

Producción y biología del polen en algunas variedades de *Vitis vinifera* L. cultivadas en la Argentina

Ofelia A. NAAB¹, Marta A. CACCAVARI² y Valeria E. CARAMUTI¹

¹Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. CC 300, 6300 Santa Rosa, La Pampa, Argentina. naab@agro.unlpam.edu.ar.

²Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICYTTP)-CONICET. Dr. Matteri y España, 3105 Diamante, Entre Ríos, Argentina. cidcaccavari@infoaire.com.ar.

Abstract: Pollen production and pollen biology of some *Vitis vinifera* L. varieties cultivated in Argentina. From East viticultural region of Mendoza Province, variables related to the pollen production and pollen biology in eleven vine varieties (three with functionally pistillated flowers and inaperturate pollen) were analyzed. The objective was to determine the regional aeropalynological model for harvest forecasting. Results of the inflorescences size, flowers number/inflorescence, pollen number/flower, pollen viability and pollen germination variables, were evaluated with ANOVA. Through statistical treatment differences in pollen production among varieties were recognized. According to a logarithmic model the pollen production was determined by the flowers number/inflorescence which are related to the inflorescences size. Relationships between the pollen production and the biological variables (viability and germination) were not found. Pollen viability and pollen germination had differences among varieties, although they did not have incidence in the pollen production. This variable did not have significant differences among functionally pistillated flowers varieties and those with perfect flowers. Therefore the representativeness of the inaperturate pollen in the pollen spectra of the East viticultural area of Mendoza can be recognized as a good indicative for the harvest of *Vitis vinifera* varieties with pistillated flowers.

Key words: vine varieties, pollen production, pollen vigor, flower production, Mendoza, Argentina.

Este trabajo, forma parte del proyecto que se está llevando a cabo en la Región Vitícola Este de Mendoza (Fig. 1) sobre la previsión de producción de cultivos de vid (Cour & Villemur, 1985; Besselat & Cour, 1990), aplicando el modelo aeropalínológico Cour (1974), sustentado sobre la base del análisis cuantitativo de las emisiones polínicas producidas durante el ciclo de floración.

En el área de estudio, son cultivadas diversas variedades de *Vitis vinifera* L. (Cuadro 1), con caracteres morfológicos distintivos y comportamientos diferenciales en sus fases fenológicas. Entre las variedades cultivadas más representativas, se encuentran las que tienen flores perfectas ("Malbeck", "Chenin", "Cereza", "Torrontés Riojano", "Tempranilla", "Bonarda", "Pedro Giménez", "Ugni Blanc"), que emiten polen tricolporado, fértil y las que tienen flores funcionalmente femeninas ("Moscatel Rosado", "Criolla Grande", "Gibi"), que emiten polen inaperturado estéril (Caccavari *et al.*, 2001).

Debido a las diferencias observadas en algunas variedades de vid europeas, a fin de poder precisar

su valor en los espectros del polen atmosférico, Guedes-Lopes *et al.* (1998) consideraron necesario conocer su producción polínica. Bronner & Wagner (1997) estudiaron la biología del polen de diversas variedades de vid, partiendo de la base que la calidad del polen (su poder germinativo y su fertilidad), su producción y su dispersión, son, junto con las condiciones meteorológicas producidas antes y durante la floración, factores determinantes de la producción de frutos.

Con el objetivo de precisar el modelo de previsión regional mediante la interpretación de la emisión polínica, fueron analizados en este estudio, las características de producción polínica y comportamiento biológico (viabilidad y germinación), del polen de las variedades más representativas de la Región Vitícola Este de Mendoza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado sobre las variedades de *Vitis vinifera* que contribuyen mayormente a la

