

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA- REPRODUCTIVA DE TRES
VARIEDADES DE OLIVO (*Olea europaea* L.) EN LA REGIÓN SUR
DE URUGUAY**

por

**María Mercedes FOURMENT REISSIG
Andrea POLITI ISRAEL**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2008**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Phd. Mercedes Arias.

Ing. Agr. Msc. José Villamil.

Ing. Agr. Msc. Danilo Cabrera.

Fecha:

Autor: -----

María Mercedes Fourment Reissig

Andrea Politi Israel

AGRADECIMIENTOS

Tras dos años de trabajo, queremos agradecer a todo aquel que de alguna manera participó en este proceso de formación académica, ayudándonos a contar frutos, llevándonos al campo, aportando ideas...

Gracias a nuestras familias que nos dieron la oportunidad de estudiar, a nuestros amigos y novios que nos apoyaron y soportaron...

A Oscar Coco Bentancur que nos ayudó mucho con el exhaustivo análisis estadístico, Alicia Feippe de INIA LB y Beatriz Vignale desde la EEFAS de Facultad de Agronomía, que nos suministraron datos.

Por último y no menos importante, a cada docente de facultad que logró estimular nuestra vocación.

Esperamos que el trabajo aporte a la investigación nacional en este rubro tan antiguo y moderno a la vez...

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
 1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	 1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 ASPECTOS GENERALES	2
2.1.1 <u>Origen</u>	2
2.1.2 <u>Importancia económica en el mundo. Consumo del aceite de oliva</u>	2
2.1.3 <u>Importancia económica en el Uruguay</u>	3
2.1.4 <u>Descripción botánica</u>	4
2.2 REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS DEL OLIVO.....	6
2.2.1 <u>Requerimientos edafo-climáticos de la especie</u>	6
2.2.2 <u>Condiciones edafo-climáticas del país</u>	7
2.3 CICLO FENOLOGICO REPRODUCTIVO	7
2.3.1 <u>Ciclo bienal</u>	7
2.3.2 <u>Desarrollo vegetativo</u>	8
2.3.3 <u>Inducción y diferenciación floral</u>	9
2.3.4 <u>Floración</u>	10
2.3.5 <u>Polinización</u>	11
2.3.6 <u>Cuajado y abscisión de frutos</u>	11
2.3.7 <u>Crecimiento del fruto y maduración</u>	13
2.4 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.....	15
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO	17
2.5.1 <u>Arbequina</u>	17
2.5.2 <u>Frantoio</u>	18
2.5.3 <u>Picual</u>	18
 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	 20
3.1. MATERIALES.....	20
3.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO.....	21
3.2.1 <u>Mediciones</u>	21
3.2.2 <u>Análisis estadístico</u>	23
 4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	 25
4.1 FLORACIÓN Y MEDICIÓN DEL CUAJADO	25
4.1.1 <u>Floración</u>	25
4.1.2 <u>Medición de la caída de frutos</u>	27

4.1.3	<u>Cuajado y rendimiento</u>	32
4.1.4	<u>Resultados de peso de frutos</u>	33
4.2	EVOLUCIÓN DE LA MADUREZ.	34
4.3	MEDICIÓN DE LA COSECHA	37
4.3.1	<u>Evaluación del momento de cosecha</u>	37
4.3.2	<u>Muestreo de frutos: caracterización varietal</u>	39
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	41
5.1.	CONSIDERACIONES FINALES	42
6.	<u>RESUMEN</u>	43
7.	<u>SUMMARY</u>	44
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	45
9.	<u>ANEXOS</u>	54

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Características reproductivas de algunas variedades de olivo con destino a producción de aceite.....	11
2. Cronograma de actividades- Síntesis.....	23
3. Datos de horas de frío y grados día, años 2006 y 2007.....	25
4. Floración para las tres variedades.....	27
5. Índice de floración.....	27
6. Estimación de los parámetros para la variable panículas/100 nudos.....	27
7. Comparación de las curvas por contrastes para la variable panículas/100 nudos.....	28
8. Estimación de los parámetros para la variable frutos/100 nudos.....	29
9. Comparación de curvas por contrastes para la variable frutos/100 nudos.....	30
10. Estimación de los parámetros para la variable frutos/panícula.....	31
11. Comparación de curvas por contrastes para la variable frutos/panícula.....	31
12. Número de panículas, número de flores, número de frutos finales y porcentaje de cuajado según variedad.....	32
13. Peso y número de frutos finales/100 nudos según variedad.....	33
14. Contrastes de las curvas de evolución del color verde para las tres variedades.....	34
15. Contrastes de las curvas de evolución del envero para las tres variedades.....	34
16. Contrastes de las curvas de evolución del color negro para las tres variedades.....	34
17. Peso de frutos (g) según color al momento de cosecha de las ramas evaluadas por variedad.....	37
18. Medias de las variables evaluadas en la cosecha.....	39
19. Relaciones de frutos según variedad.....	39

Figura No.

1.	Esquema de una panícula de olivo.....	5
2.	Ciclo bienal del olivo (Rallo, 1994).....	8
3.	Desarrollo del olivo durante la estación de crecimiento (adaptado de Sanz-Cortés et al., 2002).....	9
4.	Curva de crecimiento del fruto según fases.....	14
5.	Escala de fenología del olivo.....	21
6.	Escala de evolución de madurez de la oliva (Barranco et al., 1998).	22
7.	Evolución de las precipitaciones y temperatura durante el período pre y post-floración, 2007.....	26
8.	Índice de floración según variedad. Temporada 2007-2008.....	27
9.	Evolución de la caída de panículas/100 nudos según variedad.....	28
10.	Evolución de la caída de frutos/100 nudos según variedad.....	29
11.	Panícula sin frutos.....	30
12.	Evolución de la caída de frutos/panícula según variedad.....	31
13.	Dinámica de abscisión de estructuras reproductivas.....	32
14.	Distribución de frutos por panícula.....	33
15.	Evolución del color verde según variedad (25 de marzo – 21 de mayo)....	34
16.	Evolución del envero según variedad (25 de marzo – 21 de mayo).....	34
17.	Evolución del color negro según variedad (25 de marzo – 21 de mayo).....	34
18.	Avance de la coloración en frutos.....	35
19.	Evolución de color verde y negro en frutos según variedad.....	36
20.	Evolución de las condiciones meteorológicas desde floración hasta cosecha. Noviembre 2007- mayo 2008.....	37
21.	Evolución del rendimiento por planta según variedad y año.....	38

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se redescubrió las propiedades nutricionales de la dieta mediterránea aumentando la demanda mundial de productos puntuales, como por ejemplo, el aceite de oliva. A nivel nacional, si bien existían olivares desde inicios del siglo XX, en la última década ha resurgido con fuerza el rubro a través de la implantación de nuevos montes con nuevas variedades.

La necesidad de conocer el comportamiento del cultivo en nuestras condiciones para obtener buenos rendimientos con tecnologías adaptadas a la región (mano de obra, manejo de suelo, etc.) e inocuas con el medio ambiente, lleva a la obligación de plantear líneas de investigación que abarquen todos estos aspectos.

Como pilar fundamental del conocimiento de una especie nueva es necesario comenzar por conocer su comportamiento en relación al ambiente (suelo, clima). Posteriormente, con esta información se puede gestionar las tecnologías apropiadas para cada variedad en particular.

En base a este criterio es que se define el objetivo general del presente ensayo, requisito para la obtención del título de grado. El mismo consta en caracterizar la evolución de la fenología reproductiva de tres variedades de olivo (*Olea europaea* L.) en la región sur de Uruguay. Las variedades de estudio son Arbequina, Frantoio y Picual.

Los objetivos específicos son:

- Determinar el porcentaje de cuajado para las tres variedades en estudio.
- Determinar el período de crecimiento y maduración del fruto.
- Caracterizar los frutos de las variedades al momento de la cosecha.
- Contextualizar el análisis del comportamiento de la especie con los registros climáticos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS GENERALES

2.1.1. Origen

El olivo, *Olea europaea* L., es la única especie de la familia botánica *Oleaceae* con fruto comestible. Se le considera como uno de los árboles más antiguos que ha cultivado el hombre. Tuvo su origen en la zona de Oriente Medio, conocida como el 'fértil creciente', Mesopotamia, pasando después a Egipto, Asia Menor, Israel y Grecia, desde donde se propagó por toda la cuenca del Mediterráneo. Con el descubrimiento de América pasó al Nuevo Mundo y en la actualidad, su cultivo se ha extendido a todos los continentes (Tovar de Dios, 2001). Se considera que su origen como cultivo es de unos 4000-3000 años A.C. (Guerrero, 2003).

"El Olivo fue venerado en la antigüedad y sin embargo no se recomienda ni por la belleza de sus hojas, ni por una talla muy elevada, ni por la nobleza de su porte, ni por el brillo o el perfume de sus flores. Lo que hay más notable en él, es su fecundidad." Gómez de Fuencarral (1883).

2.1.2. Importancia económica en el mundo. Consumo del aceite de oliva

Los principales productores son países pertenecientes a la Unión Europea (España, Italia, Grecia y Portugal) y en menor cantidad Túnez, Turquía y Marruecos. Sin embargo, la demanda reside fundamentalmente en la zona productora (región mediterránea), siendo dentro de la UE, Italia el principal comprador y España y Grecia los abastecedores. El mayor productor mundial es España con una producción anual media entre 700.000 y 800.000 toneladas (Roldán Casas y Dios-Palomares, 2008).

El número de variedades de olivo cultivadas es muy elevado. En España son más de 250 las variedades que con diversa importancia, han sido localizadas por Barranco y Rallo en 1985.

La operación de extracción no es sencilla ya que para la obtención de un aceite de calidad hay que cuidar muchos detalles. Es indudable que el sistema de extracción ejerce cierta influencia en las características cualitativas del aceite, pero no es el factor más importante de la calidad. También influye la variedad, el grado de maduración, la conservación, el método de recolección y los medios de transporte (Giovachino, 1991). Según COI (2008) dentro de los aceites de oliva se pueden distinguir:

Aceite de Oliva Virgen: Es aquel aceite obtenido exclusivamente por procedimientos mecánicos o por otros medios físicos en condiciones, especialmente térmicas, que no produzcan la alteración del aceite, que no haya tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado. Tiene la personalidad de la zona de donde procede. A su vez se clasifican en:

Extra: con acidez (expresada en ácido oleico), no superior a 0.8°.

Virgen: de gusto irreprochable y con acidez no superior a 2°.

Corriente: de buen gusto y con acidez no superior a 3,3°.

Lampante: de gusto defectuoso o cuya acidez sea superior a 3,3°. Se utiliza para refinado o usos técnicos.

Aceite de Oliva Refinado: es el obtenido por refinación de aceites de oliva vírgenes y con acidez no superior a 0,3°

Aceite de Oliva: Mezcla de aceites de oliva vírgenes distintos al lampante y de oliva refinado, con acidez no superior a 1°.

2.1.3. Importancia económica en Uruguay

Por el 1900 Pérez Castellano nombraba la existencia de una sola variedad de aceituna en el país. En “Observaciones sobre agricultura” de 1914, cuenta que el Inca Gracilazo de la Vega atribuye a Antonio de Rivera llevar estacas de olivos desde España a Lima. Posteriormente éstas fueron llevadas a Chile, de Chile a Buenos Aires y de Buenos Aires finalmente a Montevideo en junio de 1810.

Actualmente, las plantaciones tradicionales de olivo en Uruguay incluyen variedades de distinta procedencia destacando las de España (Arbequina, Picual, Manzanilla y Farga) e Italia (Leccino, Frantoio, Ascolano y Pendolino). Sin embargo, las nuevas plantaciones intensivas realizadas en los últimos años emplean básicamente variedades españolas (Arbequina, Picual, Manzanilla de Sevilla y Hojiblanca), italianas (Frantoio y Coratina) e israelíes (Barnea). Estas variedades se destinan tanto a la producción de aceite como de aceituna de mesa. Destacan, principalmente por su buen comportamiento productivo las siguientes: Arbequina, Frantoio y Leccino (aceite) y Ascolano para mesa (Marginet Campos 2003, Tous et al. 2005).

El 5 de Octubre de 2007 en la Jornada Presentación de Resultados Experimentales en olivos, se realizó una encuesta a los concurrentes, de forma de lograr una primera aproximación a la situación nacional del rubro. Participaron de la encuesta 22 personas, algunas de ellas productores, otros asesores, proveedores de insumos, entre otras.

Dieciséis de los encuestados representaban 1076 há plantadas. Los departamentos en los cuales se distribuyen estos predios son:

- en la zona Este del país: Treinta y tres, Lavalleja, Maldonado y Rocha,
- en la zona Litoral - Oeste: Salto, Paysandú Soriano, Flores y Colonia
- en el Norte: Rivera

Estos predios son nuevos con aproximadamente 5 años de implantados, por lo cual recién se están iniciando en la producción. Las principales variedades son: Arbequina, Manzanilla, Picual, Barnea, Frantoio, Leccino y Coratina. Su preferencia se debe a la precocidad de producción y calidad del aceite.

La decisión de iniciarse en el rubro en la mayoría de los casos se manifestó principalmente por la rentabilidad económica, diversificación productiva y en algunos hasta cuestiones culturales. Esto acompañado de las condiciones edafo-climáticas del país, hace que el cultivo se encuentre en todo el territorio nacional, concentrándose en el sur.

En rasgos generales, los actores del sector consideran que la olivicultura en el Uruguay es incipiente y promisorio si bien se encuentra en sus inicios. Se destaca la inquietud de avanzar en diferentes líneas de investigación así como la necesidad de agruparse a la hora de la industrialización.

2.1.4. Descripción botánica

El olivo cultivado es un árbol perenne, de tamaño mediano, de unos 4 a 8 metros de altura según la variedad. Puede permanecer vivo y productivo durante cientos de años. El tronco es grueso y la corteza de color gris a verde grisáceo. El sistema radical alcanza entre 0,9 a 1,2 metros de profundidad. La copa es redondeada, aunque más o menos lobulada, la ramificación natural tiende a producir una copa bastante densa, pero las diversas prácticas de poda sirven para aclararlo y permitir la penetración de la luz. Las hojas viven 2 años y tienen estomas únicamente en el envés (Martin s.f., Tovar de Dios 2001).

Según Morettini, citado por Guerrero (2003) se distinguen diferentes ramas del año: chupones, ramos leñosos, mixtos y fructíferos. Los ramos

fructíferos presentan escaso vigor, con porte más o menos péndulo y casi todas las yemas (incluida la terminal) se diferencian en inflorescencias.

Por otro lado las yemas se pueden diferenciar respecto a la posición en: apicales o terminales, axilares o laterales y adventicias. En el olivo predominan las yemas axilares pero son frecuentes e importantes las adventicias pues sirven para la reconstitución de ramas. A su vez Guerrero (2003), las clasifica según su estructura interna: yemas de leño, dan lugar a un brote y posteriormente a una rama del año; yemas de flores, producen solamente una inflorescencia; las yemas mixtas, bastante frecuentes, dan origen a un brote el cual a su vez produce inflorescencias.

La floración ocurre casi exclusivamente en ramas formadas el año anterior. Hay muy pocos casos de inflorescencias sobre ramas de dos o tres años (COI, 1996). Cada inflorescencia tiene entre 15 y 30 flores dependiendo del año de crecimiento y la variedad.

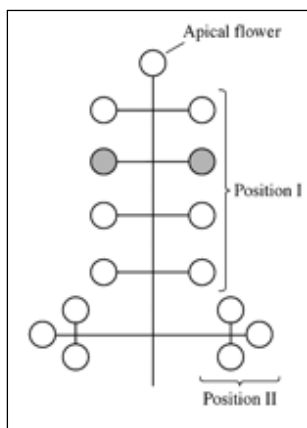


Figura No.1: Esquema de una panícula de Olivo
Fuente: Cuevas y Polito (2004).

