

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**  
***ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS***  
***AGRÓNOMOS Y DE MONTES***  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA RURAL**

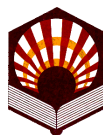


***TESIS DOCTORAL***

***ANÁLISIS DEL TIEMPO DE VIBRADO EN EL***  
***DERRIBO DE ACEITUNA MEDIANTE VIBRADORES***  
***DE TRONCOS***

***KARIM KOURABA***

***CÓRDOBA, MARZO DE 2005***



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**  
***ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS***  
***AGRÓNOMOS Y DE MONTES***  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA RURAL**

***TESIS DOCTORAL***

***ANÁLISIS DEL TIEMPO DE VIBRADO EN EL***  
***DERRIBO DE ACEITUNA MEDIANTE VIBRADORES***  
***DE TRONCOS***

**Tesis Doctoral presentada por Karim KOURABA, en satisfacción de los requisitos necesarios para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo. Dirigida por los Doctores Jesús Gil Ribes y Gregorio Lorenzo Blanco Roldan, de la Universidad de Córdoba.**

**DOCTORANDO:**

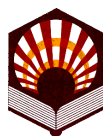
**Karim KOURABA**

**DIRECTORES:**

**Dr. Ing. Agr. D. Jesús GIL RIBES**

**Dr. Ing. Agr. D. Gregorio Lorenzo  
BLANCO ROLDÁN**

***CÓRDOBA, MARZO DE 2005***



Jesús Gil Ribes y Gregorio Lorenzo Blanco Roldán, Profesores del Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Córdoba,

INFORMAN:

Que el Ingeniero Agrónomo **D. Karim KOURABA** ha realizado bajo nuestra dirección el trabajo de investigación con el título “*ANÁLISIS DEL TIEMPO DE VIBRADO EN EL DERRIBO DE ACEITUNA MEDIANTE VIBRADORES DE TRONCOS*”, que presenta en este ejemplar y que constituye su tesis para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo, habiéndolo desarrollado satisfactoriamente y logrando los objetivos propuestos.

Y para que conste a los efectos oportunos, en cumplimiento de la legislación vigente, damos conformidad para la presentación de la referida Tesis en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba, firmando el presente informe, en Córdoba a 7 de Febrero de 2005.

Fdo. **D. Jesús GIL RIBES**

Fdo. **D. Gregorio Lorenzo BLANCO  
ROLDÁN**

*A mis padres, mi esposa Fariza, mi niña  
Lidia y mi familia*

## *Agradecimientos*

En primer lugar, quiero expresar mis agradecimientos a los directores de la Tesis, D. Jesús Gil Ribes y D. Gregorio Lorenzo Blanco Roldán, que me han orientado en la investigación y apoyado durante estos años con su experiencia, consejos y amistad.

A la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía por la financiación de este trabajo a través del Proyecto CAO 01-023 “Optimización de la recolección mecanizada de la aceituna desde el punto de vista de la calidad de aceite y del daño a los olivos”.

A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) por concederme la beca de estudios de tercer ciclo en España.

Al *Ministère de l’Agriculture* de Argelia y a la *Direction des Services Agricoles* en la Provincia de Tizi-Ouzou, por brindarme la posibilidad de llevar a cabo esta Tesis.

A la empresa Oficampo y Agroservicios S.L., y en especial a D. Fernando Fernández, por ofrecerme las fincas de ensayos y su ayuda.

Al Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Córdoba, por haberme ofrecido todo el material necesario en mi trabajo. Así como a los profesores, D. Juan Barasona, D. Jesús López, D. Juan Fuentes, D. Juan Agüera y D. Juan Vicario, por su consejo y asistencia, y a D. Francisco León y D. Andrés Conde.

Al profesor D. Diego Barranco, del Departamento de Agronomía, por su apoyo y consejos.

A mi esposa Fariza, por su paciencia, consejos e inestimable ayuda para lograr mis objetivos.

A mi familia, mis padres, hermanas y hermanos por sus consejos y apoyo durante estos años.

A mis compañeros D. Francisco Agrela, D. Sergio Castro, D. Manuel Pérez, D. Juan Manuel Leal, D. Rafael Muñoz, D<sup>a</sup> María Luisa Barasona, D<sup>a</sup> Nuria Marcos, D. José Ángel González y D. Antonio Luque, por su colaboración y amistad.

A mis amigos, Slimane, Khaled, Mustafa, Mohamed, Houcine, Brahim, Salim, Yahia, y los demás.

fruits et sur le temps nécessaire pour faire chuter un pourcentage déterminé de fruits, et les relations existantes entre les caractéristiques variétales, géométriques et de vibration.

Parmi les conclusions de ce travail, ressort que: le temps optimum pour la chute de 90 % des fruits susceptible d'être chuter, diminue tout au long de la période de récolte et l'Efficacité de Chute augmente; existe des différences marquées entre les dates initiales de la campagne de récolte et les intermédiaires-finales, obtenant, dans ces dernières, des valeurs moyennes de l'Efficacité de Chute et du temps de vibration similaires; l'Efficacité de Chute obtenue avec deux vibrations de 10 secondes est plus élevée que celle obtenue avec une vibration continue de 20 secondes; la caractéristique variétale Force de Rétention du Fruit présente des valeurs plus élevées en les fruits que restent après la vibration (ou les vibrations), contrairement au Poids et à l'Indice de Maturité; les caractéristiques géométriques Diamètre du tronc et Hauteur du tronc d'arbre sont corrélacionnels avec l'Efficacité de Chute des fruits et le temps de vibration.

**Mots clés:** olivier, récolte, chute de fruits, vibration, temps, instruments, essai.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA	XIV
1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	1
2. OBJETIVOS	7
3. ANTECEDENTES	8
3.1. ESTUDIO DE LOS PARAMETROS QUE INFLUYEN EN LA RECOLECCIÓN DE ACEITUNA	8
3.1.1. Proceso de maduración y época de recolección	8
3.1.2. Resistencia al desprendimiento de los frutos	14
3.1.3. Peso de los frutos	17
3.2. METODOS Y AVANCES EN LA RECOLECCIÓN DE ACEITUNA POR VIBRACIÓN	18
3.2.1. Sistemas de recolección de aceituna y otros frutales	18
3.2.2. Técnicas de vibración	21
3.2.3. Características de la vibración	24
3.2.3.1. Combinación Frecuencia-Amplitud	24
3.2.3.2. Modelos y modos de oscilación de aceituna	27
3.2.3.3. Transmisión de la vibración	29
3.3. TÉCNICAS BASADAS EN ANÁLISIS DE IMÁGENES	34
3.3.1. Evaluación de la calidad de fruto y su clasificación	34
3.3.2. Medidas geométricas en cultivos	35
3.3.3. Reconocimiento y detección de malas hierbas	36
3.3.4. Análisis del suelo y de restos de cosecha	37
3.3.5. Control de vehículos agrícolas	38
3.3.6. Otras aplicaciones	39



4. MATERIALES Y METODOS	40
4.1. INSTRUMENTACIÓN Y TOMA DE DATOS DEL ÁRBOL Y DEL DERRIBO DE ACEITUNA	40
4.1.1. Características varietales	40
4.1.1.1. Resistencia de desprendimiento del fruto o Fuerza de Retención del Fruto	40
4.1.1.2. Peso unitario de aceituna	41
4.1.1.3. Índice de Maduración de aceituna	42
4.1.2. Características geométricas del árbol y de la vibración	43
4.1.3. Eficacia de derribo (Porcentaje de Derribo)	43
4.2. EQUIPO Y METODOLOGÍA DE REGISTRO Y ANÁLISIS DE IMÁGENES DE LA CAÍDA DE ACEITUNA	44
4.2.1. Equipo	44
4.2.2. Metodología	47
4.3. PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS	53
4.4. MAQUINARIA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS	56
4.5. ANÁLISIS DE DATOS	59
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
5.1. PARÁMETROS DE ESTUDIO	62
5.1.1. Campaña 2002-2003	62
5.1.1.1. Ensayos de la variedad “Picual”	62
5.1.1.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”	67
5.1.2. Campaña 2003-2004	71
5.1.2.1. Ensayos de la variedad “Picual”	71
5.1.2.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”	76
5.2. TIEMPO DE VIBRADO	82
5.2.1. Campaña 2002-2003	82
5.2.1.1. Ensayos de la variedad “Picual”	82
5.2.2. Campaña 2003-2004	84
5.2.2.1. Ensayos de la variedad “Picual”	85
5.2.2.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”	88
5.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	93
5.3.1. Influencia de las variables de ensayo	93

5.3.1.1. En la eficacia de derribo	93
5.3.1.1.1. Ensayos de la campaña 2002-2003	93
5.3.1.1.2. Ensayos de la campaña 2003-2004	96
5.3.1.2. En el tiempo de vibrado	102
5.3.1.2.1. Ensayos de la campaña 2002-2003	102
5.3.1.2.2. Ensayos de la campaña 2003-2004	103
5.3.2. Relaciones entre parámetros de estudio	106
5.3.2.1. Ensayos de campaña 2003-2004	106
5.3.2.2. Ensayos de la campaña 2002-2003	119
6. CONCLUSIONES	123
7. BIBLIOGRAFÍA	125
8. ANEXOS	
8.1. ANEXO 1. TABLAS DE LAS CARACTERÍSTICAS VARIETALES, GEOMÉTRICAS Y DE VIBRACIÓN	
8.2. ANEXO 2. TABLAS DEL PORCENTAJE ACUMULADO E INSTANTÁNEO DE DERRIBO DE ACEITUNA	

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Evolución de la fuerza de desprendimiento en tres variedades de olivo.	16
2. Dinamómetro adaptado para medidas de Fuerza de Retención del Fruto (FRF).	41
3. Balanza electrónica usada para determinar el peso de aceituna.	41
4. Evolución del Índice de Maduración de la aceituna.	42
5. Operación de vareo para agotar el árbol.	44
6. Bastidor utilizado en los ensayos para enfocar la cámara de video.	45
7. Cámara de video digital.	46
8. Cámara de video digital. Esquema del proceso de grabación de señales.	47
9. Preparación del equipo de muestreo (recepción) y registro de la caída de aceituna.	47
10. Muestreo de aceituna derribada.	48
11. Selección de la superficie de recepción de aceituna.	49
12. Ensayo con tiempo de vibración 10 s.	50
13. Ensayo con tiempo de vibración de 20 s.	50
14. Determinación del umbral óptimo de forma manual “Segmentación Manual”.	51
15. Cálculo del área histograma rojo y área ocupada por la aceituna con Umbral 90, respectivamente 91,623 % y 8,377 %.	51
16. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna.	53
17. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna.	53
18. Explotación de olivar tradicional utilizada en los ensayos.	54
19. Conjunto Tractor-Vibrador utilizado en los ensayos.	58
20. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2002-2003, variedad “Picual”.	84
21. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”, vibración de 20 s.	86
22. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”, vibración de (10+10) s.	86
23. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”, vibración de 20 s.	88
24. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”, vibración de (10+10) s.	88
25. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Hojiblanca”, vibración de 20 s.	90
26. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Hojiblanca”, vibración de (10+10) s.	90
27. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Variedad Hojiblanca”, campaña 2003-2004, vibración de 20 s.	92
28. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Variedad Hojiblanca”, campaña 2003-2004, vibración de (10+10) s.	92

## ÍNDICE DE FIGURAS (ANEXO 2)

1. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 4-5 de Diciembre de 2002, vibración de 10 s.	5
2. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 30 de Diciembre de 2002, vibración de 10 s.	5
3. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13-14 de Enero de 2003, vibración de 10 s.	5
4. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 14-15 de Enero de 2003, vibración de (5+5) s.	6
5. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 4-5 de Diciembre de 2002. Línea de tendencia.	6
6. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 30 de Diciembre de 2002. Línea de tendencia.	6
7. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 13-14 de Enero de 2003. Línea de tendencia.	7
8. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 14-15 de Enero de 2003. Línea de tendencia.	7
9. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 5 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	14
10. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 6 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	14
11. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 19 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	14
12. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 20 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	15
13. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13 de Diciembre de 2003, vibración de 20 s.	15
14. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 15 de Diciembre de 2003, vibración de (10+10) s.	15
15. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 5 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.	16
16. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 6 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.	16
17. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 19 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.	16
18. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 20 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.	17
19. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 13 de Diciembre de 2003. Línea de tendencia.	17
20. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad "Picual", 15 de Diciembre de 2003. Línea de tendencia.	17
21. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	24
22. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 14 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	24
23. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 15 de Enero de 2004, vibración de 20 s.	24
24. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 17 de Enero de 2004, vibración de (10+10) s.	25

25. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 7 de Febrero de 2004, vibración de 20 s.	25
26. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 8 de Febrero de 2004, vibración de (10+10) s.	25
27. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 13 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.	26
28. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 14 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.	26
29. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 15 de Enero de 2004. Línea de tendencia.	26
30. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 17 de Enero de 2004. Línea de tendencia.	27
31. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 7 de Febrero de 2004. Línea de tendencia.	27
32. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 8 de Febrero de 2004. Línea de tendencia.	27
33. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 5 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	34
34. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 6 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	34
35. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 19 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	34
36. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 20 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	35
37. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 13 de Diciembre de 2003, vibración de 20 s.	35
38. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 15 de Diciembre de 2003, vibración de (10+10) s.	35
39. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 13 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	42
40. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 14 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	42
41. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 15 de Enero de 2004, vibración de 20 s.	42
42. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 17 de Enero de 2004, vibración de (10+10) s.	43
43. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 7 de Febrero de 2004, vibración de 20 s.	43
44. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 8 de Febrero de 2004, vibración de (10+10) s.	43

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Periodos de maduración de variedades españolas.	9
2. Fecha media de maduración de variedades de olivo en distintos años (Colección mundial de variedades, Córdoba, España).	11
3. Fecha de plena maduración de la primera y de la última variedad de olivo en distintos años (Colección mundial de variedades, Córdoba, España).	12
4. Fecha de plena maduración de variedades de olivo en distintos años (Colección mundial de variedades, Córdoba, España).	12
5. Características de diferentes clases del Índice de Madurez.	13
6. Comparación entre cabezas vibradoras en el derribo de aceituna de verdeo.	23
7. Características de los árboles y de la vibración.	25
8. Características técnicas de la cámara de video utilizada.	46
9. Calculo del Porcentaje acumulado e instantáneo de aceituna caída a lo largo del tiempo de vibración.	52
10. Localización de las Explotaciones.	54
11. Descripción de los ensayos.	55
12. Características técnicas del tractor.	57
13. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2002-2003 (4-5 de Diciembre de 2002), variedad "Picual", vibración de 10 segundos.	63
14. Características geométricas de los árboles. Fecha inicial de la campaña 2002-2003 (4-5 de Diciembre de 2003), variedad "Picual", vibración de 10 segundos.	63
15. Características varietales y de vibración. Fecha final de la campaña 2002-2003 (13-14 de Enero de 2003), variedad "Picual", vibración de 10 segundos.	64
16. Características varietales y de vibración. Fecha final de la campaña 2002-2003 (14-15 de Enero de 2003), variedad "Picual", vibración de (5+5) segundos.	65
17. Características varietales y de vibración. Campaña 2002-2003, resumen de los ensayos, variedad "Picual".	66
18. Características geométricas de los árboles. Campaña 2002-2003, resumen de los ensayos, variedad "Picual".	67
19. Características varietales y de vibración. Campaña 2002-2003 (28 de Enero de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de 10 segundos.	68
20. Características geométricas de los árboles. Campaña 2002-2003 (28 de Enero de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de 10 segundos.	68
21. Características varietales y de vibración. Campaña 2002-2003 (29 de Enero de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de (5+5) segundos.	69
22. Características varietales y de vibración. Campaña 2002-2003, resumen de los ensayos, variedad "Hojiblanca".	70
23. Características geométricas de los árboles. Campaña 2002-2003, resumen de los ensayos, variedad "Hojiblanca".	71
24. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (5 de Noviembre de 2003), variedad "Picual" vibración de 20 segundos.	72

25. Características geométricas de los árboles. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (5 de Noviembre de 2003), variedad "Picual", vibración de 20 segundos.	73
26. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (6 de Noviembre de 2003), variedad "Picual", vibración de (10+10) segundos.	73
27. Características varietales y de vibración. Fecha final de la campaña 2003-2004 (13 de Diciembre de 2003), variedad "Picual", vibración de 20 segundos.	74
28. Características varietales y de vibración. Campaña 2003-2004, resumen de los ensayos, variedad "Picual".	75
29. Características geométricas de los árboles. Campaña 2003-2004, resumen de los ensayos, variedad "Picual".	76
30. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (13 de Noviembre de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de 20 segundos.	77
31. Características geométricas de los árboles. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (13 de Noviembre de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de 20 segundos.	77
32. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (14 de Noviembre de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de (10+10) segundos.	78
33. Características varietales y de vibración. Fecha final de la campaña 2003-2004 (7 de Febrero de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de 20 segundos.	79
34. Características varietales y de vibración. Campaña 2003-2004, resumen de los ensayos, variedad "Hojiblanca".	80
35. Características geométricas de los árboles. Campaña 2003-2004, resumen de los ensayos, variedad "Hojiblanca".	81
36. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2002-2003, variedad "Picual".	83
37. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad "Picual".	85
38. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad "Picual".	87
39. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad "Hojiblanca".	89
40. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad "Hojiblanca".	91
41. Comprobación de las hipótesis de normalidad y homocedasticidad para el estudio de la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Fecha de recolección (FECHA). Ensayos de la campaña 2002-2003.	93
42. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Fecha. Ensayos de la campaña 2002-2003.	94
43. Tabla ANOVA factorial para la Eficacia de Derribo (PD). Ensayos de la campaña 2002-2003.	96
44. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Variedad. Ensayos de la campaña 2003-2004.	97

45. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Fecha. Ensayos de la campaña 2003-2004.	98
46. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Vibración. Ensayos de la campaña 2003-2004.	99
47. Pruebas no paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD). Ensayos de la campaña 2003-2004.	100
48. Tabla ANOVA factorial para la Eficacia de Derribo (PD). Ensayos de la campaña 2003-2004.	101
49. Resumen de pruebas estadísticas aplicadas al estudio del tiempo de vibrado (T30, T60, T90) en función de la variable FECHA. Ensayos de la campaña 2002-2003.	102
50. Resumen de pruebas estadísticas aplicadas al estudio del tiempo de vibrado en función de las variables de ensayo. Ensayos de la campaña 2003-2004.	103
51. Modelo Lineal General multivariante para T90, T60 y T30. Ensayos de la campaña 2003-2004.	105
52. Correlaciones lineales entre características varietales. Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2003-2004.	107
53. Correlaciones lineales entre características varietales. Variedad "Hojiblanca". Ensayos de la campaña 2003-2004.	107
54. Correlaciones lineales entre características geométricas. Variedad "Picual". Ensayos de la Campaña 2003-2004.	109
55. Correlaciones lineales entre características geométricas. Variedad "Hojiblanca". Ensayos de la campaña 2003-2004.	110
56. Correlaciones lineales entre la Eficacia de Derribo (PD) y las características varietales y geométricas. Ensayos de la campaña 2003-2004.	111
57. Regresión lineal (por pasos sucesivos) para la Eficacia de Derribo (PD). Variedad "Hojiblanca". Ensayos de la campaña 2003-2004.	113
58. Regresiones lineales para la eficacia de derribo (PD). Variedad "Hojiblanca". Ensayos de la campaña 2003-2004.	114
59. Regresiones lineales para la Eficacia de Derribo (PD). Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2003-2004.	115
60. Correlaciones lineales entre el tiempo de vibrado (T30, T60 y T90) y las características varietales y geométricas. Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2003-2004.	116
61. Correlaciones lineales entre el tiempo de vibrado (T30, T60 y T90) y las características varietales y geométricas. Variedad "Hojiblanca". Ensayos de la campaña 2003-2004.	116
62. Regresiones lineales para el tiempo de vibrado (T30 y T90). Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2003-2004.	118
63. Regresiones lineales para el tiempo de vibrado (T60 y T90). Variedad "Hojiblanca". Ensayos de la campaña 2003-2004.	118
64. Correlaciones lineales entre características varietales. Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2002-2003.	120
65. Correlaciones lineales entre características geométricas. Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2002-2003.	120



