medio de fruto y un nivel de cosecha intermedio.

La alta calidad de los frutos y la reducción del vigor inducido por el patrón 'MaxMa 14' podría ser interesante para reducir el crecimiento excesivo cuando las condiciones de cultivo incluyen terrenos más fértiles. Sin embargo, el tamaño del fruto de 'MaxMa 14' puede verse limitado en los años de mayores cosechas. El patrón 'Colt' parece inducir una mayor concentración de SS, a pesar de que las condiciones de cultivo no son favorables para este patrón (problemas de clorosis).

Los buenos atributos de calidad de los frutos de 'Damil', parecen ser debidos a un mayor índice de madurez (SS/acidez) y a su limitada cosecha, lo que implica una menor competición entre frutos.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por los Proyectos CICYT AGF97-1138 y AGL2001-2303. Los autores agradecen a los compañeros del Departamento de Pomología: Jesús Aparicio, Julio Pérez y M^a Pilar Soteras, por su ayuda en la preparación y manejo del material vegetal.

Bibliografía

- CRISOSTO C.H., CRISOSTO G.M., RITENOUR M.A. 2002. Testing the reliability of skin color as an indicator of quality for early season 'Brooks' (*Prunus avium* L.) cherry. *Postharvest Biol. Technol.* 24: 147-154.
- FACTEAU T.J., CHESTNUT N.E., ROWE K.E. 1996. Tree, fruit size and yield of 'Bing' sweet cherry as influenced by rootstock, replant area, and training system. *Scientia Hort.* 67: 13-26.
- KAPPEL F., DAVID D.L., MACDONALD R.A., SCHMID H. 2000. 'Skeena' sweet cherry. *HortScience* 35(2): 306-307.
- MOING A., GAUDILLÈRE J.P. 1992. Carbon and nitrogen partitioning in peach/plum grafts. *Tree Physiol.* 10: 81-92.
- MOING A., ROLIN D., GAUDILLÈRE M., GAUDILLÈRE J.P., MONET R. 1998. Compositional changes during the fruit development of two peach cultivars differing in juice acidity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123(5): 770-775.
- MORENO M.A., ADRADA R., APARICIO J., BELTRÁN J.A. 2001. Performance of 'Sunburst' sweet cherry grafted on different rootstocks. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 76(2): 167-173.
- PROEBSTING E.L. 1990. The interaction between fruit size and yield in sweet cherry. *Fruit Var. J.* 44(3): 169-172.
- WESTWOOD M.N. 1993. *Temperate-Zone Pomology*. Timber Press. 3rd Edition. Portland, Oregon. 523 pp.