La flor es blanca amarilla, cáliz con 4 segmentos, corola tetralobulada con 2 estigmas opuestos en cada lóculo del ovario, con estilo corto. Existen flores perfectas y estaminadas (Cuevas y Polito, 2004).

La aceituna es una drupa, el ovario es el carozo seco y la piel (exocarpo) es glabro y con estomas. El mesocarpo (pulpa) es comestible y el carozo (endocarpo) contiene la semilla (Martin, s.f.). El conjunto de estas regiones se denomina pericarpo y tiene su origen en la pared del ovario (Pinheiro et al., 2001). El almacenamiento de aceite ocurre en las vacuolas de las células parenquimáticas del mesocarpo (Tovar de Dios, 2001).

2.2. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS DEL OLIVO

2.2.1. Requerimientos edafo-climáticos de la especie

El olivo se cultiva normalmente en zonas semiáridas del Mediterráneo, caracterizadas por tener elevadas temperaturas en los meses estivales y bajas pluviometrías (250-550 mm) (Solé Riera 1990, Girona 1996). Posee su hábitat ideal entre las latitudes 30° y 45° tanto en el hemisferio norte como en el hemisferio sur. Las temperaturas bajas determinan el grado de desarrollo de la especie, presentando requerimientos de entre 50-1800 horas de frío durante el invierno para una normal brotación en la primavera. Temperaturas de heladas menores a -5°C dañan el canopy (Agustí, 2004). El balance fotosintético anual como especie de hoja perenne es favorecido por temperaturas entre 25-28°C con drásticas reducciones por debajo de los 5°C y por encima de los 35°C (Gucci y Cantini, 2008). El óptimo de saturación en luz fue estimado en 500 a 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de la radiación fotosintéticamente activa (Bongi y Pallioti, 1994).

Tradicionalmente se ha considerado al olivo como un cultivo de secano debido a que es un árbol que dispone de suficientes mecanismos para adaptarse satisfactoriamente a las zonas áridas de la cuenca mediterránea. Sin embargo, no se debe confundir esta resistencia a la sequía con el hecho de que el olivo responde favorablemente a aportes de agua complementarias a la lluvia (Solé Riera 1990, Girona 1996). Según Guerrero (2003) dado que el período crítico en cuanto a necesidades de agua se sitúa entre pre-floración y maduración, en caso de establecer un monte en secano, la pluviometría anual debe cubrir los 400 o 500mm.

El tipo de terreno olivícola es el areno-arcilloso-calcáreo, profundo y bien drenado (Bovet, 1935). Sin embargo esta especie se distribuye por una amplitud de zonas que abarcan suelos pobres, compactos y rocosos, aluvionales sueltos y profundos a veces desprovistos de calcáreo (Marsico, 1955). El pH del suelo puede oscilar entre el 5,5 y 8,5. Como describe Bovet (1935), las limitantes a nivel edáfico son principalmente físicas.

2.2.2. Condiciones edafo-climáticas en el país

En Uruguay, según describen Tous et al. (2005), el clima es templado húmedo, con inviernos suaves (500-600 HF) y temperaturas medias anuales de 17°C con variaciones de 16°C a 19°C de sur a norte. Las temperaturas medias mensuales varían entre 7°C (julio) y 25°C (enero). La pluviometría media anual oscila entre 1400 mm (NE) y 1000 mm (SO) con una humedad relativa media alta (72%). El exceso de agua en determinados períodos críticos del ciclo vegetativo- productivo del olivo (floración-cuajado) es uno de los mayores problemas para el desarrollo de la olivicultura en el país. En comparación a las regiones comerciales del resto del mundo (España, Italia y Australia) en el país se registra una elevada pluviometría, baja evapotranspiración y escaso número de horas de frío, siendo las temperaturas medias expuestas similares a las de España y Australia.

Respecto a los suelos, describen que en la zona norte del país son mayoritariamente llanos, fértiles, profundos, arcillo-limosos, con pH ácidos (5-6) lo que junto a la climatología benigna trae consigo elevados crecimientos vegetativos y problemas de asfixia radical. En las nuevas plantaciones principalmente ubicadas en el SE del país (Lavalleja y Maldonado) los terrenos son menos fértiles, con algo de caliza, poco profundos y con ligera a moderada pendiente siendo estas características más adecuadas para el cultivo del olivo (Tous et al., 2005).

2.3. CICLO FENOLÓGICO REPRODUCTIVO

2.3.1. Ciclo bienal

La fenología es el estudio de la evolución periódica de los eventos biológicos y su relación con el ambiente, especialmente el clima, así como la interacción entre las fases del desarrollo de una o de diferentes especies (Lieth, citado por Mancuso et al., 2002). En la medida que la fenología es un mecanismo de adaptación, diferencias en la expresión de los eventos fenológicos expresan diferencias en la adaptación al ambiente de las poblaciones de olivos (Mancuso et al., 2002).

Según Rallo y Cuevas (1998) en el olivo, mientras el crecimiento vegetativo se desarrolla en un año, el proceso de fructificación se extiende por dos temporadas consecutivas. En la primera, durante el verano, ocurre la formación de las yemas y su inducción floral. Luego del reposo invernal, en la segunda temporada tiene lugar el desarrollo de las flores, la floración y el crecimiento y maduración de frutos, los cuales son cosechados de 16 a 18

meses desde la inducción del meristema que les dio origen (Gucci y Cantini, 2008).

Esta especie presenta un comportamiento alternante el cual se atribuye a dos causas. Una de ellas es la competencia por fotoasimilados entre frutos y brotes, provocando un escaso desarrollo de brotes en años de alta carga. La otra causa es la inhibición de la inducción floral por el desarrollo de la semilla de los frutos (Rallo y Cuevas, 1998). Para una mejor comprensión de estos procesos se presenta la figura siguiente. La descripción de cada etapa involucrada se plantea en los siguientes capítulos.

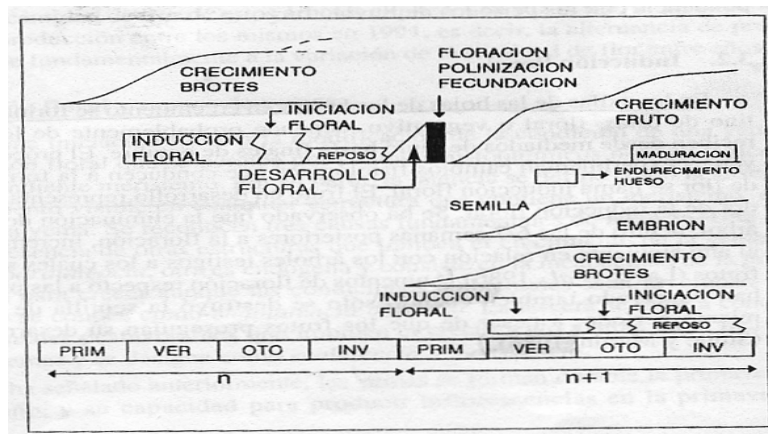


Figura No.2: Ciclo bienal del olivo (Rallo, 1994).

2.3.2. Desarrollo vegetativo

El olivo es una especie que presenta diferentes ondas de crecimiento durante el año. El flujo de crecimiento vegetativo de primavera es el más importante durando hasta diciembre. Puede ocurrir un segundo flujo entre marzo y mitad de abril en otoños lluviosos (Rallo y Cuevas, 1998). En años de poca carga puede suceder un flujo vegetativo continuo pero irregular desde septiembre hasta mayo (primavera-verano). El crecimiento vegetativo se detiene durante el invierno por la exposición a bajas temperaturas y durante el verano, por déficit hídrico (Connor y Fereres, 2005).

A partir de la mitad de otoño y durante el invierno, el árbol permanece en latencia debido a dos causas fundamentales. Una es endógena y consiste en la incapacidad de la propia estructura para crecer aunque las condiciones ambientales sean favorables al crecimiento. La segunda se debe a condiciones ambientales desfavorables que impiden el crecimiento en el meristemo de las

yemas (Tovar de Dios, 2001). Las yemas vegetativas brotan al comienzo de primavera algo más tarde que las yemas florales.

A continuación se presenta una figura en la que se observan las distintas etapas del crecimiento anual, para el hemisferio norte.

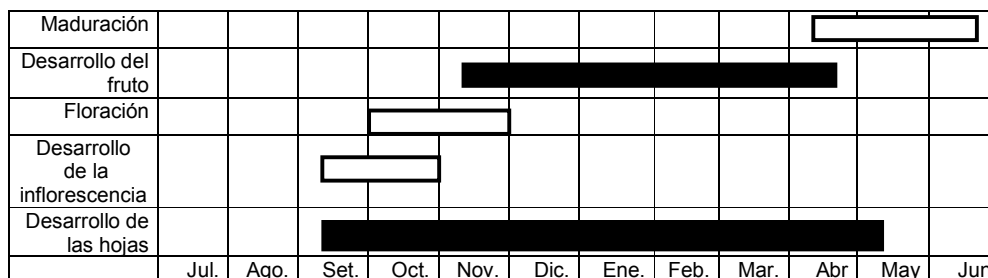


Figura No.3: Desarrollo del Olivo durante la estación de crecimiento (adaptado de Sanz-Cortés et al., 2002).

2.3.3. Inducción y diferenciación floral

La inducción floral es el primer evento del proceso de fructificación y ocurre una vez que la planta ha superado su fase juvenil. Los meristemas de las yemas reciben el estímulo floral para la consiguiente expresión del programa reproductivo (Faust, 1989). En el olivo, la inducción floral ocurre en el verano (Gucci y Cantini, 2008) 6 semanas después de plena floración, durante el endurecimiento del carozo de la fruta en crecimiento (Martin, s.f.). La diferenciación floral son cambios morfológicos en el meristema los cuales transcurren desde la primavera hasta el otoño-inverno (Rallo y Cuevas 1998, Fabbri y Benelli 2000). Durante el invierno la estructura de la yema y su tamaño permanecen incambiados y al inicio de la primavera, superada la latencia, se reanuda la diferenciación de la inflorescencia y de las flores (Fabbri y Benelli, 2000).

Como se ha señalado anteriormente, las yemas se forman durante la primavera, verano y otoño, y su capacidad de producir flores en la primavera siguiente queda determinada por la cosecha del árbol: la fruta en la planta es el principal factor inhibidor de la inducción floral, a través de la síntesis de Giberelinas (Hackett y Hartmann 1967, Badr y Hartmann 1972, Hartmann y Whisler 1975, Rallo y Martin 1991, Fornaciari et al. 1998). Esto determina el proceso fisiológico de la alternancia de producción en especies frutales.

Los estudios de Dos Santos Ramos, citado por Rallo y Cuevas (1998) demuestran que el desarrollo de las yemas luego del otoño es dependiente de si el árbol se encuentra con o sin carga. Las yemas de los árboles con carga

tienden a crecer durante el otoño, y luego pasan el invierno en paralatencia por las hojas. Las yemas de los árboles sin carga entran en endolatenia por lo que requieren una fase de acumulación de frío para iniciar su brotación.

Hartmann y Whisler (1975) evidencian la necesidad de horas de frío con temperaturas entre 15 y 21°C para el subsecuente desarrollo de yemas reproductivas. Sin embargo Rallo y Martin (1991) señalan temperaturas óptimas en torno a los 7,2°C. Durante la última década, se ha generado la convicción de que las bajas temperaturas solamente son necesarias para romper dormancia en yemas previamente diferenciadas, como ocurre en otros frutales (Pinney y Polito 1990, Rallo y Martin 1991, Fernandez-Escobar 1992) y disparar el desarrollo de la inflorescencia (Pansiot 1961, Fabbri y Benelli 2000).

El déficit hídrico y nutritivo en el período de diferenciación de yemas reproductivas reduce el número de inflorescencias (Marsico 1955, Rallo y Cuevas 1998). Sin embargo se ha señalado también que la ocurrencia de lluvias durante la floración atrasa el desarrollo de la misma (Sáez Laín et al., 2003).

2.3.4. Floración

La época de floración del olivo está determinada por la cantidad de calor acumulada desde la salida del reposo (Alcalá y Barranco 1992, Denney y McEachern 1983, Connor y Fereres 2005). Durante los 2 meses inmediatamente anteriores a la floración la temperatura es el principal factor determinante de la fecha de floración, se requieren temperaturas superiores a los 15°C para que broten (Gucci y Cantini, 2008). A su vez importa la temperatura que acontece a partir de la apertura de las primeras flores, en la medida que determina el largo de la floración. Así temperaturas bajas conducen a floraciones prolongadas y elevadas acortan el período (Rallo y Cuevas, 1998). Comparando la dispersión de las fenofases de 7 cultivares de olivo, Mancuso et al. (2002), observan que ésta es muy reducida durante los períodos de pre-floración y floración, por lo que sugieren una fuerte dependencia de dichas fenofases de las temperaturas de primavera. El olivo es un indicador sensible de las variaciones térmicas durante la primavera (Cesaraccio et al. s.f., Osborne et al. 2000, Mancuso et al. 2002). La plena floración puede durar entre 10 y 20 días (Niedu et al. 2002, Rallo y Cuevas 1998, Cesaraccio et al. s.f.).

Si bien la acumulación de frío no parece afectar el número de flores por inflorescencia o el porcentaje de flores perfectas producidas (Hartmann y Porlingis, 1957), el estrés hídrico y nutritivo entre brotación y seis semanas antes de la floración, sí reduce dicho número de flores por inflorescencia e incrementa el aborto pistilar (Rallo y Cuevas, 1998).

2.3.5. Polinización

Según Rallo y Cuevas (1998), la polinización en el olivo es anemófila. Siendo una especie preferentemente alógama, se favorece la polinización cruzada por auto-incompatibilidad polen-pistilo.

La elección de la variedad polinizadora según los autores está determinada por cuatro factores:

1. interés económico de la variedad polinizadora.
2. coincidencia en floración.
3. polen suficiente y de buena calidad. Las variedades veceras no son adecuadas (Frantoio)
4. compatibilidad con la variedad principal.

Cuadro No.1: Características reproductivas de algunas variedades de olivo con destino a producción de aceite.

Variedad	Fertilidad	Compatibilidad
Arbequina	Autofértil	Picual
Frantoio	Autofértil	Pendolino
Picual	Parcialmente Autofértil	Arbequina

Fuente: COI (2000).

Por otro lado, se considera que el olivo es una especie que normalmente no requiere de polinización cruzada. Esto es cierto cuando las condiciones del cultivo son las adecuadas (suelo, riego, temperatura, HR), por ello algunas variedades se comportan como auto-fértiles en algunas localidades y como auto-estériles en otras (COI, 1996). Si no se cuenta con información local del comportamiento de una variedad, es mejor incluir alguna variedad polinizante. A su vez, Connor y Fereres (2005) recomiendan la diversificación de variedades, para aumentar la calidad de aceite, minimizar el riesgo del cambio climático, preferencias del mercado, entre otros beneficios.

2.3.6. Cuajado y abscisión de frutos

El período de abscisión empieza en el momento en que están los primeros frutos, prolongándose hasta alrededor de 6-8 semanas después de floración (Martin, s.f.). Connor y Fereres (2005) describen el proceso en dos fases; tras 2 o 3 semanas desde plena floración el cuajado oscilaría entre el 10-15% y 4 o 5 semanas después descendería al 7-10%. Según Cuevas y Polito (2004) el porcentaje final de cuajado para el olivo ronda el 1-2%, el cual concuerda con el porcentaje citado por Lavee et al. (1999) correspondiente a

años de muy alta carga. Por otro lado, Guerrero (2003)¹, citan entre un 5 y 10% de cuajado final.