66. Correlaciones lineales entre la Eficacia de Derribo (PD) y las características varietales y geométricas. Ensayos de la campaña 2002-2003.	121
67. Regresiones lineales para la Eficacia de Derribo (PD). Ensayos de la campaña 2002-2003.	121

## ÍNDICE DE TABLAS (ANEXO 1)

1. Descripción y localización de los ensayos	1
2. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (4-5 de Diciembre de 2002), vibración de 10 s.	2
3. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (4-5 de Diciembre de 2002), vibración de 10 s.	2
4. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (30 de Diciembre de 2002), vibración de 10 s.	3
5. Características geométricas del árbol y de vibración, variedad "Picual" (30 de Diciembre de 2002), vibración de 10 s.	3
6. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (13-14 de Enero de 2003), vibración de 10 s.	4
7. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (13-14 de Enero de 2003), vibración de 10 s.	4
8. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (14-15 de Enero de 2003), vibración de (5+5) s.	5
9. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (14-15 de Enero de 2003), vibración de (5+5) s.	5
10. Características varietales y de vibración. Resumen variedad "Picual" 2002-2003.	6
11. Características geométricas del árbol y de vibración. Resumen variedad "Picual" 2002-2003.	6
12. Características varietales y de vibración, variedad "Hojiblanca" (28 de Enero de 2003), vibración de 10 s.	7
13. Características geométricas del árbol, variedad "Hojiblanca" (28 de Enero de 2003), vibración de 10 s.	7
14. Características varietales y de vibración, variedad "Hojiblanca" (29 de Enero de 2003), vibración de (5+5) s.	8
15. Características geométricas del árbol, variedad "Hojiblanca" (29 de Enero de 2003), vibración de (5+5) s.	8
16. Características varietales y de vibración. Resumen variedad "Hojiblanca" 2002-2003.	9
17. Características geométricas del árbol. Resumen variedad "Hojiblanca" 2002-2003.	9
18. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (5 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.	10
19. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (5 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.	10
20. Características varietales, variedad "Picual" (6 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.	11
21. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (6 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.	11

22. Características varietales y de vibración, variedad “Picual” (19 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.	12
23. Características geométricas del árbol, variedad “Picual” (19 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.	12
24. Características varietales y de vibración, variedad “Picual” (20 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.	13
25. Características geométricas del árbol, variedad “Picual” (20 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.	13
26. Características varietales y de vibración, variedad “Picual” (13 de Diciembre de 2003), vibración de 20 s.	14
27. Características geométricas del árbol, variedad “Picual” (13 de Diciembre de 2003), vibración de 20 s.	14
28. Características varietales y de vibración, variedad “Picual” (15 de Diciembre de 2003), vibración de (10+10) s.	15
29. Características geométricas del árbol, variedad “Picual” (15 de Diciembre de 2003), vibración de (10+10) s.	15
30. Características varietales y de vibración. Resumen variedad “Picual” 2003-2004.	16
31. Características geométricas del árbol. Resumen variedad “Picual” 2003-2004.	16
32. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (13 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.	17
33. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (13 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.	17
34. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (14 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.	18
35. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (14 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.	18
36. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (15 de Enero de 2004), vibración de 20 s.	19
37. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (15 de Enero de 2004), vibración de 20 s.	19
38. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (17 de Enero de 2004), vibración de (10+10) s.	20
39. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (17 de Enero de 2004), vibración de (10+10) s.	20
40. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (7 de Febrero de 2004), vibración de 20 s.	21
41. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (7 de Febrero de 2004), vibración de 20 s.	21
42. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (8 de Febrero de 2004), vibración de (10+10) s.	22
43. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (8 de Febrero de 2004), vibración de (10+10) s.	22
44. Características varietales y de vibración. Resumen variedad “Hojiblanca” 2003-2004.	23
45. Características geométricas del árbol. Resumen variedad “Hojiblanca” 2003-2004.	23

## ÍNDICE DE TABLAS (ANEXO 2)

1. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 4-5 de Diciembre de 2002, vibración de 10 s.	1
2. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 30 de Diciembre de 2002, vibración de 10 s.	2
3. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13-14 de Enero de 2003, vibración de 10 s.	3
4. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 14-15 de Enero de 2003, vibración de (5+5) s.	4
5. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 5 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	8
6. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 6 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	9
7. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 19 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	10
8. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 20 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	11
9. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13 de Diciembre de 2003, vibración de 20 s.	12
10. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 15 de Diciembre de 2003, vibración de (10+10) s.	13
11. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	18
12. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 14 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	19
13. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 15 de Enero de 2003, vibración de 20 s.	20
14. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 17 de Enero de 2003, vibración de (10+10) s.	21
15. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 7 de Febrero de 2004, vibración de 20 s.	22
16. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 8 de Febrero de 2004, vibración de (10+10) s.	23
17. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 5 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	28
18. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 6 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	29
19. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 19 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	30
20. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 20 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	31
21. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13 de Diciembre de 2003, vibración de 20 s.	32
22. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 15 de Diciembre de 2003, vibración de (10+10) s.	33
23. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Hojiblanca", 13 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.	36
24. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Hojiblanca", 14 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.	37

25. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 15 de Enero de 2004, vibración de 20 s.	38
26. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 17 de Enero de 2004, vibración de (10+10) s.	39
27. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 7 de Febrero de 2004, vibración de 20 s.	40
28. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 8 de Febrero de 2004, vibración de (10+10) s.	41

## **NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA**

FRF: Fuerza de Retención del Fruto

FRFa: Fuerza de Retención del Fruto antes del vibrado

FRFd: Fuerza de Retención del Fruto después del vibrado

FRFdV1: Fuerza de Retención del Fruto después de la primera vibración

FRFdV2: Fuerza de Retención del Fruto después de la segunda vibración

Índice de mad. : Índice de Maduración

IMa: Índice de Maduración de aceituna antes del vibrado

IMd: Índice de Maduración de aceituna después del vibrado

IMdV1: Índice de Maduración después de la primera vibración

IMdV2: Índice de Maduración después de la segunda vibración

Pa: Peso de la aceituna antes del vibrado

Pd: Peso de la aceituna después del vibrado

PdV1: Peso de la aceituna después de la primera vibración

PdV2: Peso de la aceituna después de la segunda vibración

P/vibr.: Peso de la aceituna derribada por vibración

P/vareo: Peso de aceituna derribada por vareo

Nº aceit.: Número de aceitunas

Peso T.: Peso total de las aceitunas

Peso m.: Peso medio de las aceitunas

V1: Primera vibración

V2: Segunda vibración

PD: Porcentaje de Derribo o Eficacia de Derribo

PDV1: Porcentaje de Derribo de la primera vibración

PDV2: Porcentaje de Derribo de la segunda vibración

Vib. Vibración

Var. T.: Desviación estándar

sig.: Significación

VAR.: Variedad

F.: Fecha

VIB: Vibración

T.M.: Término municipal

Dt.: Diámetro del tronco

Dc.: Diámetro de la copa

Hc.: Altura de la copa

Hcr.: Altura de la cruz

Hag.: Altura de agarre

Vc.: Volumen de la copa

## **1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN**

La olivicultura mundial está concentrada en un 95% en los países del mediterráneo con una superficie total de 8.076.533 ha y una producción de 2.698.460 toneladas de aceite de oliva y 1.282.000 toneladas de aceituna de mesa. La mitad de su superficie ubicada en España e Italia. Dentro de España, destacado primer país productor, con una superficie total de 2.423.841 ha y una producción 1.360.300 toneladas de aceite de oliva y 531.200 toneladas de aceituna de mesa.

El olivar andaluz representó en el año 2001 el 61% de la superficie nacional de olivar, siendo por su extensión el cultivo más importante de Andalucía y ocupando más de 30% de la superficie cultivada. Jaén y Córdoba son las principales olivareras, concentrando el 61,8% de la superficie de olivar Andaluz.

La variedad predominante en Andalucía es “Picual” con 857.746 hectáreas cultivadas seguida de la variedad “Hojiblanca” con 267.199 hectáreas, respectivamente (58,2% y 18,1% de la superficie total). En tercer lugar se encuentra la variedad “Manzanilla” con 73,766 hectáreas (5% del total).

Tradicionalmente el olivar se ha cultivado en secano con unas producciones entre 2000 y 5000 kg/ha y año según zonas, y se adapta bien a las condiciones climáticas de Andalucía, soportando periodos de extrema sequía. Estudios realizados en el sector indican que la producción de olivares bien regados puede acercarse a los 15.000 kg/ha y año. Dado el carácter arbóreo del cultivo, su importancia no es solo económica sino también agroambiental. Por razones de climatología, el cultivo del olivo no tiene alternativa, por eso se convierte en un pilar fundamental del entorno social, cultural, paisajístico y ecológico en la mitad de la península (Junta de Andalucía, 2003).

En la recolección tradicional se pueden distinguir básicamente tres opciones para realizar la recolección, estas son la recogida del suelo, el ordeño y el vareo (Humanes, 1994; Barasona, 1995; Porras, 1996). El primero consiste en

recoger los frutos del suelo en una o varias pasadas cuyos inconvenientes son la excesiva acidez de aceite y el aumento del precio del producto. El ordeño es el sistema empleado en la recolección del fruto a mano para la aceituna de mesa, pero su coste actual es exorbitante. En cuanto al vareo se considera que es el método más extendido en la recolección de aceituna de almazara. Sus inconvenientes son la elevada necesidad de mano de obra y los daños que se someten las ramas perjudicando la cosecha de la campaña siguiente (Gil Ribes y López-Giménez, 2004).

La recolección parcialmente mecanizada se consigue cuando alguna de las tareas realizadas en la recolección tradicional se mecaniza. Siendo lo más normal que la tarea que se mecanice antes, sea aquella que demande un cantidad mayor de mano de obra, como es el vareo, aunque puntualmente y si la caída natural es elevada puede verse superado por la recogida del suelo (Barasona, 1998) situación esta no deseable y que se debe evitar cuando sea posible para no tener una baja calidad de aceite. Así se pueden distinguir varios mecanismos que ayudan a la mecanización de las diferentes tareas como son el vareo, el movimiento de mallas, la recogida del suelo y la carga en remolque.

La tendencia actual es el uso de vibradores de troncos multidireccional u orbitales para el derribo de aceituna en explotaciones grandes, y el de vibradores de ramas unidireccionales (biela-manivela), que son transportados por el operario, en explotaciones pequeñas (Gil Ribes y López-Giménez, 2004).

La necesaria mecanización de la recolección del olivo ha llevado a una generación del uso de los vibradores, sistema que se ha mostrado eficaz para lograr el desprendimiento de la aceituna. Cada vez se están utilizando diseños más perfeccionados que han conseguido que se avance considerablemente en la eficacia de dicho sistema. Al mismo tiempo, deberá contemplarse que las plantaciones han de permitir el trabajo de estas máquinas, por lo que se requiere una adaptación de la estructura del árbol y de sus marcos de plantación.

Barasona (1991), efectúa un análisis integral de la recolección de aceituna por vibración indicando la mejor rentabilidad en los árboles de un pie y con



marcos adecuados debido a la dificultad del uso de cosechadoras integrales en la mayor parte de las explotaciones tradicionales, dado que la rentabilidad de los vibradores está relacionada con la producción por pie.

La mecanización integral es muy eficiente cuando se emplea en plantaciones de un pie desde 6-8 años a 60 años, con cultivares que responden bien al derribo con vibradores, con formas de conducción abierta, en vaso, con volumen de copa adecuado y con troncos de una altura de al menos 1,20 m sobre suelo, realizando una poda de adaptación al uso de los vibradores e interceptados automáticos. Así se pueden aproximar a un rendimiento entre 80-90% de la cosecha total, y con un gran ahorro de mano de obra.

La recolección por vibración de la aceituna presenta dificultades debido a la heterogeneidad de las plantaciones, a la fuerte unión árbol-fruto y al escaso peso de éste. A pesar de la experiencia disponible en el diseño y aplicación de los vibradores de troncos, es necesario mejorar su eficacia de trabajo para reducir el coste de la recolección y minimizar los daños al árbol. A este respecto, una adecuación óptima entre el tipo de árbol, las características del equipo empleado, la vibración transmitida y la duración de ésta aparecen como una de las vías de mejora.

Son múltiples los parámetros que influyen en la reducción de costes del cultivo, especialmente los factores que afectan directamente a la recolección como la resistencia al desprendimiento del fruto, caída del fruto, rendimiento graso, peso del fruto y evolución del contenido de aceite por árbol (Gil Ribes y López-Giménez, 2004).

La recolección de la aceituna representa un 76% del total de la mano de obra consumida en el cultivo del olivo (López Giménez, 1998), una correcta realización de la misma supondrá una aproximación importante al óptimo económico.

Gil Amores *et al.* (1999), observa que el coste de la recolección por hectárea es directamente proporcional a la caída y la producción por hectárea,

mientras que el coste de recolección por kilogramo es directamente proporcional a la caída e inversamente proporcional a la producción por hectárea.

La mecanización del olivar reduce los costes de explotación y puede ayudar a conseguir una mayor calidad de aceite. El marco de plantación (distancia entre calles y entre olivos) y el tipo de árbol, sobre todo el número de pies por árbol, condicionan la selección de maquinaria. La recolección integral sólo es aplicable a árboles de un solo pie y con sistemas de poda adecuado a la recolección. Los tipos de maquinarias a utilizar son los mismos en un olivar tradicional que en uno intensivo de un solo pie, diferenciándose los sistemas superintensivos sobre todo lo referente a su recolección (Gil Ribes, 2001).

En la actualidad, el aumento del uso de equipos de vibración de ramas y troncos obliga estudiar y mejorar estos equipos y sus condiciones de utilización buscando la máxima eficacia de derribo con un mínimo daño al árbol.

Fillat y Planas (1997), declaran que las eficacias de recolección oscilan alrededor del 90% de frutos desprendidos, porcentaje que puede disminuir hasta el 75% en caso de plantaciones poco adaptadas a la recolección mecanizada. En la zona de Andalucía se acompaña la vibración de un vareo complementario, mientras que en Cataluña, en la zona de les Garrigues, se opta por realizar dos o más pases del vibrador de forma escalonada (Solé y Florensa, 1994). Esta solución no es del todo satisfactoria, ya que incrementa sensiblemente los costes de la recolección, al tener que actuar varias veces sobre el mismo árbol. En Italia se han realizado varias pruebas aplicando dos módulos de vibración diferentes, una vibración multidireccional y una vibración orbital, aumentándose así la cantidad de aceituna desprendida (Proietti *et al.*, 1991).

Según Tombesi *et al.* (1996), el porcentaje de aceituna derribado por los vibradores varía desde el 50 hasta el 80-90%, dependiendo del cultivar, de la época de recolección, del tamaño de la copa y del sistema de poda o de la forma de conducción. La forma de conducción y la poda deben garantizar copas no muy densas y con volúmenes reducidos, inferiores a 50 m<sup>3</sup>/olivo.

El incremento del porcentaje de derribo pasa por una mejora del diseño y de las prestaciones del equipo vibrador, como por la adaptación de la estructura de los olivos a la máquina que se quiera utilizar.

En los últimos años se está produciendo una mecanización creciente de las operaciones de cultivo y recolección del olivar por la reducción de costes que implica la mecanización y la dificultad para disponer de mano de obra en momentos críticos, especialmente en la recolección. Dentro de la mecanización de la recolección, los vibradores de troncos siguen las máquinas más importantes (Gil Ribes y Blanco, 2004).

La preferencia actual es utilizar los vibradores orbitales ya que obtienen mejores resultados de derribo de aceituna en árboles de tamaño pequeño y mediano, que dando reservados los multidireccionales para árboles más grandes.

Fillat y Planas (1997), comentan que los tiempos de vibrado en la recolección de aceituna varían entre 5 y 30 segundos, según el tipo de vibrador utilizado y la resistencia de las aceitunas a desprenderse.

Desde el punto de vista de los costes de la recolección de aceituna mediante vibradores de troncos interesa optimizar, entre otros parámetros, el tiempo empleado en vibrar cada árbol o pie. Este tiempo, que generalmente suele estar de entre 15 y 25 segundos, se prolonga muchas veces de manera innecesaria para obtener un mayor porcentaje de derribo, sin tener en cuenta los posibles daños en la zona de agarre al árbol y el sobreesfuerzo que soporta la máquina y el tractor (Gil Ribes y López Giménez, 2001). Si bien la experiencia nos dice que es durante el período transitorio de arranque de la vibración cuando se produce un mayor desprendimiento de frutos (Blanco *et al.*, 2000), debido a la inestabilidad del sistema, y que cuando se alcanza el régimen permanente la caída de aceituna disminuye, no hay datos que reflejen la evolución del porcentaje de caída de fruto con el tiempo de vibrado durante el período de recolección.

El análisis del proceso de caída de las aceitunas y del porcentaje de derribo acumulado a lo largo del tiempo de vibración, permitirá determinar qué tiempos de vibrado son suficientes para conseguir el máximo porcentaje derribo de frutos posible, siendo un aspecto básico en el diseño de los equipos, en la mejora de la operación y en la minimización de daños a los olivos y a las máquinas.

A pesar de llevar más de treinta años aplicando vibradores al olivar, faltan estudios sobre el tiempo óptimo de vibración y las características de éste en función de la variedad y la época de recolección.

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo general de esta Tesis es el análisis y optimización del tiempo empleado en vibrar los olivos mediante vibradores de troncos.

Este objetivo general se concreta en los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar el tiempo de vibrado necesario para obtener un derribo óptimo de aceituna.
2. Evaluar el tiempo de vibrado y la eficacia de derribo durante el período de recolección y el proceso de maduración de la aceituna.
3. Evaluar la operación de vibrado en relación al tiempo y forma de realizar la vibración.

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1. ESTUDIO DE LOS PARAMETROS QUE INFLUYEN EN LA RECOLECCIÓN DE ACEITUNA**

##### **3.1.1. Proceso de maduración y época de recolección**

La maduración de aceitunas es un proceso lento y largo, que se prolonga varios meses, dependiendo de la latitud de cultivo, de las prácticas agronómicas, de la variedad y las condiciones climáticas como el agua y la temperatura ambiente.

Exteriormente, el proceso de maduración de las aceitunas se identifica por el aumento de volumen de las drupas y el cambio de color de la epidermis. En cuanto al interior de las aceitunas, se producen numerosos procesos de transformación química y de síntesis de sustancias orgánicas, como los triglicéridos que se acumulan en las vacuolas, dentro de las células del mesocarpio de las drupas, y que constituyen, casi en su totalidad, el aceite de oliva.