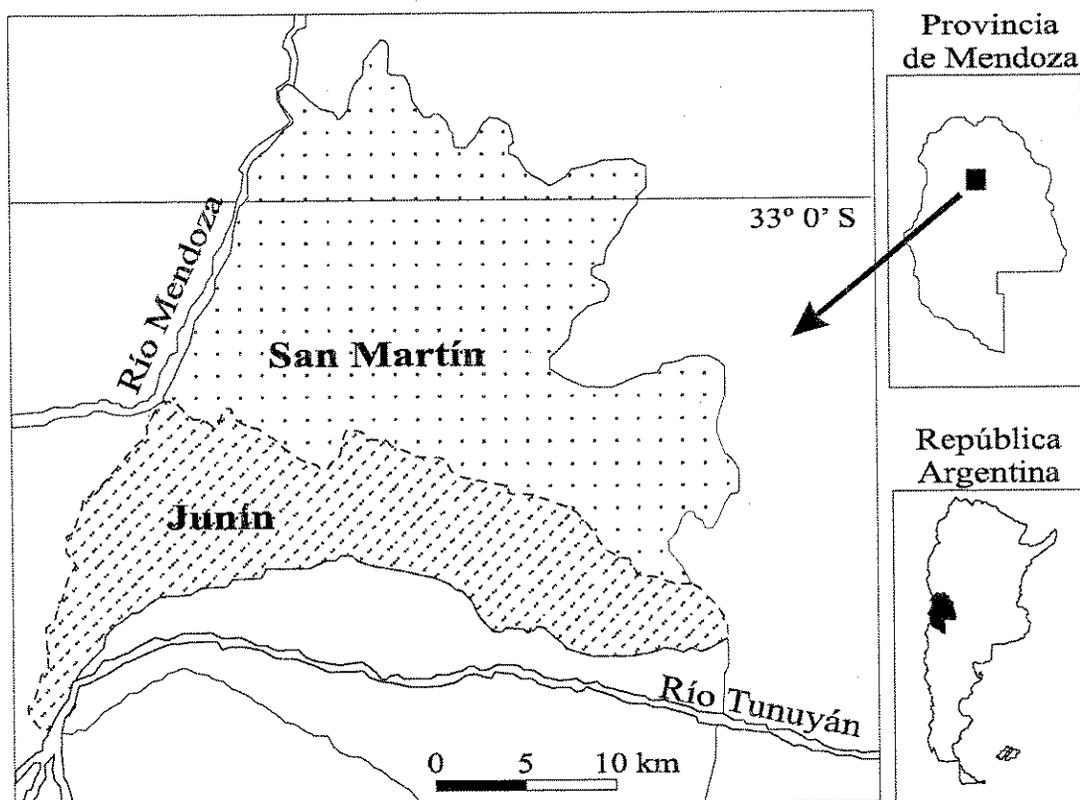


Fig. 1. Área de estudio, región vitícola este de Mendoza.

producción de uva para vinificar en dos departamentos de la Región Vitícola Este de Mendoza (San Martín y Junín) (Fig. 1). El material corresponde a las variedades con flores perfectas "Malbeck" (MA), "Chenin" (CH), "Tempranilla" (TE), "Bonarda" (BO), "Pedro Giménez" (PG), "Ugni Blanc" (UB), "Cereza" (CE) y "Torrónés Riojano" (TR) y a las variedades con flores funcionalmente femeninas "Moscatel Rosado" (MR), "Criolla Grande" (CG) y "Gibi" (GI). Estas variedades son altamente productivas y representan el 89% de la superficie cultivada en el área de estudio (Censo del Instituto Nacional de Vitivinicultura, *m.s.*).

Trabajo de campo y laboratorio

Las muestras fueron tomadas en los meses de octubre y noviembre del año 2000. Para el estudio del número de flores/inflorescencia, siguiendo la metodología de Macary (1990), fueron colectadas a nivel del sector medio del pámpano principal, 10 inflorescencias en estado previo a la antesis floral. En cada una, se realizó el recuento total de flores y se tomaron los datos de la longitud del raquis primario (L1), desde la inserción del raquis

secundario basal, hasta el ápice y la longitud del raquis secundario basal (L2), desde su inserción hasta su extremo.

Para el estudio de producción polínica/flor, fueron obtenidas 15 réplicas por variedad, tomadas de 5 individuos y conformadas por 3 flores en estado previo a la antesis, obtenidas de diferentes sectores (superior, medio e inferior) de la inflorescencia. Cada flor fue acetolizada (Erdtman, 1960), con la incorporación previa de 5 tabletas de esporas de *Lycopodium* (53.394 ± 953), aplicándose luego la técnica de Stockmarr (1971), con un error global menor al 7% en cada análisis de producción polínica/flor.

Para los análisis de viabilidad, fueron obtenidas 12 réplicas de cada variedad, consistiendo en 3 flores, tomadas de los sectores superior, medio e inferior de 4 inflorescencias. El test fue realizado con la técnica de epifluorescencia de Heslop-Harrison y Heslop-Harrison (1970), con un recuento mínimo de 500 granos de polen por muestra.