Durante la época de floración las condiciones meteorológicas desfavorables (temperatura, humedad relativa extrema, vientos fuertes, precipitaciones) pueden afectar total o parcialmente el cuajado (Maracchi et al., citados por Cordeiro y Martis, 2002).

Según Rallo y Cuevas (1998), al comienzo del crecimiento de los frutitos existe una fuerte competencia por asimilados entre estos y ovarios de flores sin fecundar. Por ello ocurre una masiva abscisión de muchas de estas estructuras, inicialmente dentro de cada inflorescencia y luego entre inflorescencias próximas. Los primeros frutos que abscisionan son los más pequeños con menor capacidad competitiva, descartándose como limitante la falta o mala polinización (Cuevas et al., 1995). Una práctica que mitiga la competencia entre frutos, disminuyendo la caída natural, es el raleo de frutos realizado durante los primeros 25 a 30 días post-floración. A la vez este manejo provoca un aumento de tamaño de frutos.

Reale et al. (2006) mediante investigaciones sugirieron que el cuajado no está influenciado por el número de flores por inflorescencia, sino por el número de inflorescencias, el cual depende del potencial general de fructificación del árbol. Concuere da con lo que describen Rallo y Fernández-Escobar (1985), quienes toman a la inflorescencia como unidad reproductiva dado que la mayoría de las variedades cuajan un fruto por inflorescencia. Connor y Fereres (2005) afirman que la mayoría de las variedades finalizan con un fruto por panícula; sin embargo aquellas de fruto pequeño logran retener más de uno.

Barranco et al. (2002) determinan tres zonas de abscisión: la primera se da entre el pedúnculo y la rama, la segunda pedúnculo-pedicelo y la tercera pedicelo-fruto. La fuerza para remover el fruto, disminuye con el avance de la madurez del mismo, la cual difiere según variedad. De lo anterior, Connor y Fereres (2005) distinguen dos consideraciones: la fuerza de retención del fruto determina el tipo de cosecha a utilizar (mecánica para menores fuerzas de retención o manual) y la posibilidad de aplicar etileno para disminuir dicha fuerza. El etileno estaría influyendo en una mayor abscisión a nivel de pedúnculo.

A modo general, Connor y Fereres (2005) denotan tres características de la estrategia reproductiva del olivo que disminuyen los costos energéticos y nutricionales:

¹ Fichet, 2008. Com. personal

- elevada cantidad de flores masculinas con cantidades importantes de polen, a menor costo energético que las flores perfectas (hermafroditas),
- rápida abscisión de flores fertilizadas, evitando el consumo para el crecimiento de tejidos,
- rápido aborto de frutitos antes de convertirse en fosas significativas.

2.3.7. Crecimiento del fruto y maduración

El crecimiento de la aceituna dura entre cuatro y cinco meses (Connor y Fereres, 2005). A lo largo del período de maduración el desarrollo de la semilla parece determinante para el crecimiento del fruto. La semilla evitaría la abscisión del mismo hasta que el embrión alcanza un cierto tamaño, después del cual es indiferente su presencia para la permanencia del fruto. Sin embargo, continúa repercutiendo en el tamaño final (Rallo y Cuevas, 1998).

La curva de crecimiento del fruto es doble sigmoide identificándose cuatro fases (Rallo y Cuevas, 1998):

Fase I_ Tan pronto como se realiza la fecundación se puede observar el pequeño fruto formado. Muchos de estos frutos sufren una caída fisiológica en el mes de diciembre, que puede llegar hasta el 50% de los frutos recién cuajados (Guerrero, 2003). En esta fase, sucede el aumento de tamaño, división y expansión celular del fruto.

Fase II_ endurecimiento del endocarpo. Ocurre unas siete a nueve semanas después de la floración. El último período en esta etapa (máximo crecimiento del embrión) se solapa con la inducción floral. El crecimiento del fruto en tamaño se detiene. Durante esta fase se inicia la acumulación de ácidos grasos (Hermoso et al., 1997). Ocurre la segunda caída fisiológica (Guerrero, 2003).

Fase III_ el fruto experimenta un nuevo incremento de tamaño y sobre el final de esta fase comienza el enverado. En este período la acumulación de ácidos grasos alcanza su culminación, coincidiendo con el cambio de color en la aceituna.

Guerrero (2003), describe la evolución de color de la siguiente forma: "a principios de otoño, el color verde intenso se transforma en verde claro, amarillento (...). A continuación empiezan a aparecer pequeñas manchas violáceas, principalmente en el ápice, que luego se extienden y terminan por ocupar todo el epicarpio, penetrando finalmente hasta el hueso. Mientras tanto,

el epicarpio ha ido cambiando de color violáceo hasta el violeta oscuro brillante, recubriéndose de una capa blanquecina de pruina. Los colores finales, tanto de la pulpa como de la piel del fruto, adquieren tonalidades características de cada variedad.”

Según Guerrero (2003), en el periodo de cambio de color violeta claro al violeta oscuro el fruto llega a su tamaño potencial; posteriormente las pérdidas de peso del fruto se explican por pérdidas de humedad.

Fase IV_ El período de maduración se prolonga desde que comienza el cambio del color externo del fruto (envero) hasta que el color negro ó violáceo, característico según el cultivar, se generaliza en la epidermis. Tras estos cambios finales de la coloración del fruto se detienen los procesos de acumulación de aceite (Lavee y Wodner, 1991).

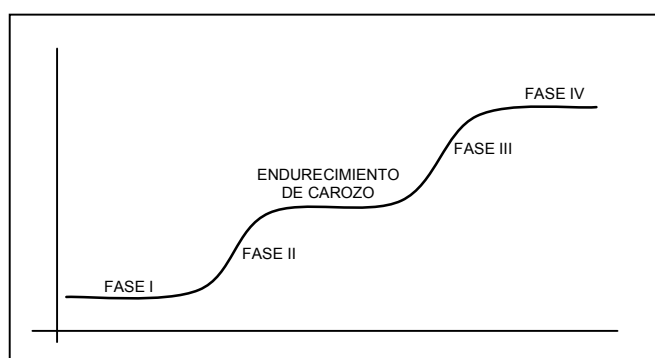


Figura No.4: Curva de crecimiento del fruto según fases.

La duración del período de maduración es variable según las condiciones climáticas, cosecha del árbol y características varietales y su conocimiento es de especial importancia para determinar el período óptimo de recolección (Humanes, citado por Barranco et al., 1998). Humanes, citado por Guerrero (2003) menciona 41 días de duración del período de madurez para la variedad Picual en la Estación de Olivicultura de Jaén, España, mientras que Barranco et al. (1998) citan, para una amplia gama de variedades, que la duración oscila entre 53 y 69 días. La fecha media de maduración está muy influida por la anualidad correspondiente.

Se considera que todo el aceite del fruto está formado cuando el índice de madurez según color alcanza el nivel medio de 3,5 (Hermoso, citado por Barranco y Rallo, 1998), por lo que este valor es útil para determinar el comienzo de la recolección.

La curva que representa la pauta de acumulación de aceite en la oliva es una sigmoidea que permite distinguir tres fases. Una fase de acumulación lenta de aceite que caracteriza los frutos recién formados, una fase de acumulación rápida donde la cantidad de aceite aumenta rápida y linealmente, y una fase de ralentización de la síntesis lipídica caracterizada por una tasa casi estable de materia grasa (Lavee y Wodner 1991, Zarrouk et al. 1996, Alegre 2001). Esta última fase estacionaria, favorable para una buena recolección cualitativa y cuantitativa, abarca unas cuatro semanas y precede al fenómeno de sobremaduración de la oliva.

El punto de máxima acumulación de aceite se visualiza cuando desaparecen los frutos verdes en la planta. Bajo este criterio se debería cosechar en este momento; sin embargo, otros factores condicionan el punto de cosecha. Por un lado, cosechar determinado porcentaje de frutos verdes favorece la producción de un aceite más frutado. Por otro lado, una cosecha más tardía permite la deshidratación del fruto, con la consiguiente mejora en la eficiencia de extracción del aceite (Guerrero, 2003).

2.4. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Los componentes de la cosecha definidos por Rallo y Cuevas (1998) son:

- número de ramos fructíferos: depende del tamaño y hábito de crecimiento de la variedad.
- frutos por ramo: influenciado por la intensidad de floración, el nivel de fecundación y el ajuste de la carga posterior. Existen dos características principales del olivo que modifican esta variable
 - a) la vecería
 - b) la caída flores y frutos en las 6-8 semanas siguientes a la floración.
- tamaño del fruto: es una característica varietal determinada por el número y el tamaño de células y el volumen intercelular. Se puede influir en la carga de frutos en el árbol y disponibilidad de agua durante el crecimiento del mismo. El factor determinante en el tamaño final del fruto es el número de frutos. Si se realizan raleos de frutitos o flores hasta 25-30 días después de floración, se traduce en aumento de tamaño final de fruto.

La forma del fruto es una característica varietal importante para aquellos cultivares de mesa. Según Tous et al. (1998), se puede cuantificar mediante la relación largo/ancho del fruto:

1. esféricos (1.09 Arbequina)
2. elípticos (1.41 Picual)

3. alargados (1.47 Empeltre)

- rendimiento graso: según Tous et al. (1998) se determina por la proporción de pulpa del fruto y la capacidad de las células de la pulpa en producir aceite. La relación pulpa/hueso (P/H) es un indicador de proporción de pulpa del fruto. Esta relación es más importante en las variedades de mesa. Si bien es una característica varietal, la carga también lo regula así como la edad del árbol, la evolución de la maduración, la pluviometría, etc. En un ensayo realizado por dichos autores, obtuvieron para Picual la relación P/H de 4,61 y Arbequina 4,43, aunque se han visto oscilaciones en esta última de 3,3 (plena producción) a 5,5 (entrada en producción).

- Síntesis de ácidos grasos: ocurre en las células del mesocarpo y determina el rendimiento graso de la aceituna. La acumulación se inicia durante la fase de detención de crecimiento de la drupa y concluye al comienzo de la maduración.

- Índice de cosecha: es la relación entre la materia seca acumulada en el producto cosechable y la materia seca producida por la planta. Al controlar la producción del árbol se debe acompañar la evaluación de este índice por factores como la calidad y la regularidad de la cosecha.

Diversos factores, entre ellos la luz y la disponibilidad de agua por parte del cultivo, pueden influir en la biosíntesis de lípidos en la aceituna. Estudios realizados por Ortega (1962) mostraron que el rendimiento en aceite del olivo está relacionado con la posición de los frutos en la cubierta del árbol, observándose una mayor acumulación de aceite en aquellas aceitunas situadas en las zonas superiores de la cubierta, que recibían una mayor irradiación. En relación con la disponibilidad de agua por parte del cultivo, cabe destacar que el carácter lineal del proceso de acumulación de aceite varía si los árboles se cultivan en condiciones limitantes y si se producen períodos de sequía durante el desarrollo del fruto, observándose un retraso en el proceso de acumulación de aceite (Lavee y Wodner 1991, Pastor et al. 1996).

Hoy en día, el color es la característica más ampliamente utilizada para determinar el momento de cosecha. Sin embargo, existe la incógnita si realmente están relacionados (Maestro-Durán 1990, Gracia et al. 1995, Rahmani et al. 1997). Mickelbart y James (2003) estudiaron que por ejemplo, para el cultivar Frantoio el color no es un buen indicador de madurez, hallando una fuerte relación entre el porcentaje de materia seca y el contenido de aceite. Romero et al. (2002) señalan que el proceso de maduración en Arbequina depende significativamente de la carga del árbol; árboles con alta producción presentan problemas de coloración de frutos llegando a cosechar muchos

amarillos. Para esta variedad consideran que no es posible aplicar índices de madurez clásicos para delimitar el período óptimo de cosecha.

2.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO

Después de los primeros doce años de plantación, se empiezan a observar diferentes capacidades de adaptación de los distintos cultivares. Arbequina y Picual, son dos variedades de almazara que confirman sus buenas características agronómicas: precoz entrada en producción, alta productividad y buena adaptación a distintas condiciones edafoclimáticas. En cuanto a la capacidad productiva (productividad y regularidad de producción) y al contenido en aceite referido a materia seca, Arbequina supera al cultivar andaluz. Sin embargo, Picual supera a Arbequina en un mayor vigor y en una mejor adaptación a la cosecha mecanizada con vibrador de troncos, al tener un porte más erecto y maduración más uniforme. El menor vigor de Arbequina es interesante para el manejo de los árboles en el diseño de plantaciones intensivas (Tous et al., 1998).

2.5.1. Arbequina

Se cree que su nombre proviene del pueblo leridano de Arbeka que fue donde se inició el cultivo, hacia el siglo XVI. Se conoce también con el nombre de *Arbequí* o *Arbequín y Blancal* (Tous et al., 1997). El cultivar Arbequina es el mayor cultivar de Cataluña, al NE de España (Shawn et al., 2008).

Es un árbol relativamente pequeño y adaptable a plantaciones en alta densidad, pero es difícil la cosecha mecanizada (se adapta mejor a la cosecha de "ordeño"). Presenta un hábito "llorón" (Tous et al., 1997). Según Shawn et al. (2008), la producción comienza temprano (al tercer año) y es elevada, con una tendencia a la vecería. Se adapta a terrenos pobres y es resistente al frío.

Es autofértil si bien la polinización cruzada estimula un mejor cuajado. Las inflorescencias son alargadas y compactas con 22-27 flores. Sus frutos tienen maduración escalonada, son de forma esférica y pequeños (1.5-1.8g) (Tous et al., 1997). La cavidad peciolar es profunda. El contenido graso es alto (20-22%) en condiciones de secado. El carozo es relativamente alargado (18-20% del tamaño final del fruto), de superficie rugosa. En la maduración el fruto es uniformemente negro oscuro aunque el cambio de color es gradual (Shawn et al., 2008). Tous y Romero (1991), Rallo (1995), han visto oscilaciones de la relación P/H de 3,3 (plena producción) a 5,5 (entrada en producción). La producción media anual es de aproximadamente 0,8 Kg de aceituna por m³ de copa por árbol (Tous et al., 1997).

El aceite de oliva virgen producido tiene características organolépticas muy peculiares. Es un aceite frutado, verde cuando proviene de una cosecha más temprana, denso, con aroma limpio de hoja y hierba y sabor almendrado, ligeramente amargo y picante al final. A medida que la oliva madura, el color del aceite pasa a ser más amarillento, con el sabor algo más suave y más dulce (Tovar de Dios, 2001). Sin embargo, no es muy estable para el almacenamiento (Guerrero, 2003).

2.5.2. Frantoio

Según Guerrero (2003) el cultivar Frantoio proviene de Toscana, Italia. En Argentina y Chile es plantado ampliamente. Se conoce además como *Frantoiano*, *Correggiolo*, *Razzo*, en Italia. El árbol presenta vigor medio, hábito erecto, ramas productivas relativamente largas, delgadas y flexibles. Se ve beneficiado con podas anuales por la leve tendencia a sombrear. Puede adaptarse a la cosecha mecánica y a distintos sistemas de conducción. Presenta una limitada resistencia a temperaturas muy bajas.