La duración del periodo de maduración de la aceituna tiene especial importancia para determinar el periodo óptimo de recolección (Humanes *et al.*, 1980).

Lavee y Wodner (1991), estudian el proceso de maduración de la aceituna, señalando que incluye cambios cualitativos de diversa naturaleza en la composición del fruto y está caracterizado por las modificaciones externas de coloración, que se utilizan como indicadores de dicha maduración.

Los cambios en la coloración de la aceituna se inician cuando el color verde intenso se transforma en verde claro-amarillento. A continuación, empiezan a aparecer manchas violáceas, coincidiendo con la fase de enverado, que se van extendiendo hasta ocupar todo el epicarpio. Paulatinamente, la pulpa adquiere coloraciones violáceas hasta llegar al hueso y la epidermis alcanza el

color definitivo, que en la mayoría de las variedades es el negro, aunque recubierto de una capa blanquecina de pruina.

De esta manera, se considera período de maduración al transcurrido desde que comienza el cambio del color externo del fruto (enverado) hasta que el color negro o violáceo, según el cultivar, se generaliza en la epidermis. Estos cambios finales de la coloración del fruto representan una etapa significativa en la maduración de la aceituna, pues tras ellos se detienen los procesos de acumulación de aceite.

En la Tabla1, se recogen datos del periodo de maduración correspondientes a diferentes variedades de olivo en España (Porras, 1994).

**Tabla 1. Periodos de maduración de variedades españolas.**

Variedades	Comienzo	Fin	Duración
Blanqueta	9-X	29-XI	50 días
Cornicabra	8-X	19-XI	41 días
Ecijano o Lechín	10-XI	24-XII	44 días
Empeltre	5-XI	24-XII	49 días
Gordal Sevillana	1-XI	20-XII	49 días
Hojiblanca	25-XI	23-XII	28 días
Manzanilla	13-XI	9-XII	26-días
Negral	7-X	21-XI	44 días
Nevadillo blanco	11-XI	31-XII	50 días
Picual	12-XI	23-XII	41 días
Verdial	17-XI	20-XII	33 días

El momento óptimo para la recolección; que depende del cultivar y de las condiciones locales, es aquel en que prácticamente han desaparecido las aceitunas verdes y hay un máximo porcentaje de aceitunas en envero, permitiendo alcanzar los siguientes objetivos:

- Las aceitunas deben contener la mayor cantidad de aceite.

- El aceite debe ser de la mayor calidad.
- Los daños que sufra el olivo en la recolección deben ser mínimos.
- La cosecha siguiente no debe ser perjudicada.
- El coste de recolección debe ser el menor posible.

En cuanto a la calidad del aceite de oliva virgen, puede verse influida por varios factores como el cultivar, el periodo de recolección, las condiciones edafoclimáticas, las condiciones de cultivo y la tecnología empleada. Según Montedoro (1989), un 20% aproximadamente de la calidad viene determinado por la maduración de las aceitunas.

La influencia del grado de maduración puede explicarse como sigue:

- a) Al comienzo de la maduración (frutos verdes), las aceitunas tienen bajo contenido en aceite que es, en cambio, rico en pigmentos clorofílicos. Debido a esta concentración relativamente alta de clorofila los aceites sufren un rápido deterioro oxidativo cuando son expuestos a la luz (Kiritsakis y Dugan, 1985; Fakourelis *et al.*, 1987).
- b) Al final de la maduración (frutos negros), el contenido en clorofila es relativamente bajo y el contenido en aceite es alto. Ahora bien, en los aceites obtenidos tras la extracción hay una escasa presencia de compuestos aromáticos y fenólicos totales y una mayor acidez libre que en los aceites menos maduros (Suárez, 1975). Asimismo, la recolección tardía puede incrementar el riesgo de daños en los frutos (producidos por plagas, condiciones meteorológicas adversas, etc.), lo que puede dar lugar a un aceite de menor calidad con unas características organolépticas deficientes y una mayor peroxidación.

Por tanto, la época óptima de recolección se corresponde con el momento en que se alcanzan altos niveles de aceite en la aceituna y, además, la recogida debe comenzar antes del comienzo de la caída natural y hasta el momento en que ésta no supere el 10-15% (Tombesi *et al.*, 1996). En las variedades en las que la maduración es normal, atendiendo a la coloración de la epidermis, en el



momento en que no haya aceitunas verdes ya está formado todo el aceite, pudiendo comenzar la recolección, aunque todavía existan frutos enverados en el árbol. En este momento se obtendrán los aceites de mayor calidad.

Cordeiro, *et al.* (2005), determinan que la duración media del periodo de maduración de 131 variedades de olivo, de la Colección Mundial de Córdoba (España), durante los años 1975, 1976, 1977, 1978, 1986 y 1995, oscila entre 35 días (variedad “Nabali”) y 106 días (variedad “Mawi Stamboli”). Destacan tres aspectos importantes:

- a) La fecha media de maduración (definida por el momento en que el 50 % de los cultivares alcanzan el estado de plena maduración), está muy influida por la anualidad correspondiente, oscilando entre el 30 de Octubre y el 25 de Noviembre (Tabla 2).
- b) La duración de la maduración (definida como el número de días que transcurren entre la plena maduración de la primera variedad y la última variedad), ha oscilado entre 53 días y 69 días para los diferentes años (Tabla 3).
- c) El orden relativo de maduración de las variedades incluidas en la colección se suele mantener en los diferentes años. La Tabla 4 recoge las fechas de plena maduración de diferentes variedades en los años estudiados.

**Tabla 2. Fecha media de maduración de variedades de olivo en distintos años (Colección mundial de variedades, Córdoba, España).**

	1975	1976	1977	1978	1986	1995
Fecha media de maduración	25-XI	30-X	4-XI	19-XI	14-XI	9-XI

**Tabla 3. Fecha de plena maduración de la primera y de la última variedad de olivo en distintos años (Colección mundial de variedades, Córdoba, España).**

	1975	1976	1977	1978	1986	1995
Primera variedad	22-X	14-X	15-X	13-X	27-X	17-X
Última variedad	30-XII	15-XII	13-XII	17-XII	19-XII	18-XII
Duración (días)	69	62	59	65	53	62

**Tabla 4. Fecha de plena maduración de variedades de olivo en distintos años (Colección mundial de variedades, Córdoba, España).**

	1975	1976	1977	1978	1986	1995
“Lección”	25-X	3-X	11-X	23-X	26-X	10-XI
“Picual”	26-XI	8-XI	5-XI	12-XI	20-XI	16-XI
“Hojiblanca”	26-XI	18-XI	1-XI	27-XI	20-X	1-XII
“Cornicabra”	6-XII	1-XII	26-XI	12-XII	6-XII	17-XI
“Verdial de Huévar”	31-XII	9-XII	1-XII	22-XII	17-XII	7-XII

El índice de maduración es la medida del grado de maduración de aceituna que tome como referencia únicamente el color de la epidermis de las drupas, lo que permite simplificar el control.

El proceso de variación del color permite establecer el Índice de Maduración o el Índice de Madurez, tal como ha propuesto Ferreira (1979). Se coge una muestra de aceituna de aproximadamente 2 Kg, a la altura del operador y en las cuatro orientaciones del árbol. Una vez homogeneizada la muestra, se separan 100 frutos y se clasifican en ocho clases o categorías (Tabla 5).

**Tabla 5. Características de diferentes clases del Índice de Madurez.**

CLASE	CARACTERÍSTICAS
0	Piel verde intenso
1	Piel verde amarillento
2	Piel verde con manchas rojizas en menos la mitad del fruto, inicio de envero
3	Piel rojiza morada en más de la mitad del fruto, final de envero
4	Piel negra y pulpa blanca
5	Piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa
6	Piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso
7	Piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso

El Índice de Madurez (I.M.) se obtiene por la fórmula:

$$I.M = (A*0 + B*1 + C*2 + D*3 + E*4 + F*5 + G*6 + H*7)/100$$

Siendo: A, B, C, D, E, F, G y H. el número de frutos de las clases 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, respectivamente.

El tipo de aprovechamiento de la aceituna determina el grado de madurez idóneo para su recolección.

Hermoso *et al.* (1991), señalan que para la aceituna de molino, el aceite se encuentra totalmente formado cuando el Índice de Madurez alcanza valores próximo a 3.5 momento, en que la mayoría de los frutos están en envero (2 y 3), algunos tienen la piel negra (clase 4 o superior) y pocos están todavía de color verde-amarillento (clase 1).

En cuanto a la aceituna de mesa estilo sevillano, su color debe ser verde o verde-amarillento (clase 0 y 1). Si la aceituna se prepara como tipo negro, se recomienda una coloración amarillo paja (clase 1), si bien se admiten algunos frutos iniciando el envero (clase 2). Sin embargo, en las aceitunas negras naturales, el Índice de Madurez debe estar entre 5 a 6 (Fernández Díaz, 1985).

Pastor (1999), indica que la obtención de aceite de calidad debe ser siempre un objetivo prioritario, ya que, de ello también depende la rentabilidad

de la explotación. Es necesario iniciar pronto la recolección, de modo que la mayor parte de la cosecha se haga en el momento más idóneo. Recomienda comenzar la recogida cuando se alcanza el Índice de Madurez 3 (cuando han desaparecido las aceitunas verdes del árbol, aunque todavía haya frutos morados), para que la mayor parte de la recogida se haga en índice 4.

### **3.1.2. Resistencia al desprendimiento de los frutos**

Los dos factores que más condicionan la recolección mecanizada, ya que, acotan el periodo de recogida, son la fuerza de desprendimiento del fruto (muestra el momento del inicio de la recolección con un vibrado eficiente) y el porcentaje de fruto caído (indica en qué momento pierde rentabilidad la recolección mecanizada) (Osuna *et al.*, 1998).

Porras (1994), indica que la resistencia al desprendimiento de los frutos se mide por la fuerza necesaria para separar el fruto del pedúnculo y varía enormemente a lo largo de la maduración, siendo una característica varietal. Así, con los frutos aún verdes, alcanza valores próximos a los 800-1000 gramos, bajando de manera acusada durante el período de maduración para, a partir de ahí, disminuir muy lentamente. Si el fruto permanece aún en el árbol en el momento de reactivarse la vegetación, se observa un ligero aumento de la resistencia al desprendimiento. A veces se presentan cambios bruscos en la resistencia debido a determinadas condiciones climáticas pero, en todo caso, es la característica varietal la que condiciona fundamentalmente la fuerza necesaria para conseguir el desprendimiento.

El desarrollo de técnicas químicas de ayuda a la abscisión de fruto es un paso clave para facilitar la recolección por vibración. Hasta ahora los resultados han sido desalentadores, aunque, actualmente, se están abriendo nuevas posibilidades con técnicas de abonado foliar para facilitar el desprendimiento de los frutos (Garrido *et al.*, 2001).

El cálculo de la Fuerza de Desprendimiento Umbral, o sea, la fuerza de retención que hay que superar para que se produzca la caída del fruto, ha sido un

tema básico de estudio (Lamouria *et al.*, 1961; Lavee *et al.*, 1970; Snobar, 1978).

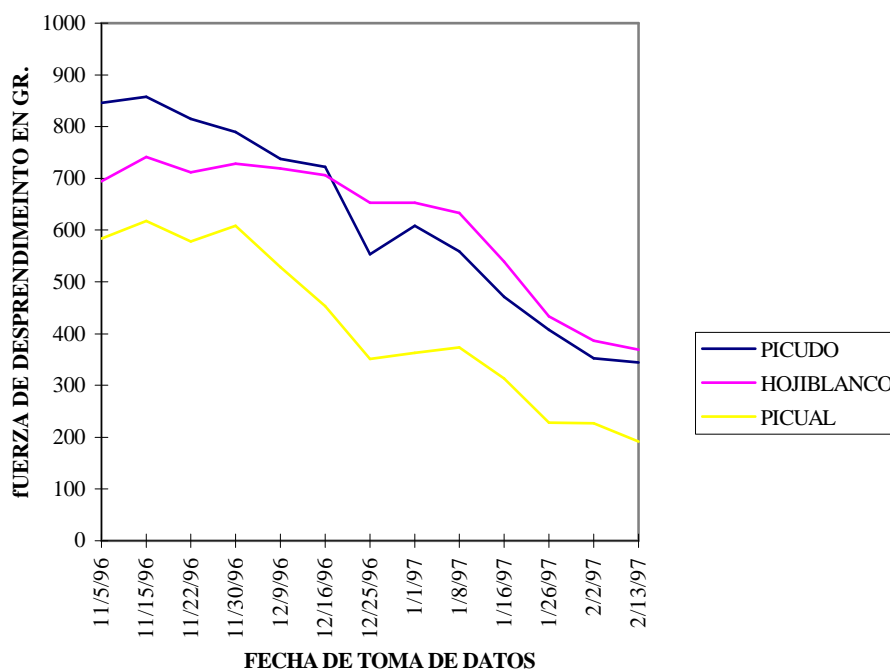
Tsatsarelis *et al.* (1984), indican que existe un periodo óptimo para la recolección mecanizada, en el cual la fuerza de desprendimiento y la aceleración necesarias para dicho desprendimiento son mínimas.

Agüera *et al.* (1988), demuestran que la Fuerza de Retención de Fruto está relacionada con la variedad y la edad del árbol, obteniéndose un valor medio de la resistencia al desprendimiento más alto en los árboles de mayor edad.

Preziosi y Tini (1990), indican que la Fuerza de Retención de Fruto (FRF) está muy relacionada con la variedad, tamaño del fruto y estado de maduración de la aceituna.

Hermoso *et al.* (1997), demuestran que la resistencia al desprendimiento condiciona la caída natural de los frutos e incide en la eficacia de la recolección, sea manual o mecanizada.

Los sistemas mecanizados se basan en provocar la caída por vibración y pese a que la eficacia de derribo depende de la relación entre la Fuerza de Retención del Fruto y su Peso decreciendo conforme avanza la maduración de aceituna. Se debe evitar retrasar la recolección, hay que comenzar lo antes posible. La evolución de la fuerza de desprendimiento en tres variedades a lo largo del tiempo puede observarse en la Figura 1. (Osuna *et al.*, 1998).



**Figura 1.** Evolución de la fuerza de desprendimiento en tres variedades de olivo.

No obstante, Ortiz-Cañavate (1969), afirma que la fuerza de desprendimiento y su valor estacional no es un factor determinante en el desprendimiento de la aceituna, siendo más determinante la estructura del árbol y su posición dentro de él.

Si consideramos que la fuerza de desprendimiento se utiliza como criterio para fijar el vibrado de frutales implicaría que todas las frecuencias que dan una misma aceleración máxima serían igualmente efectivas en el desprendimiento. Sin embargo, esto no es cierto porque algunas frecuencias son más efectivas que otras y se ha propuesto como criterio la velocidad máxima a que dan lugar (Gil Ribes, 1986).

Porras *et al.*, (1997), demuestran que la facilidad de desprendimiento de la aceituna mediante el vibrado de los árboles es muy variable. Depende del tipo de

vibración, de las características físicas y biológicas del fruto y del árbol. Los elementos que tienen incidencia en el desprendimiento de los frutos son:

- El tamaño de los frutos, determinado por la variedad y las prácticas culturales.
- La resistencia del pedúnculo, que es una característica varietal difícilmente modificable.
- La poda, recomendándose acortar las ramas largas y aumentar la rigidez de la estructura del árbol, lo que se consigue con un mínimo número de ramas por árbol.
- El proceso de abscisión, fenómeno gracias al cual se reduce la fuerza de sujeción de fruto. Durante el proceso de maduración, y a lo largo de la campaña, se va reduciendo la resistencia del fruto al desprendimiento.

### **3.1.3. Peso de los frutos**

Estudios de eficacia de derribo en diferentes variedades, realizados con vibradores de ramas de tipo “mochila”, muestran que el parámetro con más influencia es el Peso del fruto seguido de la Fuerza de Retención del Fruto (Kouraba, 1999).

Los cultivares mejor adaptados a la recolección mecanizada, en general, son aquellos que poseen el fruto grande, pedúnculo corto, maduración uniforme y con una baja relación Fuerza de Retención del Fruto/Peso, además de que el árbol tenga unos volúmenes de copa no demasiado grandes, un porte erecto y pocas ramas primarias, con ángulos no muy abiertos (De Jaime *et al.*, 1998).

La relación entre Fuerza de Retención del Fruto y Peso del fruto tiene especial importancia en la evaluación de la adaptación del cultivar a la recolección mecanizada. Tombesi (1990), indica que éste parámetro va disminuyendo a medida que avanza el periodo de maduración de la variedad hasta que llega a estabilizarse en plena madurez.

Tombesi (1988), determina que los mejores rendimientos son obtenidos para aceitunas cuyo peso es superior a 3 gramos, mientras que para aceitunas por debajo de 1 gramo hay notables dificultades para su recolección.

## **3.2. METODOS Y AVANCES EN LA RECOLECCIÓN DE ACEITUNA POR VIBRACIÓN**

### **3.2.1. Sistemas de recolección de aceituna y otros frutales**

Un sistema óptimo de derribo del fruto aquél que produce un elevado porcentaje de caída, en un tiempo mínimo, con una potencia reducida y que, además, no causa daños al árbol.

Giametta (1991), desarrolló todas las técnicas posibles de recolección mecánica de aceituna, tanto sistemas integrales como descompuestos, su extensión a frutales, como el almendro, nogal, castaño, pino, avellano y pistacho, y las posibilidades de recolección en olivos viejos mediante sistemas de vibración de follaje.

Ortiz-Cañavate y Gil Sierra (1993), analizaron los sistemas de recolección integral de la aceituna, los sistemas descompuestos (vibrado y posterior recogida) y los de derribo e interceptación simultánea, destacando que el sistema más eficaz es el paraguas invertido, cuando es aplicable en olivos de un sólo tronco y suficientemente alto.

Bolli (1996), compara las máquinas peinadoras de gran tamaño, los vibradores de troncos y las vareadoras mecánicas de múltiples peines flexibles. Indica que cada sistema corresponde a una estructura de árbol, siendo el vibrador el que mejor se adapta en el caso de árboles de forma regular y sin excesivo porte.

Las plantaciones superintensivas permiten la aplicación del sistema de mecanización integral del cultivo. Su concepto cambia totalmente las técnicas de



cultivo. Es un desarrollo en seto similar a la vid en espaldera, utilizando, para su recolección, las mismas vendimiadoras adaptadas al olivar.

En este sentido, Fontanazza y Cappellini (1993), indican que la densidad de plantación debe estar en relación con el vigor y la forma de conducción del cultivo, la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua. La principal limitación está en disponer de variedades menos vigorosas (Actualmente, se recomiendan las plantaciones intensivas de 250-300 árboles de un tronco por hectárea y con distancia entre líneas de 7-8 metros como la mejor solución (Pastor, 2000) y el sistema más rentable para su recolección es el integral vibrador-paraguas (Porras, 2001).

Otra alternativa es la que corresponde a dotar al vibrador de plataformas de recogida. Existen equipos formados por dos unidades, una de ellas consta de un vibrador y una plataforma inclinada que conduce el fruto derribado hacia la otra unidad, formada por otra plataforma que dispone en su parte inferior de una cinta transportadora, que guía el fruto hacia una tolva.

Entre los mecanismos que han aparecido para sustituir el movimiento tradicional de mallas y la recepción del fruto derribado, cabe destacar unos remolques de gran longitud tipo góndola provistos, en uno o en los dos laterales de la caja, de rodillos en los que se enrollan las mallas, cuando giran accionados por un motor hidráulico o bien mediante una transmisión mecánica desde la toma de fuerza (Barasona, 1998).