Para los análisis de germinación *in vitro* del polen, de 5 individuos de cada variedad fueron extraídas de los sectores superior, medio e inferior, de una inflorescencia ubicada en el pámpano principal, 9 flores en antesis, conformando un to-

Cuadro 1. Tratamiento estadístico sobre las medias (\pm error estándar) de las variables asociadas con la producción y biología del polen en las variedades de *Vitis vinifera* de la Región Vitícola Este de Mendoza. *L1+L2: tamaño de la inflorescencia expresado en términos de longitudes. **Los números indican las medias \pm desvío estándar; las letras diferentes que acompañan a las medias en cada columna de variables, indican diferencias significativas según el test (DMS). ° variedades criollas.

Variedades	Producción Polen/infl. (en millones)	Nº flores/ inflorescencia	Nº Polen/flor	Viabilidad (%)	Germinación (%)	L1+L2*(cm)
Variedades con flores completas						
Malbeck	5,46 \pm 0,8 b	267 \pm 30 e	20391 \pm 1272 a	55,7 \pm 4,3 b c	12,2 \pm 2,6 b c**	10,1 \pm 1,0
Chenin	8,65 \pm 1,8 b	623 \pm 43 b	14214 \pm 1258 a	28,9 \pm 3,7 d	26,4 \pm 2,6 a b c	12,8 \pm 0,8
Tempranilla	17,9 \pm 2,1 c	890 \pm 82 f	23650 \pm 1162 a	65,6 \pm 4,4 c	8,7 \pm 1,9 d	14,1 \pm 0,8
Pedro Giménez	87,2 \pm 6,9 a	3189 \pm 260 d	25190 \pm 770 a	55,9 \pm 3,3 b c	13,6 \pm 2,1 a	23,1 \pm 0,9
Bonarda	48,5 \pm 2,6 a	1795 \pm 106 a	27194 \pm 1005 a	54,2 \pm 5,7 a b c	10,3 \pm 2,1 a b c	23,6 \pm 11
Ugni Blanc	46,2 \pm 4,6 a	2101 \pm 160 a	19084 \pm 1040 a	53,8 \pm 5,0 a b c	s/d	28,4 \pm 1,8
°Torrontés Riojano	35,0 \pm 4,8 a	2277 \pm 343 a c	20630 \pm 1215 a	56,9 \pm 4,4 b c	24,7 \pm 2,0 c	19,1 \pm 1,1
°Cereza	33,4 \pm 3,7 a	1694 \pm 110 a	16434 \pm 886 a	53,4 \pm 4,1 a b c	8,7 \pm 3,9 a b	23,0 \pm 0,9
Variedades con flores funcionalmente femeninas						
°Moscatel Rosado	19,3 \pm 3,8 c	1843 \pm 123 a c	14064 \pm 907 a	39,9 \pm 6,9 a d	0,0 e	20,3 \pm 0,8
°Criolla Grande	42,1 \pm 4,1 a	1667 \pm 142 a	25198 \pm 1327 a	56,6 \pm 5,9 b c	0,0 e	21,9 \pm 0,8
Gibí	49,4 \pm 6,8 a	2820 \pm 368 c d	17429 \pm 639 a	46,9 \pm 5,9 a b	0,0 e	16,5 \pm 1,6

tal de 45 réplicas (menos en la variedad «Ugni Blanc», por falta de flores en anthesis durante el período del trabajo de campo, debido a su floración tardía). El test de germinación *in vitro* fue realizado a partir de la incubación de granos de polen durante 8 horas a 25° C, en solución nutritiva de 0,5% p/v de agar, 20% p/v de sacarosa y 0,1% p/v de ácido bórico (Bronner & Wagner, 1997). El porcentaje de germinación fue establecido a partir de un recuento mínimo de 500 granos de polen por muestra. Fueron considerados granos de polen germinados, aquellos que presentaron tubos polínicos cuya longitud resultó mayor al doble del diámetro del grano.

Tratamiento de los datos

La producción polínica para cada variedad fue obtenida a partir de los valores de número de flores/inflorescencia y número de granos de polen/flor, extraídos de una misma inflorescencia. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y las me-

dias obtenidas, fueron comparadas mediante la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS) con un margen de error del 5%. Además, las variables: número de flores de la inflorescencia-tamaño de las inflorescencias, producción polínica-viabilidad y producción polínica-germinación del polen, fueron tratadas mediante análisis de regresión.