La variedad es auto-fértil pero puede verse beneficiada por polinización cruzada. Las inflorescencias son medianamente largas (4-5 cm) con 24-29 flores. La forma del carozo es similar a la del fruto con un tamaño mediano a largo (cerca del 20%) y presentando un pequeño mucrón (Shawn et al., 2008). Los frutos son pequeños a medios (2-2.5g), alcanzando un color negro uniforme en plena maduración. La misma es escalonada y se logran grandes rendimientos de aceite con frutos de contenido graso entre 21-24% en condiciones de secado. El aceite es considerado de buena calidad y representa el típico aceite italiano (Guerrero, 2003).

2.5.3. Picual

La variedad Picual se origina en España, siendo uno de los principales cultivares para aceite en ese país. Su denominación se debe a que el ápice del fruto termina en ligera forma de punta (Guerrero, 2003). Se puede encontrar también como Nevadillo Blanco, Nevadillo, Andaluza.

El árbol es algo vigoroso con tendencia a una canopia abierta. El crecimiento anual es medio. Crece bien en áreas montañosas y es capaz de soportar inviernos fríos. En general esta variedad se adapta a un amplio rango de suelos y condiciones climáticas. Es particularmente resistente a suelos fríos y húmedos, ligeramente tolerante a suelos limosos o con calcio y presenta relativa tolerancia a suelos salinos. En regiones frías la alternancia puede minimizarse con podas controladas para prevenir la sobreproducción.

La floración ocurre en una época intermedia en relación a otras variedades y el cultivar es generalmente auto-fértil. El carozo es mediano a chico (de 18-20% del fruto según Shawn et al., 2008), de superficie rugosa y forma elíptica. El fruto es elongado y al madurar presenta un color negro oscuro uniforme. El tamaño del fruto varía entre 3-5g llegando a producir frutos grandes (4-5 g) en los años de poca cosecha (Tous et al., 1998). El contenido graso es medio a alto (21-25% en base fresca). La maduración ocurre temprano y uniformemente, pero la fruta debe ser procesada sin demora (Tous et al. 1997, Tovar de Dios 2001).

Se adapta bien a la cosecha mecánica con vibrador de tronco y se puede obtener una producción media anual del entorno de 0,6 Kg de aceituna/m³ de copa por árbol (Tous et al., 1997).

La calidad del aceite es media pero es bien aceptado internacionalmente. Presenta un alto índice de estabilidad dado un elevado porcentaje de ácido oleico (Guerrero, 2003).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

El ensayo se sitúa en el campo de la Estación Experimental de INIA Las Brujas, Departamento de Canelones, Uruguay (34°44' latitud Sur 56°13' longitud oeste, altitud 32° m.s.n.m.).

En la región sur del Uruguay, el clima se caracteriza por ser isohigro, con precipitaciones anuales en el entorno a los 1200 mm. Las temperaturas medias estivales son de 23°C y las invernales de 11°C (Corsi, 1975), cumpliéndose 500 horas de frío promedio (Tálice, 1987).

El ensayo se ubica sobre una formación geológica conformada por una zona de transición entre Lodolitas de Libertad y Fray Bentos. El suelo es un Vertisol Eutrico a Subeutrico con alto contenido de arcilla expansiva, 6,5 de pH y 2,5 de M.O. a 0,45m.

Las plantas son importadas de España. Los árboles fueron plantados el 7 de diciembre de 2002, con el objetivo de observar el comportamiento de distintas variedades introducidas al país. La superficie del cuadro es de 0,26 há, con una densidad de plantación de 416 plantas/há en un marco de plantación de 6 x 4m. Los árboles fueron obtenidos por micropropagación. El sistema de conducción utilizado varía según el cultivar, siendo el más común el Vaso.

En la estación experimental las condiciones de manejo son comerciales. Respecto del manejo de suelos, se mantiene la entrefila cubierta con la siembra de *Dactylis glomerata* (gramínea perenne) la que se controla con cortes periódicos. La fertilización inicial al cultivo se realizó con abono de gallina a razón de 10Kg por planta en cobertura. Los agregados de nutrientes se realizan de acuerdo al estado nutricional observado en los análisis foliares y el nivel observado en el suelo. El monte está instalado con sistema de riego por goteo, 8 l/h por planta, el cual se utiliza durante todo el año si es necesario, relacionándose al déficit hídrico. En el año de estudio, se limitó el riego durante la última etapa de la maduración de las aceitunas, para favorecer el deshidratado de las mismas y facilitar la extracción del aceite.

3.2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

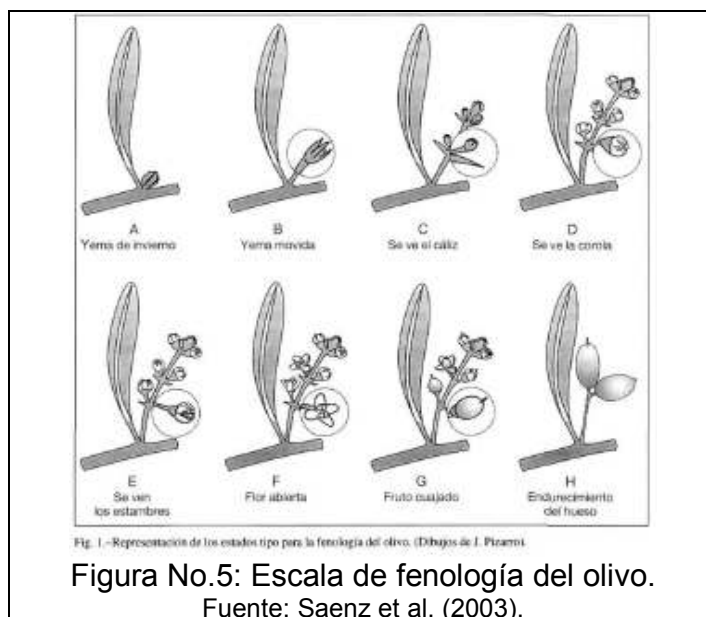
El diseño experimental es completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones cada uno, siendo la unidad experimental el árbol.

El trabajo de campo se realizó entre el 3 de noviembre y el 21 de mayo de 2008. Los tratamientos fueron tres variedades: Arbequina, Frantoio y Picual. Dentro de cada árbol se marcaron dos ramas (submuestras) en dirección este y oeste. La selección de las ramas se efectuó sin tomar en cuenta la vecería de las variedades, buscando la mayor cantidad de estructuras reproductivas a los efectos de poder visualizar mejor cada etapa. Luego, en el análisis estadístico se comprobó que la diferente orientación no fue una fuente de variación. Por lo tanto, cada submuestra pasó a ser considerada como una repetición más, finalizando cada tratamiento con seis repeticiones.

3.2.1. Mediciones

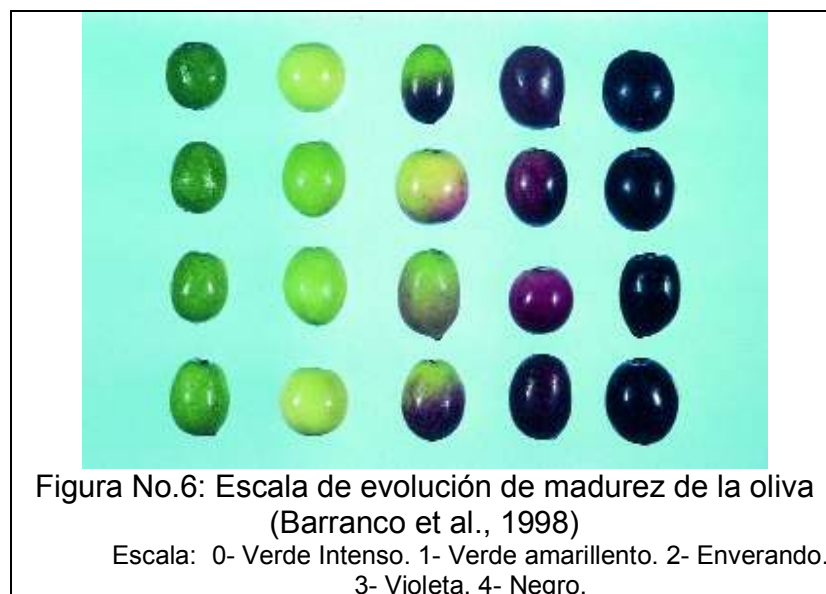
Las variables evaluadas en el período brotación-floración fueron las siguientes: nudos y panículas totales por rama, así como botones florales por panícula

Las mediciones de los estados fenológicos fueron semanales, siguiendo una escala modificada de Saenz et al. (2003). Se contabilizó botones florales (estados C+D+E), flor abierta (estado F) y frutito cuajado (estado G). Se realizó una medición para observar el estado H, de endurecimiento de carozo



Una vez finalizada la caída fisiológica, durante el crecimiento del fruto, se cuantificó el número de frutos por rama. Las mediciones se realizaron quincenalmente.

A partir de envero, semanalmente se cuantificó la evolución de la madurez a través del porcentaje de superficie coloreada, tomando la escala BBCH modificada, edición 2003. Por árbol se tomaron al azar 100 frutos, 50 con orientación este y 50 con orientación oeste, donde se midió cantidad de frutos verdes (escalas del 79 al 80), cantidad de frutos en envero (escalas del 81 al 87) y frutos negros (Escala del 89 al 92).



El momento de cosecha fue definido según el índice de madurez de las aceitunas y las condiciones ambientales. Al momento de la misma se recolectaron los frutos de las ramas estudiadas, se pesaron y contaron. Luego, se muestrearon 20 frutos por árbol, donde se les midió: largo y ancho (mm) de fruta y carozo; peso de fruta, carozo y pulpa y porcentaje de pulpa y carozo. Estos datos se utilizaron para hacer una caracterización varietal.

Cuadro No.2: Cronograma de actividades- síntesis.

Fecha	Actividad
Octubre 2007	Instalación del ensayo, elección de ramas, conteo de nudos, panículas y botones florales.
Noviembre – Marzo 2008	Medición del Cuajado
Marzo – Mayo 2008	Medición del Envero
Mayo 2008	Cosecha y muestreo de aceitunas

3.2.2. Análisis estadístico

A continuación se presentan los modelos estadísticos que interpretan cada variable medida en este ensayo. Se utilizó el programa de análisis estadístico SAS ® versión 9.1.3.

Las variables medidas fueron: número de nudos, número de panículas y número de frutos por rama así como número de frutos por panícula. Las variables se llevaron a una base de 100 nudos para hacerlas comparables entre tratamientos. Los modelos ajustados son no lineales del tipo

$$Y_i = I + B \cdot \text{Exp}(-k \times \text{dias}) + \epsilon_i$$

Donde

Y_i es la variable de respuesta

I es la asíntota o valor donde se estabiliza la función

B es el valor de pérdida desde comienzo (cuando días = 0) hasta que se estabiliza en la asíntota

k es la tasa (relativa a B , son velocidades relativas de caída)

ϵ_i es el error experimental

Para cada variable y para cada variedad se estimaron los parámetros del modelo. Posteriormente estos se compararon estadísticamente por medio de intervalos de confianza del 95%. Las curvas resultantes de cada variable y variedad se “compararon” por medio de contrastes. Se usó el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS versión 9.1.3.

Para la evaluación de envero, la variable estudiada es la coloración del fruto (verde, envero y negro) y el modelo es binomial de tipo

$$\text{LN} (p_i / (1-p_i)) = B_0 + V_i + B_1 \cdot \text{tiempo} + V_i \cdot B_1 \cdot \text{tiempo}$$

Donde

$\text{LN} (p/(1-p))$ es la función logit de p

V_i es el factor de clasificación variedad.

Para cada variable se realizó una curva con forma sigmoide, las cuales se compararon mediante contrastes. Para el estudio del muestreo de la cosecha, se realizó análisis de varianza con pruebas Tukey con un alfa de 10%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FLORACIÓN Y MEDICIÓN DEL CUAJADO

4.1.1. Floración

El conteo de las flores se llevó a cabo el 3 y 6 de noviembre de 2007. El período de floración fue desde el 3 de noviembre hasta el 12 de noviembre, siendo bastante tardío en relación a la temporada anterior (segunda quincena de octubre de 2006, datos INIA LB). Además, la floración fue concentrada ya que al comparar con otros ensayos, generalmente abarca dos semanas (Barranco, citado por Tous et al. 1998, Ortega et al. 2003, Fichet 2005).

Para el cálculo de horas de frío se contabilizó la cantidad de horas con temperaturas menores a 7.2°C, desde el 1 de junio hasta el 15 de agosto. También se cuantificaron los grados días con una temperatura base de 10°C en el período de dos meses antes de la floración. En el 2007 el invierno en base a dicho registro fue más frío por lo que pudo suceder un proceso de ecodormición que explicaría el retraso de la floración. Los requerimientos de horas de frío para levantar dormición en su concepto actual (Labuschagné et al., 2003) no están bien especificados en la especie y quizá éstos sean reducidos. De esta manera el momento de floración está determinado principalmente por dicho proceso de ecodormición. Si bien las condiciones del 2007 atrasaron la fecha de floración, la mayor acumulación de frío registrada pudo implicar una floración más homogénea.

Como citan Rallo y Cuevas (1998), la temperatura en los dos meses previos a la floración es determinante de la fecha de floración. Para el año 2007, en este periodo se acumularon 393 Grados Días, mientras que en la temporada 2006 196 GD iniciando la floración un mes antes para la variedad Arbequina.

Como se mencionó, la floración en el 2007 se acortó del período típico, lo cual se justificaría por temperaturas medias elevadas durante la misma. Otro factor que pudo afectar la duración del periodo fue la acumulación de frío.

Cuadro No.3: Datos de horas de frío y grados día, años 2006 y 2007.

	Horas de Frío	Grados Día
2006	288	196
2007	727	393

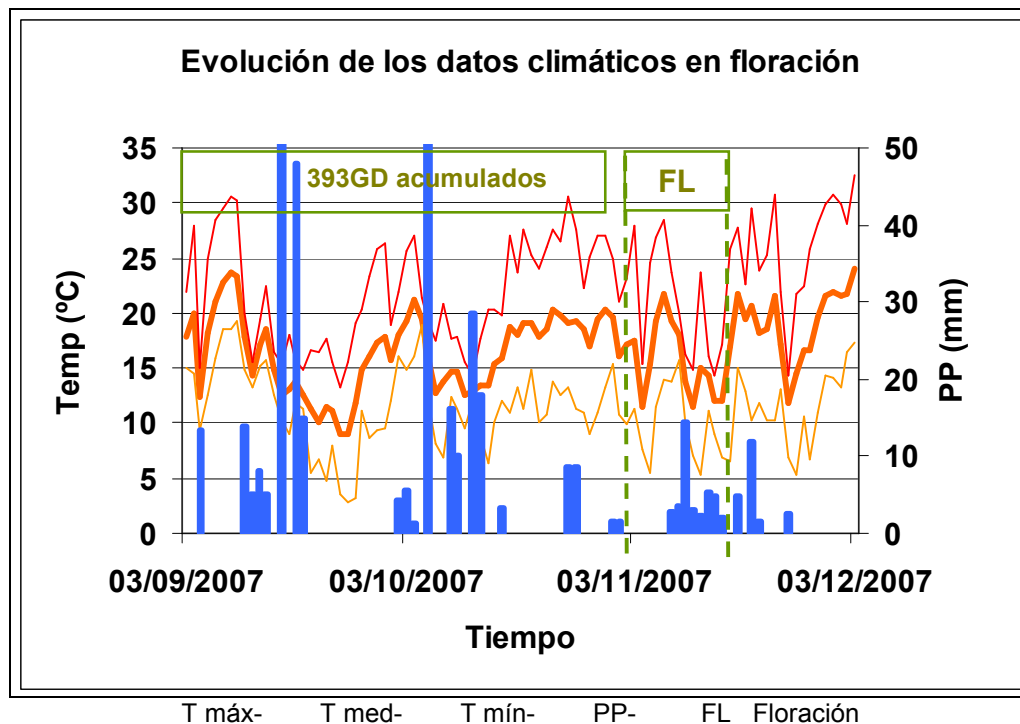


Figura No.7: Evolución de las precipitaciones y temperatura durante el período pre y post-floración, 2007.