Para la recolección de la aceituna del suelo, se han desarrollado máquinas barredoras-hileradoras y barredoras-recogedoras con sistemas mecánicos o neumáticos.

Las técnicas de vibración para el derribo de frutos han sido aplicadas en numerosos frutales, siendo los cítricos uno de los más desarrollados.

Hedden *et al.* (1984), realizan ensayos sobre cítricos para comparar cinco sistemas de trabajo: los dos primeros, con vibradores unidireccionales,

utilizando distintas masas, excentricidad y velocidad de giro; los dos siguientes, mediante un vibrador multidireccional, con las masas girando en sentido contrario y en el mismo sentido; y el último, recolección manual, utilizada como control.

Whitney *et al.* (2001) determinan el efecto del tipo de vibración sobre el derribo de naranjos y sobre los posibles daños provocados en la corteza del tronco. Comparan la vibración multidireccional con la unidireccional, utilizando un mismo vibrador de troncos que permite obtener ambos movimientos, en ensayos realizados con tres tratamientos de un producto favorecedor de la abscisión. El porcentaje de derribo conseguido con la vibración unidireccional fue generalmente superior, obteniéndose correlaciones positivas con la altura de agarre del vibrador al tronco.

Salyani *et al.*, (2002), investigan, en naranjos, el efecto de un producto experimental de abscisión sobre la fuerza de retención del fruto y el porcentaje de derribo obtenido mediante vibradores de troncos. Se estudian como variables de la aplicación: tipo de pulverizador utilizado para realizar el tratamiento con el producto y dosis, volumen, distribución en altura y momento de la aplicación. Los volúmenes reducidos producen mayor deposición del producto, sin embargo, los volúmenes elevados consiguen mejores reducciones de la fuerza de retención y la altura de aplicación afecta significativamente a la penetración y deposición del producto, a la fuerza de retención y al porcentaje de derribo, siendo las aplicaciones que se distribuyen uniformemente en todo el árbol las que obtienen mayores porcentaje de derribo.

Erdogan *et al.*, (2003), en estudios realizados sobre la recolección de frutos de albaricoque (variedad Hacyhaliloglu), mediante un vibrador unidireccional de ramas, determinan el tiempo óptimo de derribo (5 segundos), la frecuencia (15 Hz) y la amplitud de vibración (40 mm).

### 3.2.2. Técnicas de vibración

Los primeros vibradores usados para el derribo de aceituna fueron los de tipo de biela-manivela aplicado en las ramas. Con el tiempo, se ha tendido a emplear vibradores de troncos de masas excéntricas y ha intentado optimizar el funcionamiento de la maquina, buscando un aumento de la eficacia de derribo.

Adrian y Fridley (1964), diseñan el primer vibrador de inercia que utiliza un mecanismo biela-manivela. Este accionaba un brazo deslizante, que mediante una pinza se fijaba al árbol.

Los vibradores multidireccionales se basan en el modelo desarrollado por Brandt en el año 1965. En la cabeza vibradora existen dos masas excéntricas que giran alrededor de un eje común, en sentido contrario y con velocidades diferentes aunque muy próximas. Dichas masas al girar crean unas fuerzas centrífugas, cuya resultante, variable en módulo, dirección y sentido, genera una vibración en el tronco del árbol. Esta vibración multidireccional provoca en el tronco un movimiento en estrella con un número de direcciones variable. Las masas y las velocidades de rotación pueden modificarse para adaptarse a diferentes potencias motoras y condiciones de vibración.

En el caso de utilizar una sola masa excéntrica girando a una velocidad angular constante, nos encontramos ante un vibrador orbital, que hace que el tronco se mueva siguiendo una circunferencia, con movimientos regulares carentes de búsqueda (Ortiz-Cañavate y Hemanz, 1989). Este tipo de movimiento es eficiente para que se produzca la caída del fruto y es usado también en pequeños vibradores.

Entre las técnicas de recolección de aceituna por vibración cabe subrayar el desarrollo de los vibradores por Ortiz-Cañavate *et al.* (1993), el perfeccionamiento de los vibradores con sistemas de control de amplitud y frecuencia (Pellenc, 1993), el invento de Porras (1993) de los vibradores con un sistema hidrostático de detención de oscilación, y también el trabajo de Pérez *et al.* (1997), sobre el desarrollo de un prototipo de un vibrador con amplitud y

frecuencia variables para mejorar las características de funcionamiento de modelos comerciales similares.

El uso de vibradores multidireccionales permite una vibración completa del árbol, si se usa la potencia necesaria. Además, la calidad de la operación es óptima, pues el desprendimiento de tallos es insignificante y sólo se desprende hoja y tallos dañados por el barrenillo (Humanes, 1994).

Fillat y Planas (1997), subrayan el derribo con vibradores como método más eficaz, ya que, la vibración, que se transmite desde el punto de agarre de la pinza del vibrador al árbol hasta el fruto, a través de la estructura del árbol, origina aceleraciones que provocan la rotura peduncular y el desprendimiento del fruto.

Los vibradores unidireccionales (sistema biela-manivela), pueden ir acoplados al tractor, empleándose en troncos de olivos jóvenes o en ramas principales, o pueden ser manejados por un operario, empleándose en ramas secundarias. Tienen una elevada eficacia de derribo, al aplicar la vibración cerca del fruto, pero, en el caso de los de tipo personal, tienen un grave inconveniente debido a los altos niveles de vibración y ruido a los que está sometido el operador, lo que hace inviable su empleo en periodos prolongados (Vicario *et al.*, 2001).

Gil Ribes y Blanco (2002), en ensayos de comparación entre cabezas vibradoras orbitales y multidireccionales, en función del porcentaje de derribo y la potencia demandada a la toma de fuerza del tractor, determinan que la cabeza orbital produce un 10 % de derribo más que la multidireccional, pero también consume mayor potencia (Tabla 6).

**Tabla 6. Comparación entre cabezas vibradoras en el derribo de aceituna de verdeo.**

Cabeza	FRFa (cN)	FRFd (cN)	PD (%)	Potencia tdf kW (CV)
Multidireccional	735.6	817.8	63.38	42.6 (58)
Orbital	783.3	767.0	73.28	58.4 (79)

Blanco (2002), plantea el estudio de los tiempos empleados en todas las fases de operación de vibrado de olivos. Para el ensayo y monitorización del sistema tractor-vibrador, utiliza un equipo de captura y registro de datos constituido por diversos sensores: potencia en la toma de fuerza del tractor (par y velocidad de giro), potencia hidráulica en la bomba y motor del vibrador (caudal y presión), presión en el cilindro de la pinza de agarre al tronco, velocidad de giro de las masas excéntricas que generan la vibración, aceleración en la pinza, velocidad de giro del motor del tractor y consumo de gasoil. Obtiene un tiempo medio de 15.56 segundos, destacando las elevadas pérdidas en el cambio entre pies y árboles y las frecuentes interrupciones provocadas por el manejo del equipo auxiliar, que lleva a una capacidad de 0.15 Ha/h. El análisis de las potencias muestra un valor medio de potencia demandada al tractor para la vibración de 36.6 kW, consiguiéndose un rendimiento global del circuito de 74.26 %.

Giametta y Zimbalatti (2003), estudian la influencia de la recolección mecanizada de la aceituna sobre la calidad del aceite de oliva, analizando las condiciones de operación de un prototipo de vibrador de ramas, desarrollado para su aplicación en árboles de grandes tamaños, y un vibrador-plataforma de recepción, de uso en árboles de tamaños intermedios. En ambos casos, se obtienen aceites de alta calidad, con buenos resultados en cuanto a capacidades de trabajo y productividad de las máquinas, y, en general, reducción de los costes de la recolección.

### 3.2.3. Características de la vibración

#### 3.2.3.1. Combinación Frecuencia-Amplitud

La vibración utilizada en la recolección de aceituna debe ser realizada con las correctas frecuencia y amplitud, para evitar roturas de ramas o defoliación. Debe provocarse una condición de gran inestabilidad para conseguir afectar la mayor parte de la copa del árbol y conseguir una completa y efectiva acción en el punto de separación de los frutos.

Berlage y Willmorth (1974), señalan que oscilaciones de elevada frecuencia y pequeña amplitud no resultan adecuadas para provocar el desprendimiento de los frutos, estando indicado el empleo de una gama de vibración de baja frecuencia.

O'Brien *et al.* (1983), obtienen las características de la vibración más favorables para el desprendimiento de los frutos, en función de frecuencia y amplitud.

El objetivo de las investigaciones de Affedt *et al.* (1988) fue desarrollar un mecanismo de control a través del cual la amplitud y la frecuencia de la vibración podían ser modulados independientes, aislando el desplazamiento cerca de las bajas frecuencia de resonancia y repartiendo la energía de vibración a más altas frecuencias, tradicionalmente empleadas para la recolección de frutos. El criterio para desarrollar el vibrador era eliminar el largo periodo de puesta en marcha/paro (transitorio) donde se producían grandes desplazamientos debidos al afecto de resonancia.

Los daños que puede sufrir el árbol debido a una mala vibración pueden ser en corteza, ramas, hojas, raíces y frutos.

La corteza es la parte más frecuentemente dañada. Su resistencia a la fuerza radial es de 34-41 Kg/cm<sup>2</sup> y a la fuerza tangencial es de 10-11 Kg/cm<sup>2</sup> (Adrian y Fridley, 1964). Naturalmente todo depende del estado de actividad de

la planta, siendo los daños menores en periodos de reposo.

Antognozzi *et al.*, (1984), determinan que la rotura de las ramas viene causada por grandes amplitudes a cualquier frecuencia. Las vibraciones prolongadas son las que más daño producen. Ramas debilitadas o parcialmente muertas también son muy sensibles.

La caída de hojas está provocada por una vibración de alta frecuencia, produciéndose las primeras caídas al superarse los 40 Hz y por vibraciones de larga duración. Donde más frecuentemente ocurre esto en la parte alta de árbol.

Las raíces no parecen sufrir ningún tipo de daño particular. En algún caso, las raicillas de pequeño diámetro, localizadas muy cerca del tronco, afloran sobre la superficie.

Los daños al fruto dependen del cultivar, del destino de la producción y de la época de recolección.

Fridley (1983), estudia los diferentes sistemas de derribo de los frutos por vibración, realizando una clasificación en función de las frecuencias y amplitudes aconsejables y la importancia relativa del sistema fruto-pedúnculo o de la estructura del árbol en la eficacia del sistema (Tabla 7).

**Tabla 7. Características de los árboles y de la vibración.**

Cultivo	Tipo de árbol	Frecuencia (ciclos/s)
Albaricoquero	1	15-30
Almendro	1	15-25
Cerezo	4	12-24
Ciruelo	2	15-25
Manzano	2	15-25
Melocotón	3	15-25
Nogal	3	15-20
Naranja	5	10-15
Olivo	5	20-35

El tipo 1 se refiere a una estructura rígida y un fruto soportado por un pedúnculo rígido, y el tipo 5 se trata de una estructura menos rígida y un pedúnculo largo y flexible.

Para el primer tipo, la frecuencia debe concordar con la natural del subsistema fruto-pedúnculo. Y para tipo 5 hay que intentar vibrar a la frecuencia natural de la estructura; como está no es única, ello obliga a realizar un barrido de frecuencias que las incluya, modificando la velocidad de rotación del motor hidráulico, variando el régimen de funcionamiento del tractor.

Afirma también que los daños producidos en la cortaza pueden ser muy importantes y pasar desapercibidos. Las ramas grandes se rompen con grandes amplitudes. Las altas frecuencias y periodos de vibración largos provocan la caída de pequeñas ramas y hojas. El desprendimiento del fruto se provoca más con vibraciones transitorias que sostenidas.

Alper *et al.* (1976), consiguieron relacionar la posición de aplicación del vibrador y la frecuencia de vibración con el movimiento del fruto en el cultivo de naranjo. La trayectoria de los puntos medidos en la vibración la representa, mediante tres ecuaciones de las componentes del desplazamiento, a través del análisis armónico. Concluyen que al subir la frecuencia o distancia entre el punto de agarre y la unión de las ramas, ocasiona una mayor amplitud del movimiento en la zona de los frutos.

En los últimos tiempos, la tendencia ha sido hacia un progreso aumento de la frecuencia y una pequeña disminución de la amplitud. Si hace años la mayoría de los vibradores hacían girar sus masas excéntricas a 1400-1500 rpm, ahora es más frecuente encontrar velocidades de giro en torno de 1800 rpm (Gil Sierra, 1999),

La mejora del diseño de los vibradores puede limitar los daños, por lo que se emplean controles hidráulicos para evitar grandes amplitudes del movimiento, durante los transitorios de arranque y parada, y sistemas que mantienen equilibradas las masas de inercia hasta el régimen de trabajo, para



desequilibrarlas después. Dada la mayor uniformidad de los troncos, se pueden utilizar sistemas de agarre radiales, de tres puntos, que sujetan mejor y dañan menos a la corteza que los de tipo tijera de dos puntos (Gil Ribes *et al.*, 2002).

Blanco *et al.* (2002), estudian la respuesta dinámica del olivo en la mejora del proceso de derribo de aceituna. Destacan que la potencia demandada por el vibrador aumenta conforme lo hace el diámetro del tronco del árbol y con la disminución de la altura de agarre. Por lo que es aconsejable la vibración de árboles no muy grandes y con la cruz elevada. También señalan que la frecuencia más apropiada para la vibración del olivo es cercana a 26 Hz, donde se han registrado valores de la Función de Transferencia mayores y menores absorciones de energía.

Abdel-Fattah *et al.* (2003), estudian los movimientos que se originan durante la vibración de árboles utilizando vibradores de troncos. Ensayan 21 vibradores comerciales, obteniendo los desplazamientos que provocan en las direcciones horizontales (X e Y) y en la dirección vertical (Z), destacando la importancia de éstos últimos, que pueden generar daños a la corteza del árbol y a las raíces.

### **3.2.3.2. Modelos y modos de oscilación de aceituna**

Para entender mejor los mecanismos de desprendimiento del fruto, muchas investigaciones se han centrado en el sistema fruto-pedúnculo y su respuesta a la vibración.

Durante la vibración los esfuerzos que causan el desprendimiento del fruto son tensión, torsión y flexión, que interactúan entre ellos creando inestabilidad y fatiga en el pedúnculo (Fridley y Adrian, 1960; Tsatsarelis, 1987; Mongelli, 1976). Con esta acción el tamaño del fruto y la fuerza de unión son importantes y varían notablemente con el tipo de cultivar y el momento de recolección.

Parchomchuk y Cooke (1972), obtienen que el desprendimiento del fruto es causado por un máximo relativo entre rama-tallo o tallo-fruto y que ciertas

frecuencias de vibración son más eficientes que otras. En cuanto al arranque de frutos con tallo intacto, la frecuencia de esfuerzo podría ser la primera frecuencia natural y en cuanto al arranque sin tallo, la segunda ya que ésta provoca un movimiento más inestable.

Fridley y Yung (1975), observaron 3 modos de oscilación en la aceituna (pendular, rotacional y longitudinal) y que a 850 ciclos por minuto en el movimiento rotacional el máximo esfuerzo (tensión) ocurría en la unión del fruto con el pedúnculo, indicando la posibilidad de derribo del fruto sin pedúnculo.

López Giménez (1979), estudia el comportamiento dinámico del subsistema fruto-pedúnculo de aceituna, sometido a excitaciones forzadas de frecuencia y amplitud variables, a través de una modelización del mismo. Concluye que aunque durante el régimen transitorio gran parte de los frutos caen, estos necesitan un determinado número de ciclos para que se produzca la separación, ya que, el derribo se debe a la fatiga del material.

Alper *et al.* (1976), establecieron que el desprendimiento del fruto era causado por esfuerzos cíclicos creados por un movimiento periódico entre la masa del fruto y el pedúnculo.

Tsatsarelis (1987), plantea, en estudios de derribo de fruto, un modelo del sistema fruto-pedúnculo con dos grados de libertad. Demuestra que a bajas frecuencias, los frutos caen con tallo (modo de péndulo), mientras que a altas (modo de basculamiento) caen sin el. El parámetro más importante es la combinación frecuencia-amplitud que varía entre 10 y 25 mm de pico a pico y 700-1700 ciclos por minuto. También la influencia de amortiguamiento no lineal debido al aire es pequeña en el sistema.

Ciro (2001), estudia las frecuencias naturales del sistema fruto-pedúnculo en árboles de café, utilizando modelos teóricos de uno y dos grados de libertad. Determina las propiedades físicas y mecánicas del sistema en función de grado de maduración del fruto, obteniendo que las frecuencias naturales decrecen con

el mismo. La selectividad y el desprendimiento de los frutos dependen de parámetros de la vibración tal como la amplitud, tiempo y frecuencia y no sólo de las frecuencias naturales. Los modelos teóricos son útiles para predecir el comportamiento dinámico del sistema fruto-pedúnculo en su primer modo de vibración.

### 3.2.3.3. Transmisión de la vibración

El olivo presenta serias dificultades a ser vibrado, principalmente, por la alta relación fuerza de retención del fruto/peso del fruto, así como por la propia estructura del árbol, que dificulta la transmisión de la vibración (Gil Ribes y López-Giménez, 2001). Su particular estructura y propiedades mecánicas hacen que sea difícil predecir una frecuencia de resonancia para el conjunto del olivo, por lo que se realiza el estudio buscando la resonancia en las partes más cercanas al fruto (Castro *et al.*, 2001).

La transmisión de la vibración desde el tronco hasta el fruto puede variar en función de diversos factores, como son:

- La elasticidad y rigidez del pedúnculo.
- La longitud y flexibilidad de las ramas, tanto fructíferas como vegetativas.
- La dirección de dichas ramas.

Esta transmisión se realiza eficientemente desde el tronco hasta las ramas principales, pero disminuye fuertemente en el sistema terciario y en las hojas.

En el estudio de Fridley *et al.* (1971), sobre la recolección mecánica de aceituna en California, se muestra que la dificultad en el derribo de aceitunas se debe a una estructura no adaptada a la transmisión de vibración, a la fuerte unión fruto-árbol y al poco peso del mismo. Las podas clásicas con abundantes ramas colgantes en la periferia producen un fuerte amortiguamiento y una importante fuerza de inercia a la transmisión de vibraciones. La relación fuerza/masa es muy alta (>100) y depende de la variedad, condiciones del olivar y épocas de

recolección. Experiencias de campo han mostrado la viabilidad del empleo de los vibradores y que su uso correcto no daña al árbol, junto a la importancia de podar los árboles y adaptarlos a la recolección mecánica, por la evidencia de que el fruto no caído no se encuentra en la totalidad del árbol sino localizado en unas ramas, orientado sobre ella.

Fridley *et al.* (1973), Insisten sobre la necesidad de adecuar las técnicas de poda a la obtención de una estructura más favorable a la transmisión de vibración sin que las modificaciones necesarias en la forma del árbol vayan en detrimento de la producción.

La oscilación natural en el tronco es, de media, 26 Hz, y la de una rama principal es de 16 Hz. Di Candia y Pellerano (1975), sostienen que en las ramas y hojas hay tanta pérdida de frecuencia que es bastante improbable que se llegue a la frecuencia de resonancia crítica en el árbol. Dependiendo del sistema de poda aplicado, podría alcanzarse dicha frecuencia en una parte concreta del árbol.