RESULTADOS

Los valores de las variedades de *Vitis vinifera*, obtenidos mediante la cuantificación de los análisis realizados (producción polínica, viabilidad del polen, germinación del polen), fueron ordenados en 6 variables, cuyos valores medios y de desvío estándar figuran en el Cuadro 1.

Análisis de las variables asociadas con la producción polínica

Los resultados del factor producción polínica/inflorescencia en las 11 variedades (transformación

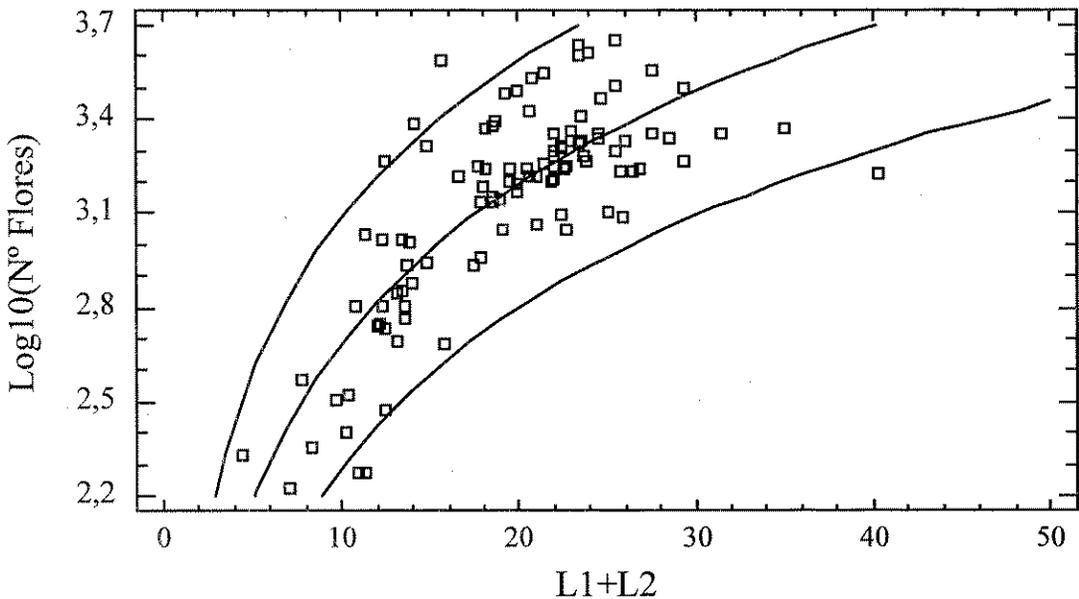


Fig. 2. Relación entre el número de flores y el tamaño de las inflorescencias en las variedades de *Vitis vinifera* estudiadas.

Log₁₀, N=65, p < 0,01), evidenció diferencias altamente significativas entre ellas, formando 3 grupos (Cuadro 1) de alta, media y baja producción.

El mayor aporte a la variabilidad total de dicho factor, correspondió al componente número de flores/inflorescencia, con el 94%, presentando diferencias altamente significativas entre variedades (transformación Log₁₀, N=104, p < 0,01).

Este resultado no fue observado en el componente número de granos de polen/flor (transformación cos N=185, p=0,31).

El resultado del análisis de regresión del componente número de flores/inflorescencia-dimensiones, evidenció una relación altamente significativa (N=105, r=0,62, R²=39%, p < 0,01) (Fig. 2). Los valores de longitud de las inflorescencias (L1+L2) y la cantidad de flores/inflorescencia, respondieron al modelo logarítmico (Y= a+b * ln X), siendo X=L1+L2 e Y=Log₁₀ flores (N=105, r=0,80, R²=64,2%, p < 0,01).

Análisis de las variables asociadas al vigor del polen

El análisis de varianza obtenido con los porcentajes de viabilidad polínica de cada variedad, mostró diferencias altamente significativas entre ellas (N=142, p < 0,01) (Cuadro 1). Con la posición de las flores en la inflorescencia (p > 0,86), los porcentajes no mostraron diferencias estadísticamente significativas, como así tampoco la interacción entre los dos factores (p > 0,54).

El análisis de comparación entre las medias de

los porcentajes de viabilidad del polen para cada variedad, realizado con el test DMS, permitió diferenciar 6 grupos con valores de medias ± desvío estándar solapados (Cuadro 1).