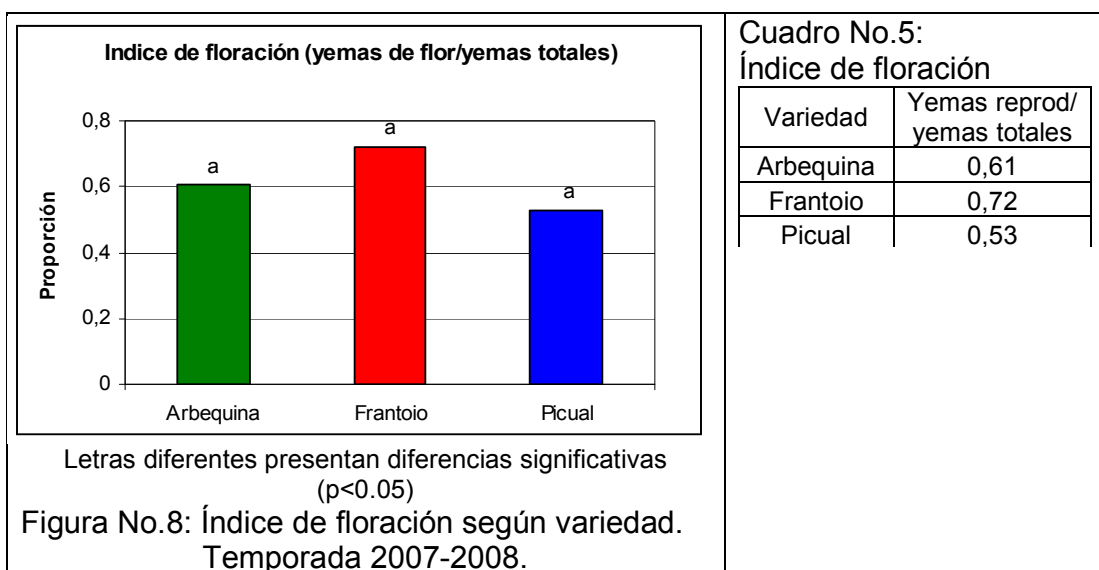
Durante la floración, Rallo y Cuevas (1998) citan que temperaturas menores a 15°C o mayores 30°C pueden estar afectando la fecundación y por lo tanto el cuajado. Como se observa en la figura, en ese periodo se registraron dos días con temperaturas medias menores a 15°C.

Como frutal alternante se puede observar en el cuadro siguiente dos niveles de floración en los datos registrados. Arbequina y Frantoio presentan altos niveles de floración asociado además a un año con alta oferta de frío invernal, pronosticando un año de alta producción para la siguiente cosecha. Por otro lado Picual presenta una floración con 60% menos de flores que las variedades anteriores estando la planta en un año "off". Sin embargo, cuando se observan los índices de floración entre las tres variedades, no difieren significativamente, mostrando al inicio del ciclo similar potencial reproductivo (Figura No. 8).

Cuadro No.4: Floración para las tres variedades

Variedad	Nºflores/100N
Arbequina	216.3 a
Frantoio	246.8 a
Picual	78* b

Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)
 Para Arbequina y Picual se tomó el dato de un árbol.
 Año de off de la planta



4.1.2. Medición de la caída de frutos

PANÍCULAS/100 NUDOS

Cuadro No.6: Estimación de los parámetros para la variable
panículas/100 nudos

	Picual	Arbequina	Frantoio
I	9,56 a	17,51 b	20,37 b
B	16,10 ns	6,50 ns	12,91 ns
K	0,05 ns	0,03 ns	0,04 ns

Los parámetros I y B se expresan en panículas/100 nudos.
 Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)
 ns_ sin diferencias significativas

Del cuadro se desprende que el único parámetro en el que se diferencian estadísticamente las tres variedades es I, es decir, el número final de panículas cada 100 nudos, siendo Picual la variedad que presenta el menor valor. Esto se puede visualizar en la Figura No.9.

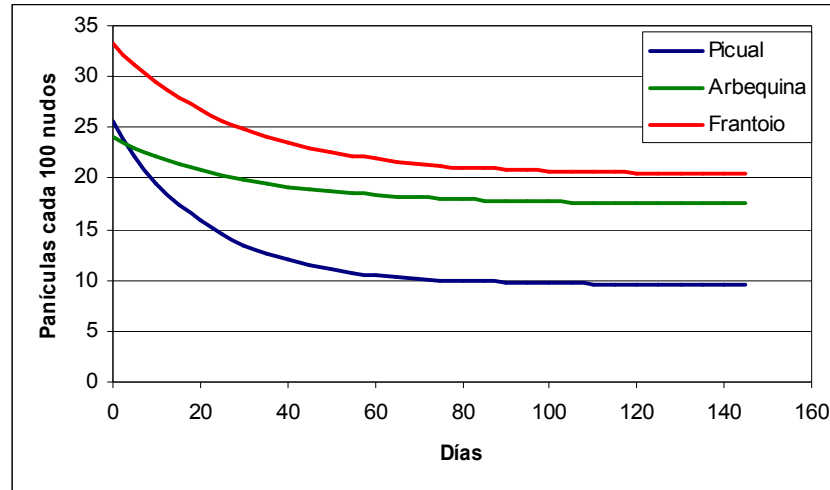


Figura No.9: Evolución de la caída de panículas/100 nudos según variedad

Cuadro No.7: Comparación de las curvas por contrastes para la variable panículas/100 nudos

	Fo	Pr > F
curva Picual- Arbeq	7.16	0.0002
curva Picual- Frant	9.10	<.0001
curva Arbeq-Frant	3.31	0.0230

Si bien al estimar los parámetros de las curvas se observó que el número final de panículas cada 100 nudos era el único con diferencias significativas, al realizar una comparación de las mismas por contrastes surge que todas las curvas son estadísticamente diferentes. Considerando los valores de $Pr > F$ entre las tres variedades, Picual tuvo el comportamiento más contrastante.

Picual parte de un valor de panículas cada 100 nudos igual a Arbequina. Sin embargo presenta una tasa de abscisión mayor y es la variedad que llega al menor valor de panículas en las ramas. Este comportamiento se asocia a los menores niveles de floración cuantificados, condicionando el potencial productivo.

Desde un punto de vista del potencial productivo de las variedades en función de los parámetros analizados, Frantoio tendría un alto potencial dado por el número inicial de yemas reproductivas mientras que Arbequina por el mayor potencial de cuajado, alcanzando ambas el mismo valor final de panículas cada 100 nudos.

Tomando en cuenta la estabilización de la caída de panículas, se observa que la duración del período de abscisión desde floración, oscila entre los 120 y 125 días para todas las variedades.

FRUTOS/100 NUDOS

Cuadro No.8: Estimación de los parámetros para la variable frutos/100 nudos

	Picual	Arbequina	Frantoio
I	10,38 a	33,47 b	23,12 ab
B	147,20 ab	111,80 a	197,30 b
K	0,10 sd	0,08 sd	0,07 sd

Los parámetros I y B se expresan en frutos/100 nudos.
Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)
sd_ sin diferencias significativas

Para la mejor interpretación de los parámetros expresados, se presenta la siguiente figura.

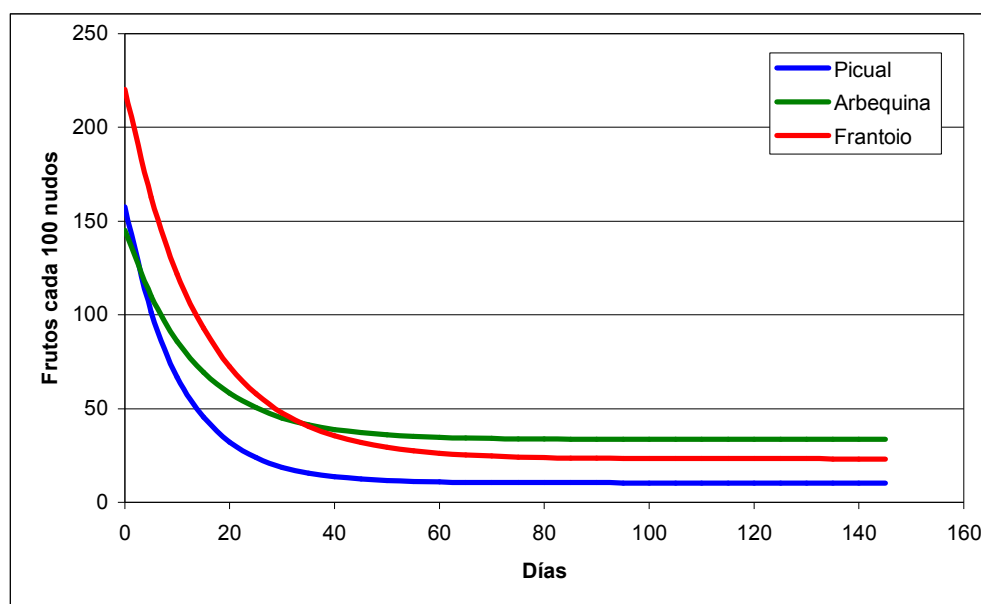


Figura No.10: Evolución de la caída de frutos/100 nudos según variedad

Del análisis estadístico se observa que al inicio, Frantoio presenta más cantidad de frutos que Arbequina. Sin embargo, la pérdida de frutos (expresados por medio del parámetro B) es menor en Arbequina, alcanzando al final ambas el mismo número de frutos cada 100 nudos. Respecto a Picual si bien su número final de frutos se diferencia solamente de Arbequina, presenta

el comportamiento de abscisión que más compromete el rendimiento, al igual que lo analizado para panículas cada 100 nudos.

Cuadro No.9: Comparación de curvas por contrastes para la variable frutos/100 nudos

	Fo	Pr > F
curva Picual-Arbeq	6.62	0.0004
curva Picual-Frant	10.08	<.0001
curva Arbeq-Frant	6.95	0.0003

Utilizando el modelo, se calcula con los parámetros los días desde inicio de caída hasta llegar al primer valor estable de frutos por panícula. Se determina un período de caída de frutos entre 90 y 115 días, para Picual y Frantoio respectivamente. Éste es menor al período de abscisión de panículas, corroborándose a campo al observarse panículas sin frutos (sólo el raquis).



Figura No.11: Panícula sin frutos

FRUTOS/PANÍCULAS

De las tres variedades, Arbequina se diferencia estadísticamente del resto con una menor pérdida total de frutos por panícula y mayor cantidad final de frutos. Una vez más, las tasas relativas no son estadísticamente diferentes. El mismo resultado se obtiene del análisis por contrastes por comparación de curvas, el cual se presenta en el Cuadro No.11.

Cuadro No.10: Estimación de los parámetros para la variable frutos/ panícula

	Picual	Arbequina	Frantoio
I	1,13 a	1,86 b	1,16 a
B	6,20 a	4,06 b	5,99 a
K	0,10 sd	0,08 sd	0,07 sd

Los parámetros I y B se expresan en frutos/Panícula.
Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)
sd_ sin diferencias significativas

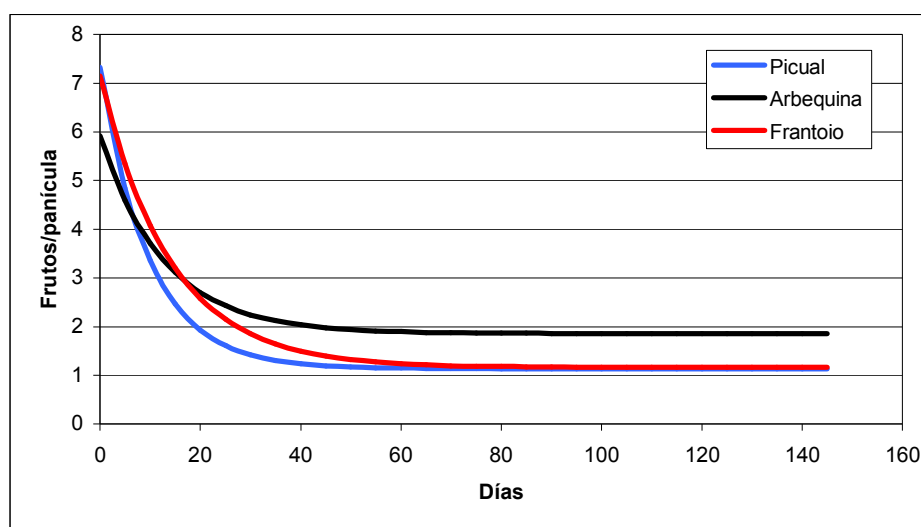


Figura No.12: Evolución de la caída de frutos/panícula según variedad.

Cuadro No.11: Comparación de curvas por contrastes para la variable frutos/panícula

	Fo	Pr > F
curva Picual- Arbeq	10.96	<.0001
curva Picual- Frant	2.25	0.0862
curva Arbeq- Frant	8.18	<.0001

El período de caída de frutos por panícula se estabiliza tras los 65 días post-floración en Picual, 75 días en Arbequina y 85 días en Frantoio, aproximándose con el período de abscisión de frutos cada 100 nudos. Esto no coincide con el período reportado por Rallo y Cuevas (1998) entre 42 y 56 días de caída post-floración.

Si se combinan las tres variables estudiadas, se observa que existe un periodo promedio de 70 días desde floración en el cual caen todas las estructuras reproductivas. Posteriormente quedan determinados los frutos por

panícula y la caída sucede a nivel de toda la panícula. La caída de las panículas sin frutos es la que más se extiende en el tiempo, hasta 123 días post-floración. Lo anterior se observa en la siguiente figura.

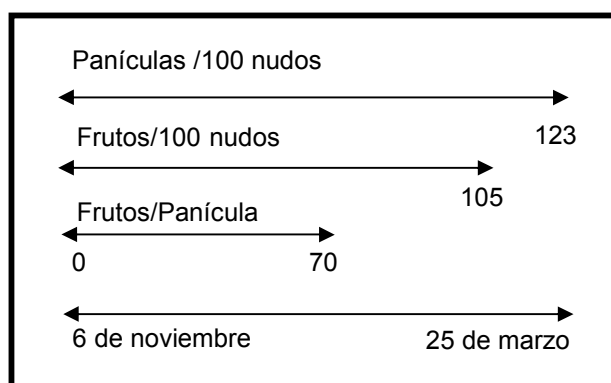


Figura No.13: Dinámica de abscisión de estructuras reproductivas

4.1.3. Cuajado y rendimiento

Las variedades con mayores niveles de floración obtuvieron un mayor número de frutos cada 100 nudos obteniéndose un cuajado superior al 10%, lo que concuerda con Guerrero (2003) quien cita rangos de cuajado entre 10 y 5% para las mismas variedades, ubicándose Picual sobre el valor inferior.

Cuadro No.12: Número de panículas, número de flores, número de frutos finales y porcentaje de cuajado según variedad

Variedad	Nºpanículas finales/100N	Nºflores/100N	Nºfrutos finales/100N	Cuajado (%)
Arbequina	17.55	216.3	24	11 a
Frantoio	20.44	246.8	26	10 a
Picual	9.58	78*	4	5 b

Para Arbequina y Picual, se obtuvo solamente el dato de un árbol.

Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)

*Año de off de la planta.