Fridley y Yung (1975), afirman la importancia de la transmisibilidad de la estructura del árbol. La experiencia muestra, que árboles con tronco y ramas erguidas tienen buena transmisión. Por el contrario, los olivos con ramas flexibles y colgantes transmiten mal la vibración.

Gil Ribes (1979), examina los parámetros estructurales más influyentes en la transmisión de la vibración y los clasifica según el efecto, que producen en la misma:

Efecto positivo:

- Diámetro del último tramo de rama recorrido por la vibración.
- Diámetro medio recorrido por la vibración a través de la estructura.
- Rectitud del camino.
- Altura sobre el punto de agarre.

Efecto negativo:

- Suma de los ángulos de caída de las ramas.
- Suma de los ángulos de los codos.
- Distancia al eje del árbol.
- Longitud recorrida por la vibración en la estructura.
- Ángulo de caída de la última rama.

Usando el análisis espectral, estudia la Función de Transferencia y los espectros obtenidos de las respuestas de las ramas para determinar la mejor frecuencia de transmisión de energía. Los valores oscilan entre 18 y 34 Hz, con una media de 25.5 Hz. A través de las relaciones entre aceleraciones del punto ensayado y del punto de agarre establece los parámetros que favorecen o no la vibración. Estudia la eficiencia de la transmisión por el valor de aceleración eficaz, en dos variedades de olivo y con tres frecuencias de excitación diferentes.

Cartechini y Tombesi (1984), estudian la transmisibilidad en el árbol, llegando a la conclusión de que las largas distancias al eje central, la longitud de las ramas fructíferas y su forma colgante son negativas para una vibración eficiente.

Antognozzi *et al.* (1984), sostienen que la presencia de múltiples ramas en un tocón estorban en el ataque al tronco por parte del vibrador, alargan el tiempo de recolección y reducen la eficacia del trabajo. También sostienen que los árboles viejos no responden uniformemente a la agitación y los rendimientos totales de cosecha son bastante bajos.

Ortíz-Cañavate y Gil Sierra (1986), describen distintos modelos de vibradores comerciales haciendo referencia a problemas que presentan. Al comenzar la vibración la pinza se afloja, con lo que se pierde eficacia en la vibración transmitida y se daña la corteza. Para evitarlo se envía presión a los cilindros de apriete durante la vibración mediante una válvula anti-retorno. Por otro lado, la pinza que agarra al árbol en tres puntos, transmite al tronco casi el mismo desplazamiento en todas direcciones. Cuando el agarre se realiza por dos

puntos, la transmisión en la dirección transversal al agarre es mayor que en la dirección longitudinal y recomiendan el uso de almohadillas que transmitan la vibración de la forma más uniforme posible.

Porras *et al.*, (1997), Estudian los sistemas actuales de plantación del olivar aptos para la recolección, demuestran que los árboles deberán ser formados con un solo tronco lo bastante alto como para poder adaptarle los vibradores e incluso permitir un trabajo cómodo de las estructuras recogedoras ( $1\pm 0.2$  m). Las ramas primarias más bajas no deberían estar a menos de 1 m del suelo, debiendo ser incluso más altas, ya que, los troncos cortos hacen difícil el trabajo del vibrador e incrementan los potenciales daños a la corteza.

El acortamiento de las ramas fructíferas largas aumenta la transmisión de la vibración e incrementa la caída de frutos sin disminuir de forma importante la producción.

En definitiva, los árboles de porte vertical y con un solo tronco alto son los mejor adaptados a la recogida mediante vibradores de troncos.

Barasona Villarejo (2000), caracteriza diversos sistemas de agarre en base a la transmisión de la vibración. Concluye que los criterios más adecuados para el diseño son: contacto de tres o más puntos al árbol, utilización de tacos de caucho de dureza próxima a 70 sh y presión de contacto lo más alta posible pero no superando 150 bares.

Kouraba *et al.*, (2004), en el estudio de aptitud de variedades de olivo a la recolección mecánica mediante vibradores de tipo “mochila”, indican que la transmisión de la vibración depende de la relación de la longitud de la rama vibrada y el diámetro medio de la rama

Entre las variables de estudio implicadas en el derribo de aceituna, destacan las relacionadas con la respuesta del olivo ante la vibración forzada. En este sentido, son diversos los estudios realizados para la caracterización de la estructura del árbol y de las necesidades de potencia (Castro *et al.*, 2002).

Gil Amores *et al.* (1999), realizan estudios sobre distribución de masa en olivos, determinando el centro de gravedad de la parte aérea del árbol, para aplicarlos en la modelización de postes de ensayo. Concluyen que el centro de gravedad del olivo se encuentra situado, aproximadamente, a un tercio de la altura máxima del árbol. La excentricidad del centro de gravedad en relación a la altura máxima del olivo alcanza valores cercanos al 10 % y respecto al diámetro del tronco valores próximos al doble.

Horvath y Sitkei (2001), realizan un modelo mecánico de árbol para estudiar el consumo de energía de vibradores de troncos en diferentes condiciones de operación, introduciendo la medida de la aceleración producida en el suelo alrededor del tronco del árbol, para añadir una nueva componente de masa. El análisis del comportamiento dinámico del sistema, muestra que la deformación elástica del tronco es mayor cuando se incrementa la altura de agarre del vibrador al tronco, resultando una disminución de la potencia demandada.

Castro *et al.* (2003), estudian la influencia de la altura de agarre en el empleo de vibradores de troncos, indicando que existe una variabilidad entre los resultados obtenidos de los diferentes árboles ensayados. Sin embargo, la influencia de la altura de agarre al tronco para realizar la vibración presenta una tendencia clara, marcada por una mayor transmisión de la vibración conforme aumenta dicha altura.

Aristizábal *et al.*, (2003), estudian las propiedades mecánicas y físicas de los árboles de café para modelizar su comportamiento y aplicarlo al diseño de vibradores de troncos. Eligen tres variedades y, en cincuenta árboles de cada una, determinan: longitud, ángulo de inserción y diámetro de las ramas; diámetro del tronco a diferentes alturas; masa del tronco, de las ramas, de las hojas, y total del árbol; densidad aparente y contenido de humedad del tronco; módulo de elasticidad del tronco y de las ramas; constante elástica del tronco y de las ramas; coeficiente de amortiguamiento; y frecuencia natural amortiguada. Concluyen que la variedad con menor número de ramas primarias, menor rigidez

en el tronco, y mayor rigidez en las ramas, presenta las características idóneas para favorecer la transmisión de la vibración aplicada en el tronco.

García-Uribe y Oliveros–Tascón (2003), estudian la recolección mecánica del café mediante vibradores de troncos, centrándose en el análisis de los daños en la zona de agarre del árbol y en la transmisión de la vibración. Evalúan, en laboratorio, la tensión radial máxima admisible en la corteza y, en condiciones de operación en campo, el sistema de agarre, mediante medida de las aceleraciones en tronco y pinza, y de la distribución de la presión en la zona de contacto. Los resultados obtenidos se utilizan para diseñar y establecer las condiciones de operación de un sistema de agarre que consiga una eficiente transmisión de la vibración (se llega a más del 80 %) y evite los daños al árbol.

Láng (2003), establece un modelo estático y dinámico para describir la conexión árbol-suelo, y determinar el comportamiento de las raíces y del tronco, durante la aplicación de una fuerza externa tal como la vibración provocada para derribar el fruto. Realizan ensayos en cerezos, midiendo fuerzas y desplazamientos en raíces y tronco y aceleraciones en el tronco.

### **3.3. TÉCNICAS BASADAS EN ANÁLISIS DE IMÁGENES**

A continuación, se describe la aplicación en agricultura de algunas técnicas de análisis de imágenes y de visión artificial, en general.

#### **3.3.1. Evaluación de la calidad de fruto y su clasificación**

Brittner y Norris (1968), fueron entre los primeros que comenzaron los ensayos experimentales de procesamiento de imágenes en agricultura, analizando las propiedades ópticas para seleccionar frutos. Gaffney (1969), estudia las propiedades de las variedades de cítricos en Valencia mediante reflexión de luz a una determinada longitud de onda. En ambos casos el análisis se realiza con un método óptico y no digital.



Las bases del Procesamiento Digital de Imágenes (PDI) empezaron a establecerse a partir de los años 70 y desarrollarse después de los años 80, con trabajos como los de González y Wintz (1977) y Hall (1979), donde se aprovechan estas técnicas para plantear futuros estudios.

Desde los años 80 empezaron estudios centrados en la superficie de los frutos. Las principales características que se han evaluado han sido el color, el tamaño, la forma y la presencia de defectos externos (Blasco *et al.*, 1999).

Tao *et al.* (1990), realizan investigaciones para estimar el tamaño y forma de las patatas, y Varghese *et al.* (1991), de las manzanas partiendo del valor de su área (Okamura *et al.*, 1991).

En otros estudios se ha calculado el tamaño de los tomates, en función de su perímetro (Sarkar y Wolfe, 1984) o del diámetro (Brodie *et al.*, 1994).

También es necesaria la aplicación de la visión artificial en el estudio de los frutos de tamaño pequeño, como, por ejemplo, para determinar los niveles de color de aceitunas de mesa (Karaoulanis y Bamnidou, 1995; y Blasco *et al.*, 1999).

Davenel *et al.* (1988), estudian la presencia de defectos o manchas en la piel, que se considera un parámetro importante en la exploración de la calidad del fruto, junto con la evaluación de color (Miller y Delwiche, 1989; Lefebvre *et al.*, 1994). Análisis más reciente revelan cambios considerables en la textura de la piel (Liao *et al.*, 1990).

### **3.3.2. Medidas geométricas en cultivos**

Los estudios consistieron en la aplicación de un sistema consistente en las fases siguientes:

- Captura de una imagen
- Análisis de histograma
- Segmentación

- Extracción de características
- Cálculos sobre características

Rice *et al.* (1988), trabajan en las posibilidades de medida del relieve de una parcela de cultivo mediante el análisis de las características de imágenes, realizando medidas de la topografía del suelo mediante técnicas de procesamiento de imágenes. Esta tecnología es combinada entre el análisis de imágenes, y la reflexión producida al recibir un haz de rayos láser, la superficie del suelo que se pretende analizar.

Churchill *et al.* (1992), realizan medidas del tamaño de semillas comparándolas con medidas manuales. En otros ensayos se ha empleado la técnica de visión artificial en la medida del tamaño de superficie foliar en cultivos para evaluar su crecimiento vegetativo (Richardson y Weighland, 1977; Sarkar y Chaudhuri, 1992).

### **3.3.3. Reconocimiento y detección de malas hierbas**

Benlloch *et al.* (1995), desarrollan un sistema de detección de malas hierbas con el uso de dos bandas de color, y una posterior segmentación, con posibilidad de extraer características internas de la propia hoja y separar la mala hierba de la planta del cultivo (Woebbecke *et al.*, 1995). En otros estudios se combinan dos técnicas en el mismo proceso para la detección de malas hierba, donde se usan técnicas de color y formas en la detección de malas hierbas en cultivos de cereales de invierno (Pérez *et al.*, 2000).

Critten (1996), aplica el análisis de Fourier, para analizar “fractales”, que son un conjunto de dimensiones que se repiten en distintos patrones de hojas de una hierba concreta.

En el proceso de tratamiento selectivo de malas hierbas (Lee *et al.*, 1997), se realiza, en primera fase, la detección de la mala hierba o un conjunto de malas hierbas y en la segunda fase, se calcula su posición respecto al tractor-pulverizador para aplicar la cantidad de producto adecuada.

También se han desarrollado diversos estudios por Marchant *et al.*, (1995), y por Moltó *et al.* (1996) de la Universidad Politécnica de Valencia y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

En los trabajos de Marchant *et al.* (1995), se ha desarrollado un sistema para separar las plantas, malas hierbas y el suelo, en imágenes usadas para el control de un vehículo autónomo de protección de cosecha. El vehículo dispone de un sensor en cada rueda, y una cámara, la cual captura las imágenes que posteriormente se aplicarán en la orientación del vehículo.

### **3.3.4. Análisis del suelo y de restos de cosecha**

Uno de los primeros trabajos donde se realiza una evaluación de cobertura por métodos de fotografía es el realizado por Laflen *et al.* (1981). La evaluación de la fracción de una superficie de suelo con restos de cosecha a partir de imágenes, es una técnica que se ha venido utilizando desde hace más de 20 años.

Han y Hayes (1990), elaboran un algoritmo para un trabajo de análisis de texturas para discriminar suelo cubierto y suelo desnudo, un método que cruzaba las matrices obtenidas para señalar la textura de un conjunto de píxeles continuos. Este método resultó que no era adecuado, debido a la gran gama de texturas obtenidas, lo cual impide que se pueda aplicar de una forma precisa y rápida (Li y Chaplin, 1995). Se observan en los resultados unas gráficas donde se expone la variación de la fracción de cubierta en la misma imagen para diferentes tamaño de píxeles, a la vez que se analiza un valor que es el de Coeficiente de Variación de esa fracción (CV).

Morrison y Chischester (1991), realizan un trabajo mediante un programa llamado VIA. Usando una cámara de video digital en color, con adquisición de 30 imágenes por segundo (Meyer *et al.*, 1988). Un microprocesador utiliza un algoritmo que comparaba el color de cada píxel. El sistema realiza un procesamiento basado en el estudio de una imagen en diferentes píxeles aleatorios (Han y Hayes, 1990). Cada píxel es 0.2 mm de ancho, y cada uno de ellos se evalúa como SI (hit) o NO (miss).

Con el mismo sistema, la imagen era recapturada y se extraían de nuevo zonas de  $0.6 \times 0.6 \text{ mm}^2$  las cuales eran evaluadas. Variando el tamaño de los píxeles se conseguían distintos valores de porcentaje. Finalmente se introducían esos valores en una fórmula para medir el error en cada tipo de tamaño de píxel. Como es de suponer, el error era menor, a medida que el tamaño de píxel estudiado era menor en tamaño.

Posteriormente se cambió el sistema (Morrison *et al.*, 1998), utilizando una cámara controlada por ordenador, para capturar imágenes y analizarla en laboratorio.

Li y Chaplin (1995), desarrollan un método de estimación de cubierta mediante un programa de análisis de imágenes por ordenador. Este programa permite aplicar un umbral en el histograma obtenido en escala de gris y segmentar la imagen de manera que se visualice en dos colores solamente, mostrando en blanco el residuo, y en negro el suelo desnudo. Se exploraban una serie de píxeles de manera aleatoria dentro de la imagen. Es decir mayor número de píxeles evaluados, menor error se produce (Morrison y Chichester, 1991).

Agrela (2003), evalúa la cubierta vegetal de restos de cosecha y su evolución a lo largo del año agrícola, desarrollando una técnica de estimación de residuo basada en el Análisis Digital de Imágenes, para, posteriormente, utilizarla de forma automatizada en aplicaciones directas en campo.

### **3.3.5. Control de vehículos agrícolas**

Se han desarrollado equipos que pretenden reducir o eliminar operaciones por parte de los agricultores con el objetivo de disminuir costes de producción. Hay trabajos relativos al control de la aplicación de fitosanitarios de forma automatizada (Schafer *et al.*, 1981), a la recolección individualizada de cítricos (Grand d'Esnon, 1984; y Slaughter y Harrell, 1989), y a cosechadoras guiadas por visión artificial (Nigel y McFarlane, 1992).

El uso de sistema de visión para tractores autoguiados ha sido investigado con especial interés (Choi *et al.*, 1990). En estos sistemas se suelen incorporar cámaras que actúan como sensores, las cuales permiten predeterminar el camino a seguir.

Juste *et al.* (1991), estudian la recolección robotizada de cítricos, desarrollando un brazo robotizado, y un sistema de visión para su control, mostró ser el punto más complicado del desarrollo (Moltó *et al.*, 1992; Pla *et al.*, 1993). Para la localización de los cítricos, se basaron en una segmentación por color sobre un modelo de reflexión de luz.

### **3.3.6. Otras aplicaciones**

Agrela *et al.* (2001), estudian el proceso de derribo de aceituna de molino a lo largo del tiempo de vibrado, utilizando una cámara de vídeo digital, un ordenador equipado con una tarjeta de adquisición de imágenes y “software” específico para la adquisición y su posterior análisis y procesado.

Hensel (2003), desarrolla un método para obtener la distribución espacial de abonos granulares, basado en el análisis de imágenes, utilizando un tractocarro equipado con un receptor GPS, una cámara digital convencional y el correspondiente “software” de análisis. Las partículas de abono se distinguen de los componentes del suelo en función del color, forma y tamaño, estando influenciada su correcta detección por la naturaleza del fertilizante y por factores ambientales como la iluminación, las condiciones del suelo (textura, estructura y humedad) y la vegetación (plantas o restos de cosecha).

Blanco *et al.* (2004), determinan los movimientos relativos que se originan entre los dos brazos de la pinza de agarre de un vibrador de troncos mediante el uso de una cámara digital de alta velocidad, registrando 500 imágenes por segundo. Establecen una metodología de ensayo aplicable en ensayos de comparación del funcionamiento de vibradores en relación a los posibles daños que pueden causar en la zona de agarre al tronco durante la vibración.

## **4. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. INSTRUMENTACIÓN Y TOMA DE DATOS DEL ÁRBOL Y DEL DERRIBO DE ACEITUNA**

#### **4.1.1. Características varietales**

Se describen los parámetros utilizados para representar características de la variedad (Kouraba *et al.*, 2004), relacionados con el proceso natural de maduración y que, por tanto, van a determinar el proceso de derribo por vibración. Estos parámetros son la Fuerza de Retención de Fruto, el Peso unitario de aceituna, y el Índice de Maduración.

##### **4.1.1.1. Resistencia de desprendimiento del fruto o Fuerza de Retención del Fruto**

Para obtener la Fuerza de Retención de Fruto se extraen veinte aceitunas elegidas al azar, de cada árbol ensayado, mediante el uso de un dinamómetro marca “CORREX”, midiendo valores hasta 1000 cN, adaptado para tal cometido (Figura 2). Se anota la magnitud en el lugar correspondiente, de forma que cualquier dato esté perfectamente localizado. La FRF se determina antes de la vibración del árbol (FRFa), y después de la vibración (FRFd), para así tener el dato correspondiente a las aceitunas no derribadas.

En el caso del ensayo de dos vibraciones, se extraen aceitunas antes de vibrar, después de la primera vibración y después de la segunda vibración para obtener los valores de Fuerza de Retención del Fruto antes de la vibración (FRFa), Fuerza de Retención del Fruto después de la primera vibración (FRFdV1) y Fuerza de Retención del Fruto después de la segunda vibración (FRFdV2).

Las aceitunas muestreadas son recogidas, en una bolsa de plástico, anotando las referencias de la FRF y árbol ensayado, para su traslado a laboratorio, donde se realizarán las medidas de Peso e Índice de Maduración.



Figura 2. Dinamómetro adaptado para medidas de Fuerza de Retención del Fruto (FRF).

#### 4.1.1.2. Peso unitario de aceituna

Tras la recogida en campo de las diferentes muestras de aceitunas y una vez en laboratorio, se determina el Peso usando balanza de precisión (Figura 3). Para cada ensayo, el Peso se representa como el medido antes de la vibración (Pa) y el Peso después de la vibración (Pd).

En el caso de los ensayos de dos vibraciones, se obtiene el Peso unitario de la aceituna antes de la vibración (Pa), el Peso después de la primera vibración (PdV1) y el Peso después de la segunda vibración (PdV2).