Los resultados de la germinación *in vitro* mostraron amplia variabilidad. Los mismos resultados transformados a coseno (raíz cuadrada), indicaron diferencias altamente significativas entre variedades (N=361, p < 0,01). El test de comparación de medias entre los porcentajes de germinación *in vitro*, diferenció 5 grupos (Cuadro 1) con uno claramente diferenciado formado por las variedades con flores funcionalmente pistiladas. Con respecto a la posición de la flor en la inflorescencia, los porcentajes de germinación no evidenciaron diferencias significativas (p=0,90), como así tampoco la interacción entre los dos factores (p=0,99).

Relación entre producción polínica y vigor del polen

El análisis de regresión, realizado para todas las variedades, entre las variables de los promedios de producción polínica y de viabilidad, no evidenció relación estadística (N=11, p > 0,35, r=0,29, R²=8,56%). Entre las de los promedios de producción polínica y de germinación, los resultados fueron similares (N=10, p > 0,75, r=-0,12, R²=1,36%).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El método aeropalinológico de previsión de cosechas (Cour & Villemur, 1985) sostiene que la

emisión polínica producida durante el ciclo de floración de un cultivo, es predictora de su próximo rendimiento. Las variables ambientales afectan la magnitud de dicha emisión, generando variaciones que se verán reflejadas en la producción. Los sucesivos registros anuales de las variables, permiten generar una imagen predictiva regional del cultivo. A las variables de ajuste que hacen al modelo de previsión de *Vitis vinifera*, es necesario aplicar las de los factores de incidencia en las etapas de formación y desarrollo de la inflorescencia, tales como la temperatura en el momento de aparición de las hojas (Palma & Jackson, 1981), en el inicio del desarrollo de la inflorescencia (May, 2000) o en el tamaño alcanzado por las inflorescencias Zembery & Palenic (1988). Hofaecker (1976) señaló también la influencia de la humedad del suelo. Sin embargo, los cultivos de vid frecuentemente incluyen diversas variedades, que podrían observar diferencias en su producción de polen, variando su grado de incidencia en la interpretación del modelo de previsión.

Los análisis realizados en este estudio, permitieron reconocer que la producción de polen por flor no resulta un factor de diferenciación importante entre las variedades consideradas, a diferencia de las variedades europeas, cuya variación fue señalada por Guedes-Lopes et al. (1998). En cambio, ambos estudios resultan coincidentes al señalar la significativa variación encontrada entre las variedades, con respecto al número de flores por inflorescencia, relación que determina la producción polínica y estaría influenciada por las variables ambientales. La relación positiva entre el número de flores por inflorescencia y el tamaño de éstas en vid, fue demostrada para algunas variedades de Francia por Macary (1990), sobre la base de un modelo lineal. En el conjunto de las 11 variedades aquí estudiadas a escala logarítmica, estas variables resultaron significativamente relacionadas (Fig. 2), permitiendo inferir que las diferencias que presentan las variedades en la estructura de sus inflorescencias, podrían influir en el ajuste de un modelo de previsión. En este sentido, es interesante señalar, que las variedades criollas (Cuadro 1) presentaron en términos generales, inflorescencias de tamaño mayor al de las variedades de origen europeo (Macary, 1990; esta entrega) y consecuentemente, mostraron en la relación final, una mayor producción de polen. Esta relación no resultó diferente en las variedades con polen estéril, sugiriendo que probablemente esa falencia funcional genéticamente adquirida, se haya producido a partir del estadio de formación de las micrósporas.

Las variables aquí comparadas han permitido inferir su grado de incidencia en la producción

polínica de las variedades tratadas, aportando detalles que permitirán ajustar el modelo de emisión polínica/producción en el área estudiada.

Los análisis realizados para determinar el vigor del polen en las variedades del área mendocina, a pesar de su variabilidad, no indicaron influencia sobre la producción de polen. Las variables referidas a la germinación del polen, podrían estar indicando una distinta sensibilidad del polen de las variedades tratadas a las condiciones del test *in vitro*.

El análisis del polen atmosférico del área en estudio (Naab et al., *m.s.*), mostró un espectro polínico de vid integrado por ambos tipos morfológicos de polen, en proporciones equivalentes al porcentaje de superficie que cubren en la región los dos grupos de variedades aquí tratadas.