Puede inferirse de los resultados obtenidos que los niveles de cuajado se asocian a los niveles de floración más que a un proceso de competencia. De esta manera se obtiene el menor porcentaje de cuajado en la variedad que menos florece, determinando menores números de frutos en las ramas donde se midió floración (ver Anexo 7.2. Cuadro No.26: Número final de frutos por repetición según variedad).

Reale et al. (2006) sugirieron que el cuajado no está relacionado por el número de flores por inflorescencia, sino por el número de panículas, quien depende del potencial de fructificación del árbol. Si observamos el nivel final de panículas cada 100 nudos alcanzado por variedad, se puede pensar que un alto nivel de panículas se relaciona con un alto nivel de cuajado.

4.1.4. Resultados de peso de frutos

Cuadro No.13: Peso y número de frutos finales/100 nudos según variedad.

Variedad	Peso (gr)/100 nudos ($\alpha=0.1$)	Frutos/100N ($\alpha=0.05$)
Arbequina	60.90 ns	33.47 b
Picual	57.51 ns	10.38 a
Frantoio	43.31 ns	23.12 ab

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas
ns_ sin significancia.

Si se observan en conjunto todas las variables medidas en la variedad Picual, surge que presenta menor cantidad de panículas finales cada 100 nudos, menor cantidad de frutos finales cada 100 nudos y un menor número de frutos finales por panícula. Sin embargo, el rendimiento expresado en peso de fruto cada 100 nudos no es estadísticamente diferente entre las variedades. Esto se explica por el mayor tamaño del fruto, determinado por la carga del árbol.

Por otro lado, el tamaño del fruto también puede estar relacionado a la distribución de los frutos en el árbol, a nivel de panícula. Arbequina presenta frutos de pequeño tamaño debido a que cada panícula retiene mayor cantidad de aceitunas (comprobado estadísticamente en el cuadro No.9). Tous et al. (1997) citan frutos pequeños de 1.5-1.8g para esta variedad. Sin embargo el tamaño estándar del fruto de Picual es mayor, ya que la panícula mantiene menos frutos, lo que se visualiza en los resultados anteriores. Tous et al. (1998) mencionan que pueden variar entre 3-5g llegando a producir frutos grandes. Guerrero (2003) clasifica los frutos de Frantoio como pequeños a medios con 2-2.5g de peso.



Figuras No.14: Distribución de frutos por panícula.
a- Panícula de Arbequina. b-Panícula de Picual

4.2. EVOLUCIÓN DE LA MADUREZ

A continuación se muestran los datos obtenidos a partir de la medición del envero. Se plantea el análisis por evolución de cada color de fruto, separándolos en frutos verdes, en envero y negros.

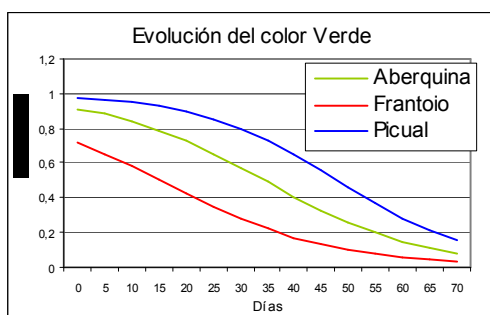


Figura No.15: Evolución del color verde según variedad (25 de marzo – 21 de mayo).

Cuadro No.14: Contrastes de las curvas de evolución del color verde para las tres variedades.

Contraste	F Value	Pr > F
Arbe-Fran	7,56	0,0011
Arbe-Picu	3,07	0,0527
Fran-Picu	16,06	<.0001

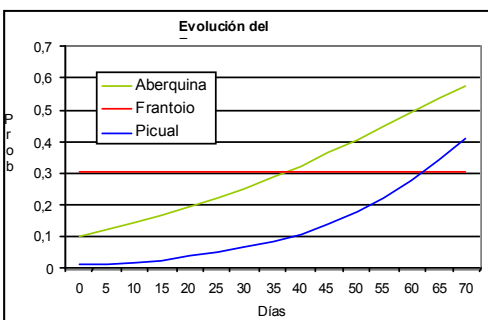


Figura No.16: Evolución del envero según variedad (25 de marzo – 21 de mayo).

Cuadro No.15: Contrastes de las curvas de evolución del envero para las tres variedades.

Contraste	F Value	Pr > F
Arbe-Fran	3,66	0,031
Arbe-Picu	6,91	0,0018
Fran-Picu	7,89	0,0008

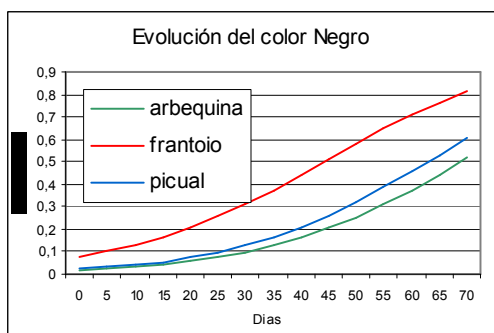


Figura No.17: Evolución del color negro según variedad (25 de marzo – 21 de mayo).

Cuadro No.16: Contrastes de las curvas de evolución del color negro para las tres variedades.

Contraste	F Value	Pr > F
Arbe-Fran	6,07	0,0037
Arbe-Picu	0,28	0,7538
Fran-Picu	4,06	0,0215

Analizando la evolución del color verde, se observa que la variedad Frantoio difiere significativamente de las otras variedades, presentando el menor porcentaje de frutos verdes durante el período de evaluación. En cambio Arbequina y Picual presentan una tendencia a diferenciarse entre si. Por otro lado, mientras que Frantoio presenta una disminución rápida de la coloración verde, Arbequina y Picual lo hacen de forma más gradual. Al momento de cosecha es Frantoio la variedad con menor número final de frutos verdes.

Simultáneamente a la disminución del color verde en frutos, comienza el envero avanzando desde la zona apical. En este caso, si bien todas las curvas resultan estadísticamente diferentes entre sí, la curva de la variedad Picual difiere muy significativamente de las otras variedades. El comportamiento de la variedad Frantoio muestra que el porcentaje de fruta en envero se mantiene constante en todo el período.

En cuanto a la evolución de la coloración negra del fruto, las variedades Arbequina y Frantoio presentaron una acentuada diferencia estadística. Frantoio muestra una evolución más acelerada mientras que Arbequina y Picual, sin diferencias significativas entre ellas, avanzan en forma más gradual.



Figura No.18: Avance de la coloración en frutos

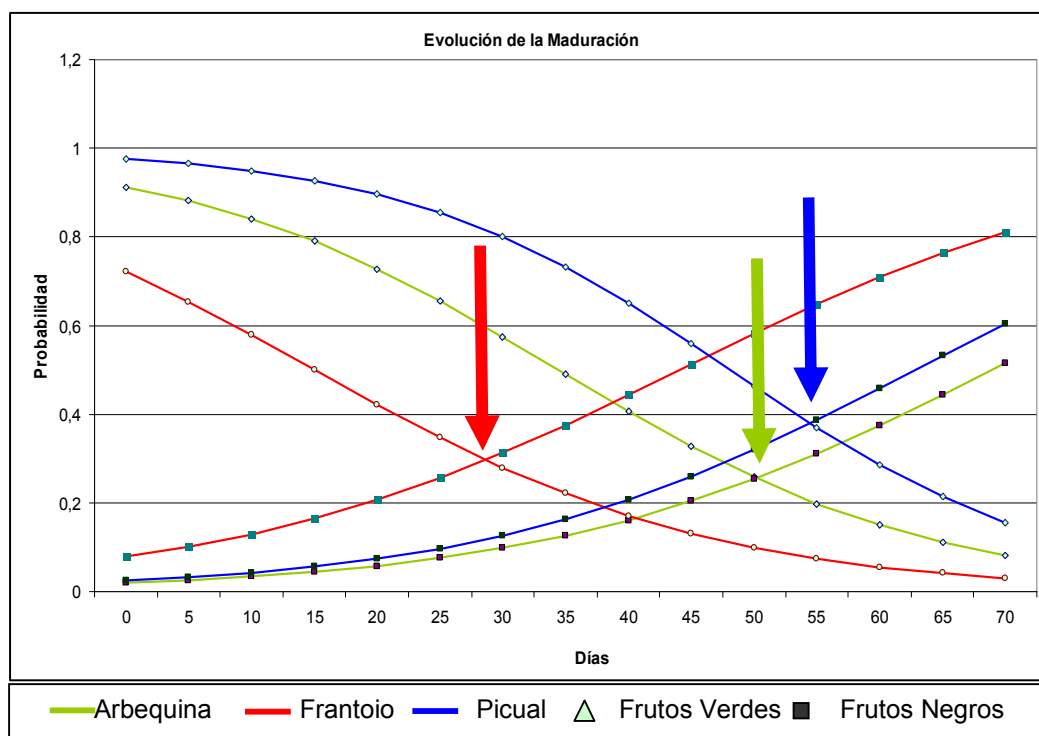


Figura No.19: Evolución de color verde y negro en frutos según variedad (25 de marzo – 21 de mayo).

En la figura se muestra el punto de intersección a partir del cual la proporción de frutos negros es mayor que los verdes. Se observa que en Frantoio este momento sucede antes que en el resto de las variedades, 30 días después del final de la fase III del crecimiento del fruto. En Arbequina y Picual, sucede a los 50 y 55 días respectivamente. Tomando en cuenta la evolución de color como momento de cosecha, se podría decir que Frantoio permite una cosecha más temprana. Sin embargo, Mikerbart y James (2003) citan que el color de fruto no es un indicador fidedigno para esta variedad, pudiéndose utilizar como índice de cosecha el porcentaje de materia seca (alta correlación entre peso seco y contenido de aceite). Romero et al. (2002) tampoco concuerdan con utilizar la coloración del fruto como índice de madurez en Arbequina, la cual para este año de alta carga mostró una evolución gradual que implicó coloraciones más amarillentas del fruto.

Barranco et al. (1998) citan para una amplia gama de variedades, que la duración del período de maduración oscila entre 53 y 69 días, lo que coincide con el período del ensayo. Para este año en particular, el mismo fue más extenso de lo habitual dado que en él no se registraron precipitaciones. Por lo tanto favoreció un atraso de la cosecha sin pérdidas (Figura No.20).

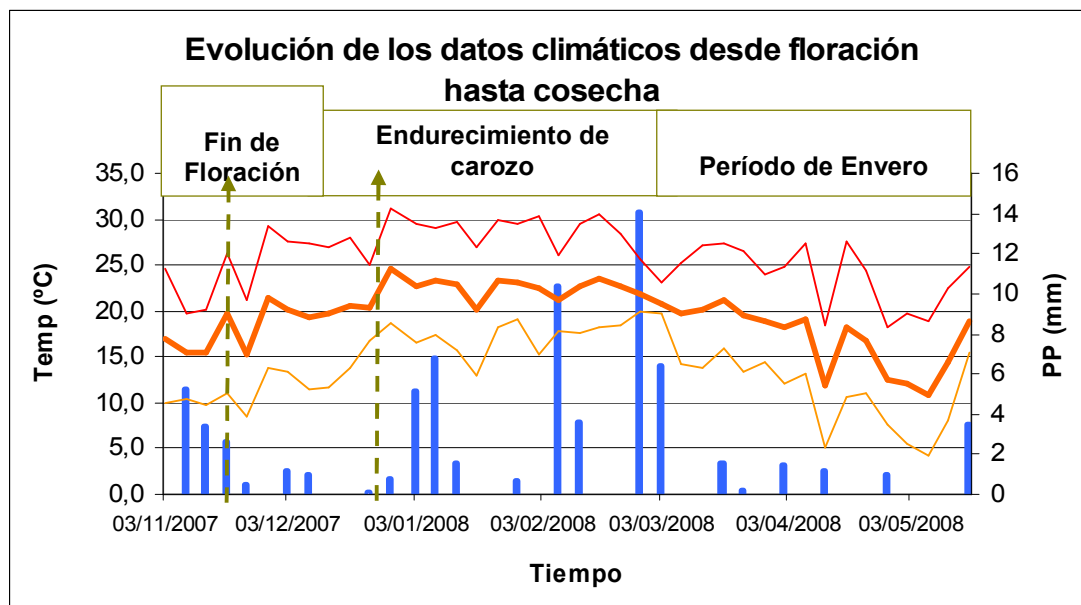


Figura No.20: Evolución de las condiciones meteorológicas desde floración hasta cosecha. Noviembre 2007- mayo 2008.

4.3. MEDICIÓN DE LA COSECHA

4.3.1. Evaluación del momento de cosecha

La cosecha de las ramas evaluadas se llevó a cabo en dos fechas, con pocos días de diferencia del manejo general del monte: 14 de mayo para la variedad Picual y 21 de mayo para Arbequina y Frantoio. La misma fue manual.

Como se observa en el siguiente cuadro, en las ramas evaluadas, Frantoio alcanzó el mayor número de frutos negros explicando el mayor índice de madurez logrado al momento de cosecha.

Cuadro No.17: Peso de frutos (g) según color al momento de cosecha de las ramas evaluadas por variedad.

	Verde	Envero	Negro	Total	Índice de madurez
Arbequina	256.44	597.28	323.72	1177.44	3.0
Frantoio	87.28	232.34	402.04	721.66	3.8
Picual	185.58	471.81	291.29	948.68	3.2

Hermoso, citado por Barranco y Rallo (1998) considera que se podría cosechar con un índice de madurez medio de 3.5, cuando todo el aceite del fruto está formado. Según lo anterior, solamente Frantoio alcanzó ese valor, lo que hace suponer que si para este año de buenas condiciones meteorológicas en el período de madurez no se llegó a tal índice, en un otoño típico resultaría aún más difícil alcanzarlo.

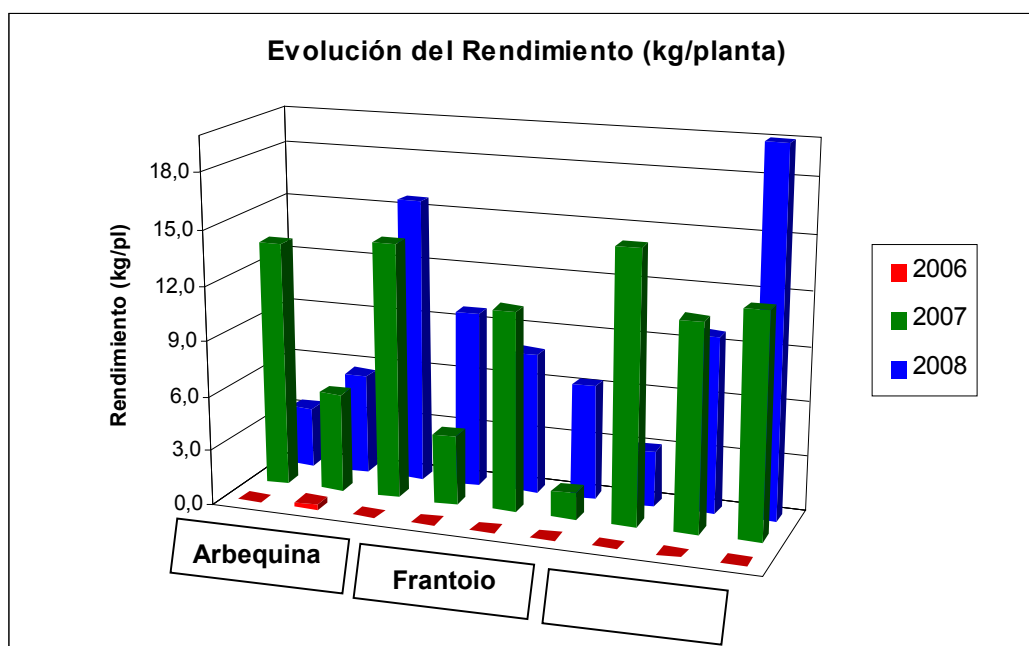


Figura No.21: Evolución del rendimiento por planta según variedad y año.