Figura 3. Balanza electrónica usada para determinar el peso de aceituna.

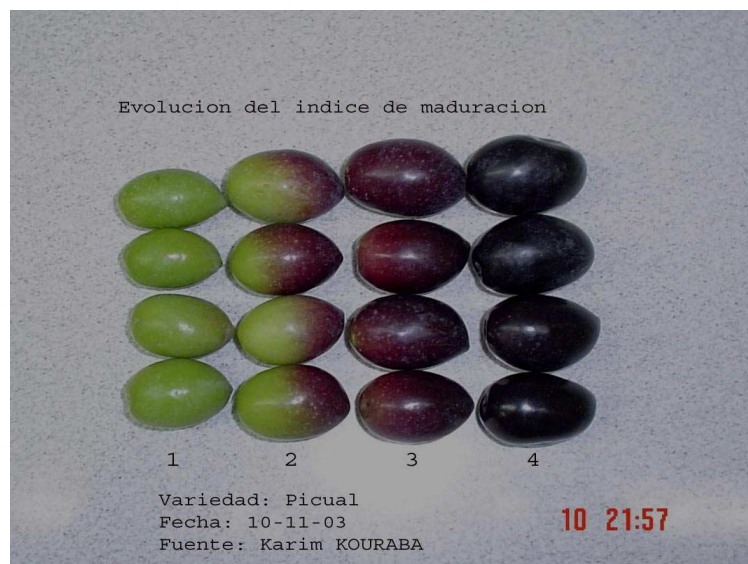
#### 4.1.1.3. Índice de Maduración de aceituna

A cada aceituna recogida se le midió el Índice de Maduración. Éste varía entre 0 y 4, según se observa en la Figura 4, calculándose tanto para la aceituna antes de vibrar (IMa) como después de la vibración (IMd).

Para los ensayos de dos vibraciones, el Índices de Maduración se obtiene antes de la vibración (IMa), después de la primera vibración (IMdV1) y después de la segunda vibración (IMdV2).

Su conocimiento tiene especial importancia para ver la evolución de la eficacia de vibración a lo largo de la maduración de aceituna. Los estados de madurez en función del color externo son (Figura 4).

0. Verde intenso
1. Verde amarillento
2. Enverado
3. Violeta
4. Negro



**Figura 4. Evolución del Índice de Maduración de la aceituna.**



#### 4.1.2. Características geométricas del árbol y de la vibración

Se caracterizaron los árboles ensayados en base a las dimensiones geométricas siguientes:

- Diámetro del tronco (Dt)
- Diámetro de la copa (Dc)
- Altura de la copa (Hc)
- Altura de la cruz (Hcr)
- Altura de agarre (Hag)
- Volumen de la copa (Vc)

En cuanto a la vibración, la altura de agarre de la pinza del vibrador al tronco del árbol, medida desde el nivel del suelo, ha sido fijada en 70 cm y las revoluciones del motor del tractor en 1900 rpm, en todos los ensayos, para que las condiciones de vibración sean similares.

El volumen de la copa (Vc), considerando que puede asimilarse a un elipsoide, se calcula de la siguiente forma:

$$Vc = \frac{\pi}{6} \times (Dc^2 \times Hc)$$

Donde Dc y Hc representan el diámetro y altura de la copa del árbol, respectivamente.

#### 4.1.3. Eficacia de derribo (Porcentaje de Derribo)

Se obtiene por el cociente entre el Peso de la aceituna derribada por el vibrador y el Peso total de la aceituna del árbol multiplicado por 100.

Ésta se determina extrayéndola del árbol mediante vareo manual, utilizando dos varas fabricadas con fibra de vidrio (Figura 5), cuya principal ventaja es su menor peso, o, a veces, con vibradores de ramas de tipo personal (vibradores “de mochila”).

La realización del vareo tiene dos exigencias fundamentales: Conseguir que el árbol prácticamente quede sin fruto y hacer el menor daño posible al árbol, sobre todo, en los brotes jóvenes, que son los más susceptibles y los soportes de la cosecha del año siguiente.



Figura 5. Operación de vareo para agotar el árbol.

## 4.2. EQUIPO Y METODOLOGÍA DE REGISTRO Y ANÁLISIS DE IMÁGENES DE LA CAÍDA DE ACEITUNA

Se establece un método que ayude a determinar el porcentaje instantáneo y acumulado de derribo de aceituna a lo largo del tiempo de vibración, basada en el análisis de imágenes registradas durante el proceso. Se parte de los trabajos previos realizados por el Grupo de Investigación “Mecanización Agraria y tecnología Rural” del Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Córdoba (Agrela *et al.*, 2001).

### 4.2.1. Equipo

Para el registro del proceso de caída de aceituna se utiliza una cámara de video digital ubicada sobre un bastidor diseñado para tal fin. El bastidor está formado por un marco horizontal, para situarlo a nivel del suelo, que se cubre por una tela blanca de 0.5 m<sup>2</sup>, y los soportes, perpendiculares a esta superficie,

unidos por una barra transversal, que lleva en el centro una pletina, para colocar la cámara digital (Figura 6).

El bastidor permite la regulación de la altura de la cámara, para enfocar el marco y la superficie de la tela (altura 1.70 m), mediante el desplazamiento vertical de los soportes, y la nivelación del conjunto, con tres puntos de apoyo situados en el marco. La fijación de la tela en el marco se realiza mediante pinzas.



**Figura 6. Bastidor utilizado en los ensayos para enfocar la cámara de video.**

La cámara de video empleada es una cámara digital de la marca JVC modelo GR-DV3 (Figura 7). Convierte las señales entrantes de video y audio en formato digital para grabarlas, muestreándolas a 13.5 MHZ (Señal de Luminancia) y 6.75 MHZ (Señales de color) y 48 KHZ ó 32 KHZ, respectivamente (Figura 8). Sus principales características técnicas se describen en la Tabla 8.

El procesamiento de las imágenes se realiza mediante un ordenador equipado con una tarjeta de adquisición de imágenes (Matrox–Meteor II de la marca Matrox Imaging) y un “software” específico de adquisición y análisis (Inspector 2.2 de la marca Matrox Imaging).



**Figura 7. Cámara de video digital.**

**Tabla 8. Características técnicas de la cámara de video utilizada.**

Especificaciones	Características técnicas
Alimentación	6.3 VCC/ 7.2 VCC. (Utilizando el cargador-base de montaje / utilizando la batería)
Consumo	6 W (aproximadamente)
Formato	DV (modo SD)
Formato de señal	PAL estándar
Formato de grabación de la señal de video	Grabación de componentes digital
Cinta	MINI DV
Velocidad de grabación	SP: 18.8 mm/s - LP: 12.5 mm/s
Duración máxima de grabación	SP: 60 min LP: 90 min (utilizando una cinta M-DV60ME)
Captador	CCD de 1/4"
Objetivo	F1.8, f=3.6 a 36 mm, objetivo "zoom" eléctrico, 10:1 Diámetro de filtro
Diámetro de filtro	27 mm (con el casquillo del objetivo fijado) 25.5 mm(con el casquillo del objetivo suelto)
Visor	0.55" LCD color, 113.000 píxeles
Temperatura de funcionamiento	0 a 40°C
Humedad de funcionamiento	35 a 80 %
Temperatura de almacenamiento	-20 a 50°C
Dimensiones	45 × 135 × 81 mm (con el visor retraído)
Pesos	390 g aproximadamente (sin cinta ni batería) 480 g aproximadamente (con cinta y batería)

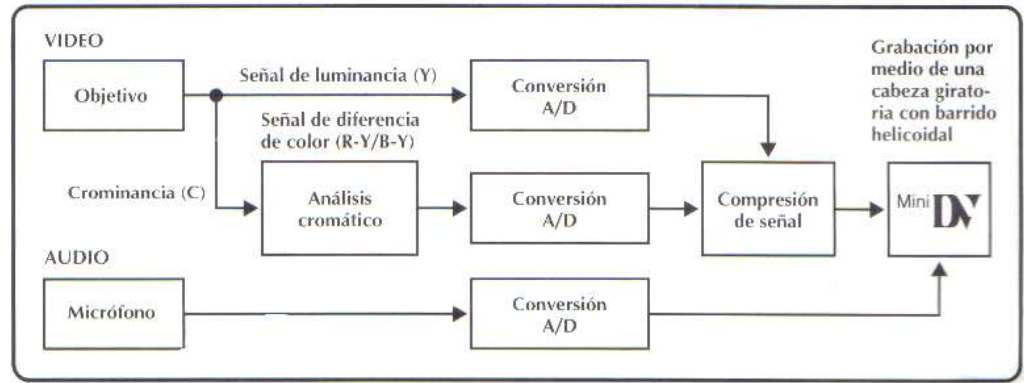


Figura 8. Cámara de video digital. Esquema del proceso de grabación de señales.

#### 4.2.2. Metodología

Se utiliza como unidad de muestreo, la superficie cuadrada ( $0.5 \text{ m}^2$ ) formada por el marco del bastidor cubierto por una tela blanca. Se sitúa sobre las mallas empleadas para la recogida de la aceituna, a nivel del suelo y arbitrariamente bajo la zona de goteo del árbol vibrado (Figura 9).



Figura 9. Preparación del equipo de muestreo (recepción) y registro de la caída de aceituna.

La técnica operativa se describe a continuación:

- a) Al comienzo del ensayo, se ajusta el bastidor (cámara) y la superficie de muestreo. La cámara deberá recibir las imágenes en las mejores



condiciones posibles, para ello, el marco inferior del bastidor debe quedar encuadrado dentro de la imagen, ocupando el máximo de la misma, y con los límites paralelos a los laterales y frontales del propio encuadre. El eje óptico de la cámara debe ser perpendicular al plano de recepción de aceitunas que, a su vez, debe posicionarse horizontalmente, lo cual se verifica con unos niveles.

- b) Las aceitunas comenzarán a caer una vez se inicie el vibrado. Una muestra de ellas caerá en la superficie de muestreo (Figura 10) y la cámara registrará, en una cinta magnética, la caída de aceitunas hasta concluir la vibración.



**Figura 10. Muestreo de aceituna derribada.**

El proceso de análisis de imágenes se describe a continuación:

- 1) En cada imagen capturada, se selecciona la superficie de recepción de aceituna, mediante el programa Adobe Photoshop (Figura 11). De ahí se puede obtener una sucesión de imágenes que muestren, cada unidad de tiempo establecida, las aceitunas caídas en la superficie de recepción (Figuras 12 y 13). En la imagen inicial (0 segundos) no habrá ninguna aceituna y en la imagen final (20 ó 10 segundos, según el tiempo de vibración) estarán todas las aceitunas susceptibles de ser

derribadas sobre la superficie de muestreo por el método establecido (vibrador de troncos) y durante el tiempo de vibración.

- 2) Se busca el Umbral óptimo (0-255), de forma manual (“Segmentación Manual”), con el programa Inspector 2.2, usando la banda del color rojo, ya que, ésta permite la mejor visualización de la aceituna (Figura 14).
- 3) Se obtiene, mediante una función de conteo de píxeles, el porcentaje de área de muestreo (tela blanca) que no contiene aceituna y el porcentaje de área que si está ocupado por la aceituna derribada (Figura 15).
- 4) Se considera que el área ocupada por las aceitunas en la última imagen corresponde al 100 % de las aceitunas susceptible de ser derribadas. Así se calcula el Porcentaje de Derribo en cada imagen e instante de tiempo. En la (Tabla 9), se representan, para un ensayo de referencia, los valores del Porcentaje acumulado e instantáneo de aceituna caída, a lo largo del tiempo de vibración, en relación al área del histograma rojo. De forma gráfica, se expone en las Figura 16 y 17 en función del tiempo de vibrado.



**Imagen capturada en el segundo 04.00**



**Selección del marco inferior**

**Figura 11. Selección de la superficie de recepción de aceituna.**

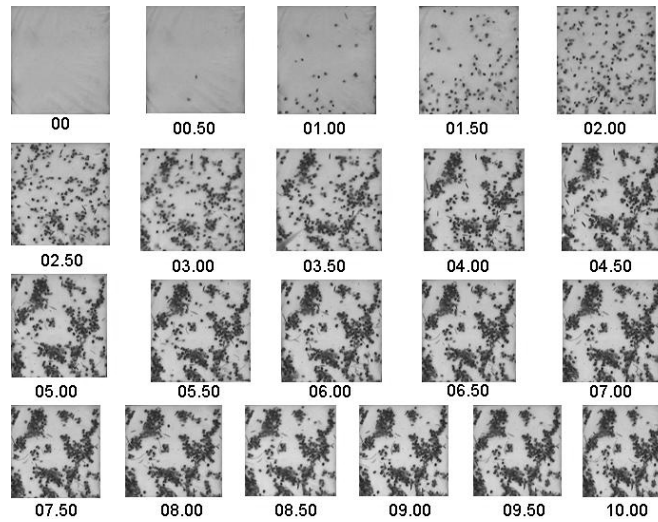


Figura 12. Ensayo con tiempo de vibración 10 s.

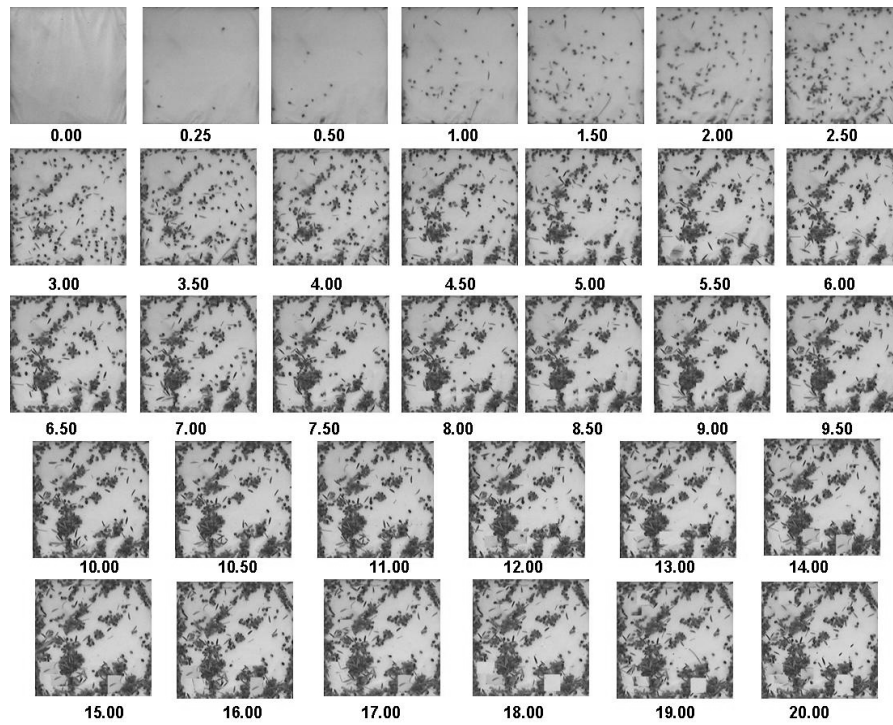


Figura 13. Ensayo con tiempo de vibración de 20 s.



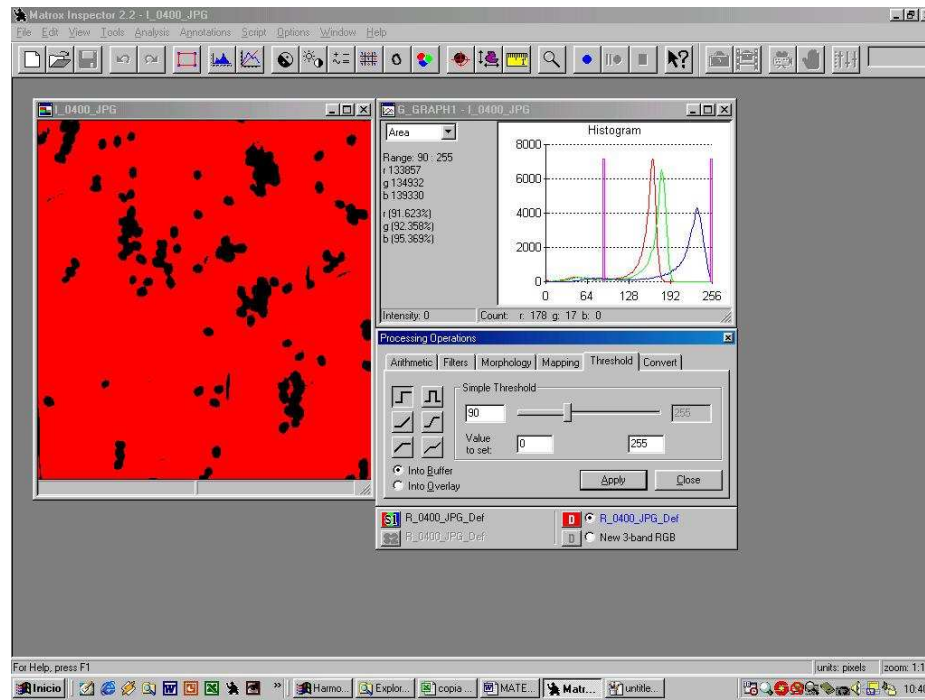


Figura 14. Determinación del umbral óptimo de forma manual “Segmentación Manual”.