Los análisis realizados en esta entrega permiten inferir que en la interpretación del polen atmosférico del área en estudio, la estimación del polen de vid inaperturado debe ser tratada de un modo equivalente a la del triaperturado y su representatividad en el espectro polínico puede ser considerada como indicadora del rendimiento de las variedades que lo emiten. Las variedades aquí estudiadas son todas altamente productivas (Alcalde, 1989).

El modo de polinización de la vid ha sido ampliamente discutido y distintos autores han demostrado como de mayor incidencia en las variedades comerciales, la polinización autógama (Kimura et al., 1997), pero sin descartar que la polinización cruzada es la natural. Cuando la expresión sexual genera solo flores funcionalmente femeninas, la polinización cruzada se hace obligatoria y dependiente del polen de otras variedades (Hidalgo, 1993). El valor predictivo del polen atmosférico inaperturado de vid, estaría entonces condicionado al cumplimiento de este particular modo de polinización dependiente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue subsidiado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa (Proyecto I05/2000) y por CONICET (PIP 311/99) y apoyado por el personal directivo y técnico del Instituto Nacional de Vitivinicultura (Mendoza). Se agrade a los viticultores el apoyo recibido en el trabajo y al Dr. W. Volkheimer su inestimable hospitalidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalde, A.J. 1989. *Cultivares vitícolas argentinos*. Asoc. Cooperadora Est. Exp. Agropecuaria Mendoza-INTA, 133 pp.

- Besselat, B. & P. Cour. 1990. La prévision de la production vitivole à l'aide de la technique de dosage pollinique de l'atmosphère. *Bulletin de l'OIV* 63:715-716.
- Bronner, A. & R. Wagner. 1997. Pollen et Floraison chez *Vitis vinifera* L. Techniques de controle du pouvoir germinatif du pollen. *Progrès Agricole et viticole* 114:130-139.
- Caccavari, M.A., O.A. Naab & V. Caramuti. 2001. Dimorfismo polínico en *Vitis vinifera* Linnaeus (Vitaceae). *Asoc. Paleontol. Arg., Publ. Especial* 8:73-78.
- Cour, P. 1974. Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores* 16:103-141.
- Cour, P. & P. Villemur. 1985. Fluctuations des émissions polliniques atmosphériques et prévisions des récoltes de fruits. *5^e Colloque sur les recherches fruitières*, Bordeaux, pp. 5-20.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidsskr.* 54:561-564.
- Guedes-Lopes, T., A. Carbonneau, M. Calleja, P. Richard & P. Cour. 1998. Production pollinique des fleurs de différents cépages de *Vitis vinifera* L. *23^e Congrès Mondial de la Vigne et du Vin, I-Viticulture* (Lisbone, Portugal) 1:110-115.
- Heslop-Harrison, J. & Y. Heslop-Harrison. 1970. Evaluation of pollen viability by enzymatically induced fluorescence: intracellular hydrolysis of fluorescein diacetate. *Stain Technology* 45:115-120.
- Hidalgo, L. 1993. *Tratado de Viticultura*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 983 pp.
- Hofaecker, W. 1976. Investigations on the influence of the changing soil moisture on fertility, berry growth, yield and must quality of vines. *Wein-Wiss* 31:1-8. Stuttgart-Hohenheim, Germany.
- Kimura, P.H., G. Okamoto & K. Hirano. 1997. Flower Types, Pollen Morphology and Germination, Fertilization, and Berry Set in *Vitis coignetiae* Pulliat. *Am. J. Enol. Vitic.* 48:323-327.
- Macary, F. 1990. Contribution à l'étude des prévisions de récolte viticole en Gironde, à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère. *Memoire du diplôme d'Ingenieur des techniques agricoles. Ecole Nationale D'Ingenieurs des Travaux Agricoles*, Bordeaux, 70 pp.
- May, P. 2000. From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in "*Vitis vinifera*" L. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6:82-98.
- Palma, B.A. & D.E. Jackson. 1981. Effect of temperature on flower initiation in grapes. *Bol. Gaz.* 142:490-493.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13:615-621.
- Zembery, A. & V. Palenik. 1988. Mathematic-statistical studies on bud fertility with table grape cultivars. *Vinohrad* 26:15-17. Bratislava, Czechoslovakia.

Recibido: 02-VII-2003

Aceptado: 04-XI-2003