En la Figura No.21 se muestra la evolución de los rendimientos obtenidos de las plantas evaluadas pudiéndose observar distintos comportamientos. En general la tendencia es a aumentar el rendimiento ya que están entrando en producción (implantación en el año 2002). Sin embargo, algunas plantas de las variedades Arbequina y Picual, muestran alternancia en sus rendimientos. Frantoio presenta rendimientos crecientes y homogéneos, así como una evolución de madurez más avanzada que las otras variedades (índice de madurez).

4.3.2. Muestreo de frutos: caracterización varietal

A continuación se presentan los datos relevados en el muestreo de frutos realizados al momento de cosecha.

Cuadro No.18: Medias de las variables evaluadas en la cosecha

Variable \ Variedad	Picual	Frantoio	Arbequina	CV (%)
Peso de fruto (g)	4.30 a	1.80 b	1.94 b	30.32
Largo de fruto (mm)	23.52 a	21.98 a	20.63 a	6.46
Ancho de fruto (mm)	17.67 a	18.34 a	19.53 a	7.35
Peso de Carozo (g)	0.90 a	0.48 b	0.41 b	17.53
Largo de Carozo (mm)	16.06 ab	17.82 a	13.54 b	12.40
Ancho de Carozo (mm)	8.30 b	12.18 a	10.19 ab	16.78
Peso de Pulpa (g)	2.90 a	1.27 b	1.41 b	34.59
Porcentaje de Pulpa	66.82 a	69.66 a	72.98 a	8.80
Porcentaje de Carozo	21.33 a	26.52 a	21.21 a	11.98

Letras diferentes muestran diferencias significativas al 10%

En cuanto al peso de fruto se observa que la variedad Picual es significativamente mayor que las otras, lo que se corrobora tanto con el peso de la pulpa como con el del carozo. Sin embargo, cuando se analizan estadísticamente las dimensiones del fruto no se demuestran diferencias entre variedades. Esto último no coincidió con la observación visual donde claramente aparecían notorias variaciones de tamaño. Una explicación a esta dualidad puede ser el tamaño de la muestra entre otros factores que puedan sesgar el análisis estadístico.

Se puede decir que las pérdidas de agua al momento de separar la pulpa del carozo, llevan a que la suma de los porcentajes pulpa y hueso no complete el 100%.

De forma de caracterizar las variedades se calcularon determinadas relaciones, particularmente importantes para cultivares de aderezo.

Cuadro No.19: Relaciones de frutos según variedad.

Característica/ Variedad	Picual	Frantoio	Arbequina
L/A del fruto	1.33	1.19	1.06
Forma del fruto	Elíptico	Esférico	Esférico
P/H	3.13	2.63	3.44

Los valores obtenidos de largo/ancho para cada variedad coinciden con los reportados por Tous et al. (1998) pudiendo ser clasificados por su forma bajo esa denominación. En cuanto a la relación pulpa/hueso, el valor para Arbequina concuerda con el rango mencionado por Tous et al. (1998).

5. CONCLUSIONES

Del ensayo realizado desde octubre de 2007 a mayo de 2008 se puede concluir que:

- En floración se observaron dos comportamientos, Picual con baja floración y Arbequina y Frantoio con alta floración.
- El porcentaje de cuajado se relacionó positivamente con los niveles de floración más que a un factor de competencia: Este comportamiento evidencia la alternancia productiva de la especie.
- Debido a que los árboles se encuentran próximos a un jardín de introducción, se consideró que la polinización no constituyó un factor limitante del cuajado.
- Las tres variedades mostraron un largo período de abscisión de todas las estructuras reproductivas (frutos y panículas).
- Frantoio mostró precocidad en la evolución de la madurez en función del color, sugiriendo una cosecha más temprana. Sin embargo, para esta variedad, éste índice debe complementarse con otro indicador de cosecha (por ejemplo porcentaje de materia seca).
- Las reducidas lluvias durante el período de madurez del año en evaluación permitieron retrasar el inicio de la cosecha. De todas maneras Arbequina y Picual no alcanzaron el Índice de madurez por color de fruto de 3,5, registrado en la bibliografía extranjera para regiones mediterráneas al momento de cosecha, definido por condiciones climáticas. En años estándares la cosecha se anticipará en nuestras condiciones, por lo que el índice de cosecha por color deberá ajustarse.
- Si bien los rendimientos a nivel de ramas fueron iguales para las tres variedades, existieron diferencias varietales en cuanto a la composición de dicho rendimiento. Se evidenció una relación negativa entre número y tamaño de fruta dependiendo principalmente del número de frutos cuajados por panícula que es una característica varietal.
- Según las relaciones largo/ancho determinadas en los frutos, se los pueden clasificar de forma elíptica los de la variedad Picual mientras que los de las variedades Frantoio y Arbequina de forma esférica.

5.1. CONSIDERACIONES FINALES

- Dado que el ensayo se realizó en un sólo año, éste debe continuarse al menos en dos años más, de modo que los resultados obtenidos sean contundentes para la región.
- Debe ajustarse la metodología de medición de la intensidad de floración ya que la misma es concentrada en el tiempo.
- Dado que la bibliografía no cita con exactitud la necesidad de acumulación de frío en su concepto actual de requerimiento para levantar dormición, sería importante estudiar en profundidad dichos requerimientos térmicos (frío y calor) en nuestras condiciones.
- Otros estudios relevantes durante la floración son aquellos relacionados a la polinización en si misma:
 - Agentes polinizadores (es una especie anemófila y se observaron abejas).
 - Compatibilidad genética entre variedades: estudio de alogamia, autogamia, xenia, etc.
- Realizar el seguimiento de la evolución del tamaño del fruto para relacionarlo a la caída del mismo.
- Estudiar la influencia de la dinámica de abscisión de estructuras reproductivas con posibles manejos para retenerlas, mejorar el cuajado, el tamaño de frutos o la alternancia. Prácticas como por ejemplo momento del anillado, aplicación de hormonas, raleo de frutos, poda, riego.
- Se podría estudiar la influencia de los factores ambientales como radiación y estrés hídrico, en el período de envero- maduración.
- Estudiar la evolución del aceite del fruto durante el período de madurez.
- Como indicador de cosecha, sería necesario ajustar las proporciones de la coloración de frutos con su respectiva calidad de aceite, para que a nivel de campo se utilice como herramienta fácil de implementar, según el objetivo del productor.

6. RESUMEN

En los últimos años se redescubrió las propiedades nutricionales de la dieta mediterránea aumentando la demanda mundial de productos como el aceite de oliva. A nivel nacional, en la última década ha resurgido con fuerza el rubro a través de la implantación de nuevos montes, por lo tanto surge la necesidad de conocer el comportamiento del cultivo en nuestras condiciones. El objetivo general del ensayo fue caracterizar la fase fenológica reproductiva de tres variedades de olivo (*Olea europaea* L.) en la región Sur del Uruguay. Las variedades de estudio son Arbequina, Frantoio y Picual. El ensayo fue establecido en el campo de la Estación Experimental de INIA Las Brujas, 34°44' latitud Sur 56°13' longitud Oeste, altitud 32° m.s.n.m., Uruguay. El diseño experimental fue Completamente al azar, siendo cada tratamiento una variedad. Las variables evaluadas fueron: nudos y panículas totales por rama, botones florales por panícula, número de frutos por rama, porcentaje de frutos verdes, en envero y negros, rendimiento final de cada rama y mediciones de aceitunas para la caracterización varietal. En floración se observaron dos comportamientos, Picual con baja floración (78 flores/100nudos) y Arbequina y Frantoio con alta floración (216,3 y 246,8 flores/100nudos). El porcentaje de cuajado se relacionó a los niveles de floración más que a un factor de competencia: Picual 5%, Arbequina y Frantoio 11 y 10%, respectivamente. Las tres variedades mostraron un período de 70 días de abscisión de todas las estructuras reproductivas (frutos y panículas). Frantoio mostró precocidad en la evolución de la madurez sugiriendo una cosecha más temprana. Se evidenció una relación negativa entre número y tamaño de fruta. Según las relaciones largo/ancho de los frutos, se los pueden clasificar de forma elíptica los de la variedad Picual mientras que los de las variedades Frantoio y Arbequina de forma esférica.

Palabras clave: *Olea europaea* L.; Variedad; Cuajado; Envero.

7. SUMMARY

In the last years there was a rediscovering of the nutritional properties of the mediterranean diet, increasing the global demand of products like olive oil. In Uruguay in the last ten years new orchards were planted, so it becomes necessary to know how Olive (*Olea europaea* L.) develops in our conditions. The aim of this research was to characterise the phenological-reproductivity phase of three Olive varieties in the South of Uruguay. The three varieties were Arbequina, Frantoio and Picual. The experiment was established in the Experimental Station of INIA Las Brujas, 34°44' latitud Sur 56°13' longitud Oeste, altitud 32° m.s.n.m, Uruguay. The experimental design was completely random, being each treatment a variety. The studied variables were: nodes and panicles per branch, floral bottoms per panicles, fruit number per branch, green, starting to ripen and black fruits percentage, final yield and olives evaluation for varietal characterization. Two behaviours were observed: low flowering rates were found in Picual (78 flowers/100nodes) and high flowering rates in Arbequina and Frantoio (216,3 and 246,8 flowers/100nodes). High flowering rates were associated to high levels of fruit set, more than competition: Picual 5%, Arbequina y Frantoio 11 y 10%, respectively. The three varieties showed an abscission period of 70 days for all the reproductive structures (fruits and panicles). Frantoio was the earliest variety in finish the ripening period, suggesting an early harvest. In that harvest it was shown an evident negative relationship between number and fruit size. About the fruit relations of large/wide, they could be clasified in eliptical (Picual) and spherical fruits (Frantoio and Arbequina).

Key words: : *Olea europaea* L.; Variety; Fruit-set; Verasion.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILERA, M. P.; ORTEGA, D.; BELTRÁN, G.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDEZ, A.; UCEDA, M. s.f. Caracterización del aceite de oliva virgen de variedades italianas ('Frantoio' y 'Leccino') cultivadas en Andalucía. Estación de olivicultura y elaiotecnía CIFA 'Venta del Llano'. Mengíbar, Jaén, España. Junta de Andalucía. Dirección General de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. s.p.
2. AGUSTÍ, M. 2004. Fruticultura. Barcelona, Mundi-Prensa. 493 p.
3. ALCALÁ, A.R.; BARRANCO, D. 1992. Prediction of flowering time in olive for the Córdoba olive collection. HortScience. 27: 1205-1207.
4. ARRIAZA, M.; GÓMEZ-LIMÓN, J.A.; KALLAS, Z.; NEKHAY, O. s.f. Demanda social de la multifuncionalidad del olivar de montaña: una aplicación a través de los experimentos de elección. Córdoba, España, IFAPA.CIFA. "Alameda del Obispo". Área de economía y sociología agrarias. 25 p.
5. BARRANCO, D.; MILONA, G.; ARRIAZA, M. 1994. Épocas de floración de cultivares de olivo en Córdoba. Investigación Agrícola: Producción y Protección Vegetal. 9 (2): 214-220.
6. _____; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. 1996. El cultivo del olivo. Madrid, España, Mundi-Prensa. 605 p.
7. _____; DE TORO, C.; RALLO, L. 1998. Épocas de maduración de cultivares de olivo en Córdoba. Córdoba, Dpto. de Agronomía, Universidad de Córdoba. Investigación Agrícola: Producción y Protección Vegetal. 13 (3): s.p.
8. _____; DE TORO, C.; RAPOPORT, H.F. 2002. Monopotassium phosphate ($\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$) for olive fruit abscission. Acta Horticulturae. no. 586: 263-266.
9. BONGI, G.; PALLIOTTI, A. 1994. Olive. In: Schaffer, B.; Anderson, P.C. eds. Handbook of environmental physiology of fruit crops. s.n.t. pp. 165-187.
10. BRICCOLI, C.; FILIPPUCCHI, B.; MORANDO, D. 2002. Bioclimatology of olive: effects of climatic conditions on flower biology. Acta Horticulture. no. 586: 493-495.

11. CANU, A.; PELLIZZARO, G.; CESARACCIO, C.; SIRCA, C.; VARGIU, A. s.f. Flowering phenology of olive trees (*Olea europaea* L.) in north Sardinia (Italy) and its relationships with airborne pollen pattern. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 22 ago. 2007. Disponible en <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/110987.pdf>
12. CESARACCIO, C.; CANU, A.; PELLIZZARO, G.; SIRCA, C. s.f. A detailed description of flowering stages in olive tree relation to side tree crown exposure. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 22 ago. 2007. Disponible en <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/110988.pdf>
13. CONNOR, D.J.; FEDERES, E. s.f. The physiology of adaptation and yield expression in olive. (en línea). Córdoba, España, s.e. 69 p. Consultado 10 ago. 2007. Disponible en <http://www.irnase.csic.es/users/jefer/pdf/Connor%20review%20olivo.pdf>
14. CORDEIRO, A.; MARTINS, P. 2002. Épocas de floração de variedades de Oliveira na região de Elvas. Estação Nacional de Melhoramento de Plantas - Departamento de Olivicultura. Apartado de melhoramento. no. 38: 205-214.
15. CUEVAS, J.; RAPOPORT, H.F.; RALLO, L. 1995. Relationship among reproductive process and fruitlet abscisión in "Arbequina" olive. Advances in Horticultural Science. 9: 92-96.
16. _____; DIAZ HERMOSO, A.J.; GALIAN, D.; HUESO, J.; PINILLOS, V.; PRIETO, M.; SOLA, D.; POLITO, V. 2001. Response to cross pollination and choice of pollinisers for the olive cultivars (*Olea europaea* L.) 'Manzanilla de Sevilla', 'Hojiblanca' and 'Picual'. Olivae: Revista Oficial del Consejo Oleícola Internacional. 85: 26-32.
17. _____; POLITO, V. 2004. The role of staminate flowers in the breeding system of *Olea europea* (Oleaceae); an andromonoecious, wind-pollinated taxon. Annals of Botany. 93: 547-553.
18. CUNILL, M.; DURAN, S.; BORDAS, M. s.f. Selección de variedades mejoradas de olivo adaptadas a condiciones de producción superintensiva Agromillora Catalana. Barcelona, España, s.e. 2 p.
19. D'AYGALLIERS, P. 1900. L'olivier et l'huile d'olive. Paris, Francia, J.-B. Baillières. 361 p.

20. DE LA ROSA, R.; RALLO, L.; RAPOPORT, H. 2000. Olive floral bud growth and starch content during winter rest and spring budbreak. *Hort Science*. 35(7): 1223-1227.
21. DE MELO, J.P.; BARRANCO, D.; CORDEIRO, A.; TOUS, J.; ROGADO, B.; VILLALOBOS, F. 2004. Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. *Agricultural and Forest Meteorology*. 125: 117–127.
22. DEMIRAL, M. A. 2004. Comparative response of two olives (*Olea europaea* L.) cultivars of salinity. s.l., Adnan Menderes University. Faculty of Agriculture. Department of Soil Science. s.p.
23. DEMÜRAL, M. 2005. Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) Cultivars to salinity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 29: 267-274.
24. DENNEY, J.O.; MCEACHERN, G.R. 1983. An analysis of several climatic temperature variables dealing with olive reproduction. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 108: 578-581.
25. FABBRI, A.; BENELLI, C. 2000. Flower bud induction and differentiation in olive. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 75(2): 131-141.
26. FAUST, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees*. New York, Wiley. 338 p.
27. FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M.; NAVARRO, C.; MARTIN, G.C. 1992. The time of floral induction in the olive. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117(2): 304-307.
28. FREDDY MORA, F.; DE ARAÚJO, M.; DEITOS, A.; ASTORGA, M. 2007. Estratégias fundamentais para o desenvolvimento da cultura da Oliveira no Brasil. *Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas*. 1 (1): 66p.
29. GALÁN, C.; CARIÑANOS, P.; GARCÍA-MOZO, H.; ALCÁZAR, P.; DOMÍNGUEZ-VILCHES, E. 2001. Model for forecasting *Olea europaea* L. airborne pollen in South-West Andalusia, Spain. *International Journal of Biometeorology*. 45: 59–63.