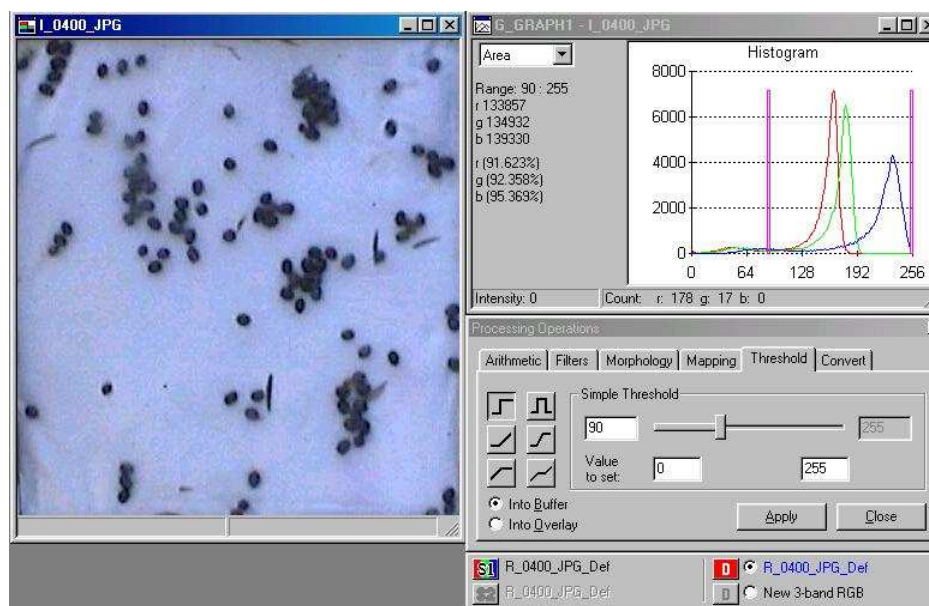
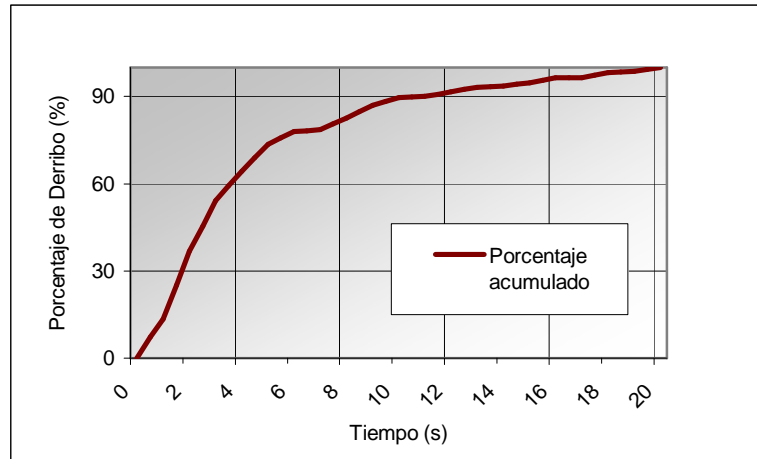


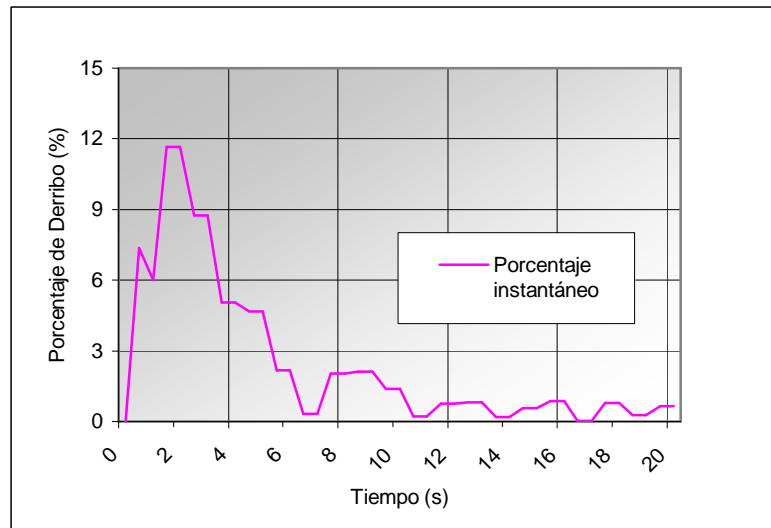
Figura 15. Cálculo del área histograma rojo y área ocupada por la aceituna con Umbral 90, respectivamente 91,623 % y 8,377 %.

**Tabla 9. Cálculo del Porcentaje acumulado e instantáneo de aceituna caída a lo largo del tiempo de vibración.**

Tiempo (s)	% Área histograma rojo	Incremento de Área histograma	% de aceitunas caídas	% de aceitunas instantáneo
0	100.00	0.00	0.00	0.00
0.5	99.04	0.96	7.37	7.37
1	98.26	1.74	13.37	5.99
1.5	96.74	3.26	25.02	11.66
2	95.22	4.78	36.68	11.66
2.5	94.08	5.92	45.42	8.75
3	92.94	7.06	54.17	8.75
3.5	92.28	7.72	59.22	5.05
4	91.62	8.38	64.28	5.05
4.5	91.02	8.99	68.94	4.67
5	90.41	9.59	73.61	4.67
5.5	90.13	9.88	75.77	2.16
6	89.84	10.16	77.93	2.16
6.5	89.80	10.20	78.26	0.33
7	89.76	10.24	78.59	0.33
7.5	89.49	10.51	80.63	2.04
8	89.23	10.77	82.67	2.04
8.5	88.95	11.05	84.78	2.12
9	88.67	11.33	86.90	2.12
9.5	88.50	11.51	88.28	1.37
10	88.32	11.68	89.65	1.37
10.5	88.29	11.71	89.87	0.22
11	88.26	11.74	90.09	0.22
11.5	88.16	11.84	90.85	0.76
12	88.06	11.94	91.61	0.76
12.5	87.95	12.05	92.44	0.83
13	87.84	12.16	93.27	0.83
13.5	87.82	12.18	93.47	0.20
14	87.79	12.21	93.66	0.20
14.5	87.72	12.28	94.23	0.57
15	87.65	12.36	94.80	0.57
15.5	87.53	12.47	95.67	0.87
16	87.42	12.58	96.54	0.87
16.5	87.42	12.59	96.56	0.02
17	87.41	12.59	96.59	0.02
17.5	87.31	12.69	97.37	0.78
18	87.21	12.79	98.15	0.78
18.5	87.17	12.83	98.43	0.28
19	87.13	12.87	98.72	0.28
19.5	87.05	12.95	99.36	0.64
20	86.97	13.03	100.00	0.64



**Figura 16. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna.**



**Figura 17. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna.**

### 4.3. PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS

Los ensayos se realizaron durante las campañas 2002-2003 y 2003-2004 en seis explotaciones de olivar tradicional (Figura 18) distribuidas en el Sur de la provincia de Córdoba, cuyas características se exponen en la Tabla 10.

**Tabla 10. Localización de las Explotaciones.**

Nombre	T.M.	Variedad	Marco (m <sup>2</sup> )	Pies/árbol
Mambruna	Moriles	Picual	12×12	3
La 30	Puente Genil	Picual	12×12	3
La Quintana	Puente Genil	Picual	12×12	3
Las Vareas	Cabra	Hojiblanca	12×12	3
Santa Matilde	Puente Genil	Hojiblanca	12×12	3
La Poza de Fuente Romero	Moriles	Hojiblanca	12×12	3

**Figura 18. Explotación de olivar tradicional utilizada en los ensayos.**

Se estudia la influencia de las variables Variedad de olivo (VARIEDAD), Fecha en la que se efectúa la recolección (FECHA) y Tiempo y forma de realización la vibración (VIBRAC), sobre la Eficacia o Porcentaje de Derribo de frutos (PD) y sobre el Tiempo de vibrado del árbol necesario para derribar un determinado porcentaje de aceitunas.

Se eligen las variedades “Picual” y “Hojiblanca”, por ocupar la mayor superficie cultivada en Andalucía y ser representativas de las explotaciones tradicionales de las provincias de Jaén, Córdoba y Granada, realizando los ensayos en tres fechas a lo largo de la campaña, de cada variedad, que contemplen las fases inicial, intermedia y final de la misma, en colaboración con una empresa de servicios de maquinaria, especializada en la recolección del olivar.

Se plantean dos formas alternativas de realizar la operación de vibrado: una sola vibración continua determinada o dos vibraciones cada una de duración la mitad que la vibración continua. En éste caso, se comienza con la primera de las vibraciones y una vez terminada se continúa prácticamente sin reposo, efectuando la segunda vibración. Se han utilizado vibraciones continuas de 10 y 20 segundos y, por tanto, vibraciones dobles de (5+5) segundos y (10+10) segundos.

En la Tabla 11 se exponen las variables consideradas en el diseño de los ensayos.

**Tabla 11. Descripción de los ensayos.**

<b>Ensayos de la campaña 2002-2003</b>			
Variedad	Fecha	Nº Árboles	Tiempo de vibrado (s)
Picual	4-5 dic 02	7	10
	30-dic-02	4	10
	13-14 ene 03	7	10
	14-15 ene 03	7	5+5
Hojiblanca	28-ene-03	7	10
	29-ene-03	7	5+5
<b>Ensayos de la campaña 2003-2004</b>			
Variedad	Fecha	Nº Árboles	Tiempo de vibrado (s)
Picual	5-nov-03	7	20
	6-nov-03	7	10+10
	19-nov-03	7	20
	20-nov-03	7	10+10
	13-dic-03	7	20
	14-dic-03	6	10+10
Hojiblanca	13-nov-03	7	20
	14-nov-03	7	10+10
	15-ene-04	7	20
	17-ene-04	7	10+10
	7-feb-04	7	20
	8-feb-04	7	10+10

El procedimiento de realización de ensayos es el siguiente:

- 1) Para cada árbol ensayado, se miden las características varietales antes de la vibración y las dimensiones geométricas. Sólo la Fuerza de Retención del Fruto se mide directamente en campo; el Peso y el Índice de Maduración se obtienen, posteriormente, en laboratorio.

- 2) A continuación, se prepara la cámara de video, se coloca la pinza del vibrador en el tronco del árbol y se efectúa la vibración durante el tiempo ensayado (20 s o 10 s).
- 3) Acabada la vibración, se procede a la recogida y pesaje de la aceituna derribada sobre las lonas y sobre la superficie de muestreo.
- 4) Se mide la Fuerza de Retención de la aceituna que permanece en el árbol después de la vibración, recogándose una muestra para determinar el Peso e Índice de Maduración.
- 5) Finalmente, se realiza un vareo complementario para agotar el árbol y se recoge y pesa la aceituna derribada, obteniendo el Porcentaje de Derribo.

Cuando los ensayos son de dos vibraciones se repite el procedimiento para cada una de ellas.

#### **4.4. MAQUINARIA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS**

Los ensayos se realizaron con un vibrador de inercia de masas excéntricas acoplado sobre un tractor EBRO 8110/4DT de 76 kW homologados a la tdf (Tabla 12).

**Tabla 12. Características técnicas del tractor.**

Especificaciones	Características técnicas
<b>Motor:</b>	
Tipo	Diesel, 4 tiempos, inyección directa
Cilindrada	6 cilindros, 6100 cm <sup>3</sup>
Relación de compresión	16
Potencia	76 kW. Homologados a la tdf
Rev. t.d.f.	540/1000 rpm con motor a 1915 / 2194 rpm
Régimen de par máximo	1200 rpm
<b>Transmisión:</b>	
Caja de cambios	Cuatro marchas y tres gamas para el avance y una para el retroceso.
<b>Peso:</b>	
Peso lastrado	57.820 kN
Peso sin lastre	50.117 kN
<b>Dimensiones:</b>	
Distancia entre eje	2.588 m
Anchura máxima	2.056 m
<b>Sistema de rodadura</b>	
Ruedas delanteras	Llanta de acero 8 × 28" y neumáticos 13.4R × 28"
Ruedas traseras	Llanta de acero 14 × 38" y neumáticos 18.4R × 38"
Presión de inflado (bar)	Delantera (1.4) / Trasera (1.1)
Tracción	Simple y Doble tracción
Diámetro efectivo	Rueda delantera: 1.26 m / Rueda trasera: 1.66 m

Las principales componentes del vibrador empleado son:

a. Sistema mecánico:

- Soportes de anclaje a la unidad tractora
- Brazos de elevación
- Mecanismos de articulación
- Cabeza vibradora:
  - Carcasa
  - Sistema de generación de vibración
  - Pinza

b. Sistema hidráulico:

- Circuito de generación de la vibración
- Circuito de movimientos del vibrador

Genera una vibración multidireccional utilizando un solo motor y una correa trapezoidal única para las dos poleas soporte de las masas excéntricas, consiguiendo invertir su giro al utilizar ambas caras de la correa.

La pinza, constituida por un brazo fijo y otro móvil, permite asir árboles con troncos de diámetros comprendidos entre 0.25 y 0.60 m, realizando los movimientos de apertura y cierre con un cilindro hidráulico de doble efecto situado entre ambos brazos.

El conjunto tractor-vibrador se muestra, durante el desarrollo de un ensayo, en la Figura 19.



**Figura 19. Conjunto Tractor-Vibrador utilizado en los ensayos.**



#### 4.5. ANÁLISIS DE DATOS

Con los valores de los parámetros de estudio obtenidos en cada ensayo, se procede a su análisis estadístico, utilizando las técnicas de correlación y regresión y los tests de comparación de medidas.

Con la correlación se determina la relación entre variables cuantitativas. Esta prueba es el primer paso para luego poder establecer la fórmula matemática (regresión) que represente la relación y permita estimar el valor de la variable dependiente, sin necesidad de medirla, en función de los valores de las variables independientes.

A menudo se utiliza el modelo de regresión lineal simple incluso cuando se sabe que el modelo es algún otro, o que la estructura verdadera es desconocida. Este procedimiento es casi siempre adecuado, en especial cuando el rango de la variable independiente es estrecho. De esta forma, el modelo utilizado se transforma en una función de aproximación, de la cual se espera que sea una representación adecuada de la realidad en la región de interés (Walpole y Myers, 1989).

La medida de la asociación lineal entre dos variables se realiza a través del coeficiente de correlación de la población ( $\rho$ ), que se estima a través del coeficiente de correlación muestral ( $r$ ) o coeficiente de correlación lineal de Pearson, cuyos valores varían entre -1 y +1, correspondiendo ambos extremos a un ajuste exacto de los datos a una recta. Si  $r > 0$  se dice que la correlación es directa o positiva, siendo inversa o negativa en el caso contrario ( $r < 0$ ). Cuando  $r = 0$ , el ajuste lineal no tiene sentido y las variables son incorreladas. Para valores de  $r$  próximos a 0 tendremos una correlación débil y para valores próximos a 1 ó -1 la correlación lineal será fuerte.

El valor  $r^2$  denomina coeficiente de determinación de la muestra y expresa la proporción de la variación total en los valores de la variable dependiente que puede ser explicada por una relación lineal con los valores de la variable independiente.

Con los tests de comparación de medias se analiza si un carácter cualitativo (denominado normalmente “tratamiento”), que presente varias modalidades, afecta de forma significativa a un carácter cuantitativo.

Si disponemos de “p” muestras aleatorias diferentes, cada una correspondiente a una modalidad del tratamiento, cuyas medias muestrales  $X_1, X_2, \dots, X_p$  son, en general, diferentes, se trata de contrastar la hipótesis nula,  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_p$ , donde  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p$  son las medias poblacionales, frente a la hipótesis alternativa,  $H_1: \mu_i \neq \mu_j$ , para algún par de poblaciones  $i, j$ .

Si se acepta  $H_0$  se da por supuesto que las diferencias observadas en los valores de las medias muestrales no son significativas y se pueden deber al azar, en consecuencia no hay razón para pensar que los diferentes tratamientos tengan efecto sobre la variable cuantitativa. Si se rechaza  $H_0$ , consideramos que las diferencias entre  $X_1, X_2, \dots, X_p$  son significativas, esto es, demasiado grandes para que de deban al azar y, por tanto, consideramos que los tratamientos tienen efecto significativo sobre la variable cuantitativa. En este caso, se continúa el análisis para determinar qué par o pares de poblaciones tienen media población diferente.

La prueba más utilizada para comparar p-medias es el Análisis de la Varianza con un solo factor (conocido como ANOVA I. Se trata de una prueba paramétrica que supone el cumplimiento de tres hipótesis llamadas condiciones paramétricas del Análisis de la Varianza.

- 1) Que las poblaciones de donde proceden las muestras sean normales (Hipótesis de Normalidad).
- 2) Que las citadas poblaciones tengan la misma varianza (Hipótesis de homocedasticidad).
- 3) Que las muestras hayan sido elegidas al azar (Hipótesis de Independencia).

Si existen dudas razonables sobre el incumplimiento de las hipótesis se debe aplicar un test no paramétrico. Estas pruebas tienen la ventaja de no

requerir prácticamente condiciones para su aplicación, pero por el contrario son menos sensibles para detectar efectos significativos.

No obstante, las pruebas no paramétricas son de distribución libre y, en consecuencia, se pueden aplicar aún cuando se verifiquen las hipótesis del ANOVA. Esto es, la posibilidad de estudio mediante Análisis de la Varianza no excluye el uso de tests no paramétricos.

También podemos analizar la influencia de varios factores sobre la variable cuantitativa, teniendo entonces el Análisis de la Varianza Multifactorial. Se puede suponer que cada factor actúa independientemente de los otros, es decir, que el efecto producido por sus niveles no depende de los niveles de los demás factores, por lo que en este caso se dice que el modelo es de efectos aditivos. En caso contrario el modelo presenta interacción, recibiendo los factores el nombre de efectos de la interacción.

El análisis estadístico se ha realizado con el programa SPSS que incorpora gran variedad de técnicas en los diferentes procedimientos que lo forman: análisis explorativo, contrastes sobre medias, ANOVA de un factor, ANOVA factorial, correlación, regresión lineal y curvilínea, análisis factorial y discriminante, pruebas no paramétricas, etc. Todos los procedimientos así como su realización práctica vienen descritos por Pardo y Ruiz (2002).

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. PARÁMETROS DE ESTUDIO**

A continuación, se presentan los resultados, relativos a las características varietales y geométricas, obtenidos en los diferentes ensayos realizados durante las campañas 2002-2003 y 2003-2004, tal y como se describen en el apartado “Materiales y Métodos”.

#### **5.1.1. Campaña 2002-2003**

Se presentan los resultados de los ensayos desarrollados a lo largo de la campaña 2002-2003, considerando el período que va desde el 4 de Diciembre de 2002 hasta el 29 de Enero de 2003, en las condiciones propias de explotaciones de la Campiña y Zona Sur de la provincia de Córdoba. Se realizaron cuatro ensayos con la variedad “Picual” y dos ensayos con la variedad “Hojiblanca”.

##### **5.1.1.1. Ensayos de la variedad “Picual”**

Los ensayos se han realizado desde el 4 de Diciembre de 2002 hasta el 15 de Enero de 2003 con la variedad “Picual”. Se han medido las características varietales, geométricas y el Porcentaje de Derribo de aceituna y obtenido las imágenes del proceso de caída de aceituna durante el tiempo de vibrado.

En las Tablas 13 y 14, se presentan las características varietales, geométricas y de vibración (Eficacia o Porcentaje de Derribo), para un ensayo realizado al inicio de la campaña (4-5 de Diciembre de 2002). El tiempo de vibrado aplicado ha sido de 10 segundos.

**Tabla 13. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2002-2003 (4-5 de Diciembre de 2002), variedad "Picual", vibración de 10 segundos.**

Árbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de Mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A11	543	556	3.47	3.21	2.95	2.5	156.48
A12	572	665.5	4.29	3.39	3	2.8	133.33
A13	518.5	597.5	2.61	2.4	2.7	2.3	198.66
A14	610.75	695	3.43	2.94	3.1	2.8	178.06
A15	557.5	563	2.65	2.38	2.45	2.15	210.38
A16	553	612	2.34	2.08	2.5	2.4	236.32
A17	596.5	639	4.15	3.36	2.75	2.3	143.73
Media	564.46	618.29	3.28	2.82	2.78	2.46	172.09
Var.T.	31.57	51.56	0.77	0.53	0.25	0.25	37.62

Árbol	Derribo (kg)			
	P/vibr.	P/vareo	Total	PD (%)
A11	34.5	14	48.5	71
A12	26.5	15	41.5	64
A13	44	14.5	58.5	75
A14	31.5	28.5	60	53
A15	49	23	72	68
A16	50.5	23.5	74	68
A17	38.5	16.5	55	70
Media	39.21	19.29	58.50	67
Var.T.	9.04	5.68	11.73	7

Se observa que los valores de la Fuerza de Retención del Fruto después del vibrado (FRFd) son mayores que los valores antes del vibrado (FRFa). Los frutos que quedan en el árbol tienen más fuerza de desprendimiento que los frutos que se caen durante la vibración. También se observa que las aceitunas maduras y con un mayor tamaño se cayeron las primeras. (Kouraba *et al.*, 1999).

El Porcentaje de Derribo más alto se obtuvo en el árbol A13 (75 %), que además presenta el menor valor de la Fuerza de Retención del Fruto.