30. _____ ; VÁZQUEZ, L.; GARCÍA-MOZO, H.; DOMÍNGUEZ-VILCHES, E. 2004. Forecasting olive (*Olea europaea* L.) crop yield based on pollen emission. *Field Crops Research*. 86: 43–51.
31. _____ ; GARCÍA-MOZO, H.; VÁZQUEZ, L.; RUIZ, L.; DÍAZ DE LA GUARDIA, C.; TRIGO, M.M. 2005. Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalucía and the effect of the expected future climate change. *International Journal of Biometeorology*. 49: 184–188.
32. GARCÍA-MOZO, H.; GALAN, C.; VÁZQUEZ, L. 2006. The reliability of geostatistic interpolation in olive field floral phenology. *Aerobiología*. 22: 79-108.
33. GÓMEZ DE FUENCARRAL, J. 1883. Cultivo del olivo. Madrid, España, Librería de V. Suárez. 135 p.
34. GOMIS, J. 1996. Requerimientos hídricos del Olivo; estrategias de aplicación de cantidades limitadas de agua de riego en Arbequina. IRTA Lleida, España. *Fruticultura Profesional*. no. 81: 32-38.
35. GUCCI, R.; CANTINI, C. 2000. Pruning and training systems for modern olive growing. Collingwood, Victoria, Australia, CSIRO. s.p.
36. HARTMANN, H.T.; PORLINGIS, I. 1957. Effect of different amounts of winter-chilling in fruitfulness of several olive varieties. *Botany Gazette*. 119: 102-104.
37. _____ ; OPITZ, K.W. 1977. Olive production in California. USDA. Agricultural Experiment Station. Extension Service Circular 540. p. 63.
38. HUMANES, J. 1994. Poda y recolección en olivar. *Fruticultura Profesional*. no. 62: 77-82.
39. IOOC. Catálogo de variedades de olivo. (en línea). s.n.t. Consultado 10 ago. 2007. Disponible en <http://www.oliveoilsource.com/varietalsfreame.htm>
40. LABUSCHAGNÉ, I.F.; LOUW, J.H.; SCHMIDT, K.; SADIE, A. 2003. Budbreak number in apple seedlings as selection criterion for improved adaptability to mild winter climates. *Hortscience*. 38(6):1186-1190.

41. LAVEE, S.; RALLO, L.; RAPOPORT, H.F.; TRONCOSO, A. 1999. The floral biology of the olive. II. The effect of inflorescence load and distribution per shoot on fruit set and load. *Scientia Horticulturae*. 82: 181-192.
42. _____; WODNER, M. 2004. The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. Bet-Dagan, Israel. *Scientia Horticulturae*. 99: 267-277.
43. LOPEZ, I.; SALAZAR, D.M.; RECIO, D. 2004. Fenología del olivo. Comparación de distintas notaciones fenológicas. *Fruticultura Profesional*. no. 145: 35-49.
44. MANCUSO, S.; PASQUALI, G.; FIORINO, P. 2002. Phenology modelling and forecasting in olive (*Olea europaea* L.) using artificial neural networks. *Advances in Horticultural Science*. 3-4: 155-164.
45. MÁRSICO, D.F. 1955. *Olivicultura y Elayotecnia*. Madrid, España, Salvat. 584 p.
46. MARTIN, G. S.f. *Olea europaea* L. California, Estados Unidos. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 10 ago. 2007. Disponible en <http://www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Olea.pdf>
47. MEIER, U. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. BBCH monografía. 149 p.
48. MICKELBART, M.; JAMES, D. 2003. Development of a dry matter maturity index for olive (*Olea europea*). *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science*. 31: 269-276.
49. MUÑOZ-DIEZ, C.; BELAJ, A.; BARRANCO, D.; RALLO, L. s.f. Prospección y caracterización de los olivos singulares de Andalucía. Córdoba, España, Universidad de Córdoba. Departamento de Agronomía. 3 p.
50. NIEDDU, G.; SIRCA, C.; CHESSA, I. 2002. Evaluation of the phenological behaviour of two olive tree varieties. Sassari, Italy. *Advances in Horticultural Science*. 16 (3-4): 138-143.
51. O'SULLIVAN, G.; FLETCHER, R. 2002. Preliminary olive variety assessment at a subtropical summer rainfall location in south-east

Queensland. Australia. *Advances in Horticultural Science*. 16 (3-4): 188-191.

52. ORLANDI, F.; FORNACIARI, M.; ROMANO, B. 2001. The use of phenological data to calculate chilling units in *Olea europaea* L. in relation to the onset of reproduction. Perugia, Italy. University of Perugia. Department of Plant Biology and Agroenvironmental Biotechnology. 7 p.
53. _____; VAZQUEZ, L.M.; RUGA, L.; BONOFILIO, T.; FORNACIARI, M.; GARCÍA-MOZO, H.; DOMINGUÉZ, E.; ROMANO, B.; GALAN, C. 2005a. Bioclimatic requirements for olive flowering in two mediterranean regions located at the same latitude (Andalucía y Sicily, España-Italia). *AAEM*. 12: 47-52.
54. _____; RUGA, L.; ROMANO, B.; FORNACIARI, M. 2005b. An integrated use of aerobiological and phenological data to analyse flowering in olive groves. *Grana* 44: 51-56.
55. ORTEGA, D.; AGUILERA, M.P.; FERNANDEZ, A.; BELTRAN, G.; UCEDA, M. 2003. Época de floración de variedades de olivo en Mengibar-Jaen. In: Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas (10º, 2003, Pontevedra, España). Trabajos presentados. *Actas de Horticultura*. 39: 322-323.
56. OSBOURNE, C.; CHUINE, L.; VINER, D.; WOODWARD, F. 2000. An olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean. *Plant, Cell and Environment*. 23: 701-710.
57. PINHEIRO, M.J.; RODRÍGUEZ-GARCIA, M.I.; OLMEDILLA, A. 2002. Caracterización histoquímica de la etapa temprana del desarrollo del fruto del olivo (*Olea europea* L.). Sao Paulo, Brasil. *Acta Botánica Brasílica*. 16 (1): s.p.
58. PRIEGO, J.M. 1932. *Olivicultura*. Barcelona, España, Salvat. 210 p.
59. PROIETTI, P.; ANTOGNOZZI, E. 1996. Effect of irrigation on fruit quality of table olives (*Olea europaea* L.), cultivar 'Ascolana tenera'. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 24: 175-181.
60. RALLO, L.; MARTIN, G.C.; LAVÉE, S. 1981. Relationship between abnormal embryo sac development and fruitfulness in olive. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 106: 813-817.

61. _____; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. 1985. Influence of cultivar and flower thinning within the inflorescence on competition among olive fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 110: 303-308.
62. _____; SUAREZ, M.P. 1989. Seasonal distribution of dry matter within the olive fruit-bearing limb. *Advances in Horticultural Science*. 3: 55-59.
63. _____; MARTIN, G.C. 1991. The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 116: 1058-1062.
64. _____. 1994. Evaluación agronómica y obtención de nuevas variedades de olivo. *Fruticultura Profesional*. no. 62: 17-27.
65. _____; CUEVAS, J. 1998. El cultivo del olivo. 5ª. ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. cap. 5, pp. 127-157.
66. RAMÍREZ-SANTA PAU, M.; NAVARRO, C.; RALLO, L. 2002. Relationship among flowering, fruitfulness and crop in "Manzanilla de Sevilla" olives. *Acta Horticulturae*. no. 586: 317-320.
67. RAPOPORT, H.F.; RALLO, L. 1991. Postanthesis flower and fruit abscission in 'Manzanillo' olive. *HortScience*. 116: 720-723.
68. _____; 1998. Botánica y morfología. In: Barranco, D.; Fernández Escobar, R.; Rallo, L. eds. *El cultivo del olivo*. Madrid, Junta de Andalucía/Mundi-Prensa. p. 34-60.
69. RAVETTI, L.M.; MATÍAS A.C.; BATUMI, M.; ROCCHI, P.; FONTANAZZA, G. 2002. First observations regarding oil accumulation and other phenological aspects within the new olive production zone of Catamarca, Argentina. *Acta Horticulturae*. no. 586: 353-357.
70. REALE, L.; SGROMO, C.; BONOFILIO, T.; ORLANDI, F.; FORNACIARI, M.; FERRANTI, F.; ROMANO, B. 2006. Reproductive biology of Olive (*Olea europaea* L.) DOP Umbria cultivars. *Sex Plant Reproduction*. 19: 151-161.
71. ROMERO, A.; DÍAZ, I. 2002. Optimal harvesting period for "Arbequina" olive cultivar in Catalonia (Spain). *Acta Horticulturae*. no. 586: 393-393.
72. SÁENZ, C.; GUITIERREZ, M.; ALCOLADO, V. 2003. Fenología, aerobiología y producción del olivar en Almodóvar del campo (Castilla - La Mancha).

Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Anales Jardín Botánico de Madrid. 60 (1): 73-81.

73. SALVADOR, M.D.; ARANDA, F.; FREGAPANE, G. 2001. Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality. A study of four successive crop seasons. Food Chemistry. 73: 45-53.
74. SANZ-CORTÉS, F.; MARTÍNEZ-CALVO, J.; BADENES, M.; BLEIHOLDER, H.; HACK, H.; LLÁCER, G.; MEIER, U. 2005. Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea* L.). Annals of Applied Biology. 140 (2): 151–157.
75. TÁLICE, R.; CONTARIN, S.; CURBELO, L. 1987. Evaluación de dos métodos de medida de frío invernal para las condiciones del Uruguay. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura (9º., 1987, Campinas, Brasil). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
76. TOMBESI, A.; CAPOCCIA, L.; BOCO, M.; FARINELLI, D. 2006. Studio dell'evoluzione degli indici di maturazione per ottimizzare l'epoca di raccolta delle olive. Frutticoltura. 3: 12-19.
77. TOVAR DE DIOS, M. J. 2001. Estudio del efecto de la aplicación de diferentes estrategias de riego al olivo (*Olea europaea* L.) de la variedad Arbequina sobre la composición del aceite. Tesis doctoral. Lleida, España. Universidad de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. 177 p.
78. TOUS, J.; ROMERO, A.; PLANA, J. 1998. Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona. Reus, Tarragona. Dpto. de Arboricultura Mediterránea Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Investigación Agrícola: Producción y Protección Vegetal. 13 (1-2): s.p.
79. _____ ; _____ ; _____. 1999. "IRTA-i.18" Clon de la variedad de olivo Arbequina. Olivae: Revista Oficial del Consejo Oleícola Internacional. 77: 50-52.
80. _____ ; _____ ; _____.; HERMOSO, J.F. 2002. Behaviour of ten Mediterranean olive cultivars in the Northeast of Spain. Acta Horticulturae. no. 586: 113-115.

81. _____ ; VILLAMIL, J.; HERMOSO, J.F.; ALBIN, A. 2005. El olivo en Uruguay. *Olivae: Revista Oficial del Consejo Oleícola Internacional*. 103: 56-61.
82. VAZQUEZ, L.; GALÁN, C.; DOMINGUEZ-VILCHES, E. 2003. Influence of meteorological parameters on olea pollen concentrations in Cordoba (South-western Spain). *International Journal of Biometeorology*. 48:83–90.
83. VILLAMIL, J.; ALBIN, A. 2006. Rubros alternativos de producción; olivos y aceite de oliva. Uruguay. *Revista INIA*. 7: 31-34.

9. ANEXOS

9.1. Medición de la Caída de Frutos

PANICULAS/100 NUDOS

Cuadro No.20: Parámetros estimados para la variable Panículas/100 nudos para las tres variedades.

Media general	18,71
CM residual	39,18
CV	33,5%
R cuadrado	46,83%

Cuadro No.21: Estimación de los parámetros del modelo y los intervalos de confianza para la variable Panículas/100 nudos según variedad.

Parámetro	Estimación	Error Est.	LI 95%	LS 95%	
i_Pi	9,56	1,74	6,11	13,01	a
i_ar	17,51	2,13	13,29	21,72	b
i_fr	20,37	2,09	16,22	24,51	b
b_Pi	16,10	4,29	7,60	24,60	sd
b_ar	6,50	3,42	-0,29	13,28	sd
b_fr	12,91	3,52	5,92	19,89	sd
k_Pi	0,05	0,03	0,00	0,10	sd
k_ar	0,03	0,04	-0,05	0,12	sd
k_fr	0,04	0,02	-0,01	0,08	sd

Los parámetros I y B se expresan en Panícula/100 nudos.
 Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)
 sd_ sin diferencias significativas

FRUTOS/100 NUDOS

Cuadro No.22: Parámetros estimados para la variable Frutos/100 nudos para las tres variedades.

Media general	43,838
CM residual	521,3
CV	52,1%
R cuadrado	78,01%

Cuadro No.23: Estimación de los parámetros del modelo y los intervalos de confianza para la variable Frutos/100 nudos según variedad

Parámetro	Estimación	Error Est.	LI 95%	LS 95%	
I_Pi	10,38	4,7926	0,88	19,88	a
I_ar	33,47	5,0531	23,45	43,49	b
I_fr	23,12	5,2212	12,77	33,47	ab

B_Pi	147,20	23,0422	101,50	192,80	ab
B_ar	111,80	13,4237	85,15	138,40	a
B_fr	197,30	14,3918	168,80	225,80	b
K_Pi	0,09	0,0259	0,04	0,15	Sd
K_ar	0,08	0,0194	0,04	0,11	Sd
K_fr	0,07	0,0103	0,05	0,09	Sd

Los parámetros I y B se expresan en Panícula/100 nudos.
 Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)
 sd_ sin diferencias significativas

FRUTOS/PANICULA

Cuadro No.24: Parámetros estimados para la variable Frutos/Panícula para las tres variedades.

Media general	2,11
CM residual	0,33
CV	27,2%
R cuadrado	86,05%

Cuadro No.25: Estimación de los parámetros del modelo y los intervalos de confianza para la variable Frutos/Panícula según variedad.

Parámetro	Estimación	Error Est.	LI 95%	LS 95%	
i_Pi	1,13	0,12	0,90	1,37	A
i_ar	1,86	0,13	1,61	2,11	B
i_fr	1,16	0,13	0,90	1,42	A
b_Pi	6,20	0,61	4,99	7,40	A
b_ar	4,06	0,34	3,39	4,73	B
b_fr	5,99	0,36	5,27	6,71	A
k_Pi	0,10	0,02	0,07	0,14	sd
k_ar	0,08	0,01	0,05	0,11	sd
k_fr	0,07	0,01	0,05	0,09	sd

Los parámetros I y B se expresan en Frutos/Panícula.
 Letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)
 sd_ sin diferencias significativas

9.2. Cuajado

Cuadro No.26: Número final de frutos por repetición según variedad

Variedad\ Árbol	1	2	3
Arbequina	177	249	229
Frantoio	158	129	93
Picual	144	73	48