**Tabla 14. Características geométricas de los árboles. Fecha inicial de la campaña 2002-2003 (4-5 de Diciembre de 2003), variedad "Picual", vibración de 10 segundos.**

Árbol	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	Media
Diámetro del tronco (cm)	19.11	20.7	17.51	19.11	20.7	20.7	19.11	19.56
Diámetro de la copa (m)	4	4	4.6	4.4	4.6	4.6	4.4	4.37
Altura de la cruz (cm)	80	90	100	90	85	90	95	90.00
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4	3.6	4	4	4	4	4.15	3.96
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	33.49	30.14	44.29	40.53	44.29	44.29	42.05	39.65

Las medidas geométricas de los árboles son similares. Se consideran árboles de tamaño medio, con altura de la cruz entre 0.8 y 1 m y volumen de la copa alrededor de 40 m<sup>3</sup>. Se ha observado que cuando aumenta la altura de la cruz se produce una mejor vibración del árbol y un mayor Porcentaje de Derribo, sin provocar daños en la corteza.

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos efectuados en una fecha al final de la campaña, con el sistema de una vibración continua de 10 segundos y el sistema de dos vibraciones de 5 segundos (Tabla 15 y 16).

**Tabla 15. Características varietales y de vibración. Fecha final de la campaña 2002-2003 (13-14 de Enero de 2003), variedad "Picual", vibración de 10 segundos.**

Árbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Indice de Mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A22	452	520.5	2.31	2.34	3.7	3.6	195.67
A23	410.5	453	3.02	2.51	3.85	3.7	135.93
A24	439.5	472	4.47	3.74	3.9	3.85	98.32
A25	410.5	466	3.39	2.34	3.9	3.7	121.09
A26	460	506.5	3.86	2.48	3.9	3.7	119.17
A27	433	482.5	3.28	2.79	3.85	3.9	132.01
A28	343	418.5	2.09	1.99	3.95	3.85	164.11
Media	421.21	474.14	3.20	2.60	3.86	3.76	131.63
Var. T.	39.31	33.86	0.83	0.56	0.08	0.11	32.31

Árbol	Derribo (kg)			
	P/vibr.	P/vareo	Total	PD (%)
A22	50	2.5	52.5	95
A23	45	6	51	88
A24	50.5	2.5	53	95
A25	51.5	6	57.5	90
A26	27	6	33	82
A27	34.5	8	42.5	81
A28	36.5	7	43.5	84
Media	42.14	5.43	47.57	88
Var. T.	9.55	2.13	8.35	6

Las aceitunas se encuentran en un estado de maduración más avanzado, con una disminución de la Fuerza de Retención del Fruto y un aumento del Porcentaje de Derribo, con valores desde 81 % hasta 95 % y media de 88 %.

**Tabla 16. Características varietales y de vibración. Fecha final de la campaña 2002-2003 (14-15 de Enero de 2003), variedad “Picual”, vibración de (5+5) segundos.**

Árbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Índice de Mad.		
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2
A29	417	420	469	2.67	2.27	2.20	3.9	3.8	3.7
A30	421	482	459.5	2.67	2.36	2.58	3.95	3.9	3.9
A31	416	475	480	3.07	2.37	2.51	3.9	3.8	3.75
A32	385	479	532	3.24	2.64	2.29	3.95	3.9	3.85
A33	382.5	431	491.5	3.80	3.16	2.73	3.9	3.85	3.8
A34	374	469.5	512	3.68	3.00	2.61	4	3.9	3.85
A35	466.5	472.5	514.5	3.36	2.79	2.83	3.9	3.85	3.7
Media	408.86	461.29	494.07	3.21	2.66	2.54	3.93	3.86	3.79
Var.T.	31.80	24.99	26.48	0.45	0.34	0.23	0.04	0.04	0.08

Árbol	FRFa/Pa	Derribo (kg)				PD (%)		
		V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A29	156.18	34.5	6	6.5	47	73	13	86
A30	157.68	41.5	6	3	50.5	82	12	94
A31	135.50	35.3	4	5	44.3	80	9	89
A32	118.83	37.5	4.5	5.5	47.5	79	9	88
A33	100.66	40	4.5	6	50.5	79	9	88
A34	101.63	36	3	2	41	88	7	95
A35	138.84	36	4.5	3	43.5	83	10	93
Media	127.37	37.26	4.64	4.43	46.33	81	10	91
Var. T.	23.63	2.59	1.07	1.74	3.59	4	2	3

Se observa que la Fuerza de Retención del Fruto después de la segunda vibración (FRFdV2) es mayor que la que hay después de la primera vibración (FRFdV1), y ésta mayor que la anterior a las dos vibraciones (FRFa). Los valores del Peso y el Índice de Maduración son menores después de cada vibración. Es decir, la aceituna que queda en el árbol después de cada vibración es menos madura y con peso inferior.

En cuanto al Porcentaje de Derribo de aceituna, se destaca un aumento del 10 % conseguido con la segunda vibración.

En la Tablas 17 y 18, se presentan, a modo de resumen, los valores medios de las características varietales, geométricas y de vibración y el Porcentaje de Derribo obtenido a lo largo del periodo de maduración de la aceituna, en los ensayos de la variedad “Picual”.

Los resultados de todos los árboles ensayados en las cuatro fechas de la campaña 2002-2003 aparecen en el Anexo 1.

**Tabla 17. Características varietales y de vibración. Campaña 2002-2003, resumen de los ensayos, variedad "Picual".**

Fecha	4-5 Dic 02	30 Dic 02	13-14 Ene 03	14-15 Ene 03
Tiempo Vib.	10 s	10 s	10 s	(5+5) s
Nº de árboles	7	4	7	7
PDV1 (%)	67	83	88	81
PDV2 (%)				10
PD Total (%)	67	83	88	91
FRFa (cN)	564.46	505.75	421.21	408.86
FRFdV1 (cN)	618.29	554.88	474.14	461.29
FRFdV2 (cN)				494.07
Pa (gr)	3.28	3.23	3.20	3.21
PdV1 (gr)	2.82	2.48	2.60	2.66
PdV2 (gr)				2.54
IMa	2.78	3.39	3.86	3.93
IMdV1	2.46	3.15	3.76	3.86
IMdV2				3.79
FRFa/Pa	172.09	156.58	131.63	127.37

Se destaca que conforme avanza la maduración del fruto (2.78 - 3.86) disminuye la Fuerza de Retención (564.46 cN - 421.21 cN) y aumenta el Porcentaje de Derribo de aceituna (67%-88%).

El Porcentaje de Derribo con el sistema de dos vibraciones de 5 segundos es superior al obtenido con una vibración continua de 10 segundos (91 % y 88 %, respectivamente). Lógicamente, la segunda vibración incide sobre aceitunas que no se cayeron durante la primera vibración, y que aún son susceptibles de ser derribadas. El periodo de arranque causa, fundamentalmente, ese derribo.

La relación entre la Fuerza de Retención del Fruto antes del vibrado y el Peso antes del vibrado (FRFa / Pa), disminuye conforme avanza la maduración de aceituna, pasando de 172.09 a 131.63.



**Tabla 18. Características geométricas de los árboles. Campaña 2002-2003, resumen de los ensayos, variedad “Picual”.**

Fecha	4-5 Dic 02	30 Dic 02	13-14 Ene 03	14-15 Ene 03
Tiempo de Vibración	10 s	10 s	10 s	(5+5) s
Nº de árboles	7	4	7	7
Diámetro del tronco (cm)	19.56	19.11	19.79	19.61
Diámetro de la copa (m)	4.37	4.35	4.46	4.46
Altura de la cruz (cm)	90.00	88.75	85.71	93.57
Altura de agarre (cm)	70.00	70.00	70.00	70.00
Altura de la copa (m)	3.96	3.94	3.97	3.90
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	39.65	38.99	41.29	40.55

Los árboles ensayados son de tamaño medio, homogéneos en su estructura y formación de la copa (la altura y el diámetro de la copa son similares en todos los casos) y con un diámetro de tronco adecuado para facilitar el agarre de la pinza y, con ello, permitir una mejor vibración. El volumen medio de la copa varía entre 38.99 m<sup>3</sup> y 41.29 m<sup>3</sup>.

#### **5.1.1.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”**

Se hicieron dos ensayos con la variedad “Hojiblanca” durante los días 28 y 29 de Enero de 2003. Se comparan los valores de Eficacia de Derribo resultantes de aplicar una vibración continua de 10 segundos y una vibración discontinúa formada por dos vibraciones de 5 segundos.

En las Tablas 19 y 20, se muestran las características varietales, geométricas y de vibración de los árboles ensayados el día 28 de Enero de 2003, vibrando 10 segundos continuos.

**Tabla 19. Características varietales y de vibración. Campaña 2002-2003 (28 de Enero de 2003), variedad “Hojiblanca”, vibración de 10 segundos.**

Árbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de Mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A36P1	356.5	401	2.7	2.63	4	4	132.04
A36P2	332.5		2.69		4		123.61
A36P3	359.5	405.5	3.14	3.08	4	4	114.49
A37P1	330	468	2.73	2.66	4	4	120.88
A37P2	305	447	2.55	2.63	4	4	119.61
A37P3	300.5	360.5	2.89	2.38	4	4	103.98
A38P1	306	355.5	2.67	2.67	4	4	114.61
Media	327.14	406.25	2.77	2.68	4	4	118.10
Var. T.	24.47	45.10	0.19	0.23	0.00	0.00	8.74

Árbol	Derribo (kg)			
	P/vibr.	P/vareo	Total	PD (%)
A36P1	20	3	23	87
A36P2	24	0	24	100
A36P3	17	1.5	18.5	92
A37P1	32	2.5	34.5	93
A37P2	20.75	0.25	21	99
A37P3	20.5	2.5	23	89
A38P1	22.5	0.5	23	98
Media	22.39	1.46	23.86	94
Var. T.	4.76	1.23	5.04	5

Se observa que la aceituna ha logrado plena maduración (índice 4), hay una Eficacia de Derribo media de 94 %, y la Fuerza de Retención del Fruto ha bajado, registrándose una media de 327.14 cN. Los valores de la Fuerza de Retención del Fruto después del vibrado (FRFd) vuelven a ser más altos que antes del vibrado (FRFa).

**Tabla 20. Características geométricas de los árboles. Campaña 2002-2003 (28 de Enero de 2003), variedad “Hojiblanca”, vibración de 10 segundos.**

Árbol	A36P1	A36P2	A36P3	A37P1	A37P2	A37P3	A38P1	Media
Diámetro del tronco (cm)	47.77	38.22	47.77	38.22	35.03	41.40	31.85	40.04
Diámetro de la copa (m)	4	4	4	4.5	4.5	4.5	4.8	4.33
Altura de la cruz (cm)	100	130	120	90	110	110	120	111.43
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	36.42	36.42	36.42	46.10	46.10	46.10	52.45	42.65

Los árboles ensayados con la variedad “Hojiblanca” poseen grandes diámetros de tronco, que oscilan entre 31.85 cm y 47.77 cm. Sin embargo, los volúmenes de la copa son normales.

En la Tabla 21 se presentan los resultados del ensayo con dos vibraciones de 5 segundos.

**Tabla 21. Características varietales y de vibración. Campaña 2002-2003 (29 de Enero de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de (5+5) segundos.**

Árbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Índice de Mad.		
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2
A39P1	315.5	410	420	2.91	2.89	2.74	4	4	4
A39P2	318			2.75			4		
A39P3	307	398	407	2.51	2.48	2.67	4	4	4
A40P1	310			2.87			4		
A41P1	297	374.5	394	2.81	2.66	2.59	4	4	4
A41P2	294.5			2.68			4		
A41P3	300			2.95			4		
Media	306.00	394.17	407.00	2.78	2.68	2.67	4	4	4
Var. T.	9.13	18.06	18.38	0.15	0.21	0.11	0.00	0.00	0.00

Árbol	FRFa/Pa	Derribo (kg)				PD (%)		
		V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A39P1	108.42	17.5	1	1.5	20	88	5	93
A39P2	115.64	19	0	0	19	100	0	100
A39P3	122.31	23.5	3	0.5	27	87	11	98
A40P1	108.01	22	0	0	22	100	0	100
A41P1	105.69	31	3.5	3	37.5	83	9	92
A41P2	109.89	13.5	0	0	13.5	100	0	100
A41P3	101.69	18	0	0	18	100	0	100
Media	110.07	20.64	1.07	0.71	22.43	94	4	98
Var. T.	6.79	5.60	1.54	1.15	7.80	8	5	4

Se registra un aumento del 4 % en el Porcentaje de Derribo, conseguido con la segunda vibración (V2), con un valor medio total de 98 %. Las aceitunas se encuentran en todos los árboles con un Índice de Maduración de 4.

En ambos casos, se observa que la Eficacia de Derribo ha alcanzado el 100 % en varios árboles de los ensayados, es decir, prácticamente toda la aceituna ha caído durante la primera vibración y, en el ensayo correspondiente, no se ha realizado la segunda vibración, por tanto, no se han tomado los valores después del vibrado de los parámetros.

La Fuerza de Retención del Fruto después del vibrado (FRFd) es superior a la Fuerza antes del vibrado (FRFa), y en el caso de dos vibraciones, los valores después de la segunda vibración son más altos que después de la primera

vibración y estos últimos mayores que antes del vibrado ( $FRFdV2 > FRFdV1 > FRFa$ ).

Las características varietales, geométricas y de vibración de todos los árboles ensayados de la variedad “Hojiblanca”, en la campaña 2002-2003, aparecen en el Anexo 1.

En las Tablas 22 y 23 se presentan los resúmenes de características varietales, geométricas y de vibración de los árboles ensayados.

**Tabla 22. Características varietales y de vibración. Campaña 2002-2003, resumen de los ensayos, variedad “Hojiblanca”.**

Fecha	28 Ene 03	29 Ene 03
Tiempo Vib.	10 s	(5+5) s
Nº de árboles	7	7
PDV1 (%)	94	94
PDV2 (%)		4
PD Total (%)	94	98
FRFa (cN)	327.14	306
FRFdV1 (cN)	406.25	394.17
FRFdV2 (cN)		407
Pa (gr)	2.77	2.78
PdV1 (gr)	2.68	2.68
PdV2 (gr)		2.67
IMa	4	4
IMdV1	4	4
IMdV2		4
FRFa/Pa	118.10	110.07

Comparando ambos sistemas, el Porcentaje de Derribo de aceituna obtenido con dos vibraciones de 5 segundos es superior al de una vibración continua de 10 segundos, con una diferencia de 4 %.

**Tabla 23. Características geométricas de los árboles. Campaña 2002-2003, resumen de los ensayos, variedad “Hojiblanca”.**

Fecha	28 Ene 03	29 Ene 03
Tiempo de Vibración	10 s	(5+5) s
Nº de árboles	7	7
Diámetro del tronco (cm)	40.04	41.17
Diámetro de la copa (m)	4.33	4.24
Altura de la cruz (cm)	111.43	117.14
Altura de agarre (cm)	70.00	70
Altura de la copa (m)	4.35	4.17
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	42.65	39.30

Los árboles ensayados con la variedad “Hojiblanca” son de tamaño medio, con volumen de copa máximo de 42.65 m<sup>3</sup> y altura de la cruz adecuada, sin embargo, el tronco posee un diámetro, alrededor de 40 cm, que puede originar dificultades en el agarre de la pinza.

### 5.1.2. Campaña 2003-2004

Se muestran los resultados obtenidos, en los ensayos realizados con las variedades “Picual” y “Hojiblanca”, durante la campaña 2003-2004, desde el día 5 de Noviembre de 2003 hasta el 8 de Febrero de 2004. En cada variedad se hicieron seis ensayos (seis fechas), a lo largo del período de maduración de aceituna, mediante un vibrador multidireccional, vibrando siete árboles en cada ensayo. Se comparan dos sistemas de operación: una vibración continua de 20 segundos frente a otra dividida en dos vibraciones de 10 segundos.

#### 5.1.2.1. Ensayos de la variedad “Picual”

Los ensayos se han realizado desde el 5 de Noviembre hasta el 15 de Diciembre de 2003. Se han medido las características varietales, geométricas y el Porcentaje de Derribo de aceituna y obtenido las imágenes del proceso de caída de aceituna durante el tiempo de vibrado.

En las Tablas 24 y 25, se presentan las características varietales, geométricas y de vibración (Eficacia o Porcentaje de Derribo), para un ensayo

realizado al inicio de la campaña (5 de Noviembre de 2003). El tiempo de vibrado aplicado ha sido de 20 segundos continuos.

**Tabla 24. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (5 de Noviembre de 2003), variedad "Picual" vibración de 20 segundos.**

Árbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de Mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A1	571.5	603.5	4.44	4.02	2.6	2.35	128.72
A2	576	595	5.2	5.13	2.55	2.5	110.77
A3	544.5	600	4.24	3.82	2.9	2.8	128.42
A4	488	538.5	4.71	4.55	3.6	3.5	103.61
A5	527	597.5	4.8	4.07	3.2	2.1	109.79
A6	512	582.5	4.6	3.94	3.45	3.4	111.30
A7	525	552.5	3.4	2.76	1.7	1.5	154.41
Media	534.86	581.36	4.48	4.04	2.86	2.59	119.39
Var. T.	31.64	25.68	0.56	0.72	0.65	0.71	16.30

Árbol	Derribo (kg)			
	P/vibr.	P/vareo	Total	PD (%)
A1	24	10.25	34.25	70
A2	15	5.5	20.5	73
A3	8.3	1.5	9.8	85
A4	27.5	9	36.5	75
A5	26	4.5	30.5	85
A6	18	9.5	27.5	65
A7	41.5	26	67.5	61
Media	22.90	9.46	32.36	74
Var. T.	10.63	7.94	17.95	9

Se observa un aumento de los valores de la Fuerza de Retención de Fruto después del vibrado (FRFd) y la disminución de los valores del Peso (Pd) y del Índice de Maduración (IMd). Las aceitunas que quedan en el árbol son generalmente menos maduras y presentan una Fuerza de Retención más alta. En algunos casos, se quedan aceitunas en el árbol con baja Fuerza de Retención que se sitúan en ramas muy colgantes en las cuales la vibración se transmite mal.

El Porcentaje de Derribo de aceituna varía entre 61 % y 85 %, con una media de 74 %. La mayoría de aceitunas se encuentran entre 2 y 3 de Índice de Maduración: piel verde amarillo con manchas rojizas en menos de la mitad de fruto (inicio enero) y piel rojiza morada en más de la mitad del fruto (final de enero), respectivamente.

**Tabla 25. Características geométricas de los árboles. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (5 de Noviembre de 2003), variedad "Picual", vibración de 20 segundos.**

Árbol	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	media
Diámetro del tronco (cm)	18.47	19.11	17.52	19.75	19.11	20.7	19.11	19.11
Diámetro de la copa (m)	4	4.4	4.2	4.6	4.8	5	5	4.57
Altura de la cruz (cm)	90	85	100	85	100	85	100	92.14
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	3.5	3.5	3.25	3.25	3.25	3.5	3.25	3.36
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	29.31	35.46	30.00	35.99	39.19	45.79	42.52	36.72

Los árboles son de tamaño medio con un volumen de copa adecuado. El diámetro del tronco permite un correcto agarre de la pinza del vibrador y la altura de la copa no sobrepasa 3.5 m, lo cual facilita el agotamiento del árbol mediante el vareo.

En la Tabla 26 se presentan los resultados de los ensayos realizados al inicio de la campaña pero con el sistema de dos vibraciones de 10 segundos.

**Tabla 26. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (6 de Noviembre de 2003), variedad "Picual", vibración de (10+10) segundos.**

Árbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Indice de Mad.		
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2
A8	513.5	520	622.5	5.15	5.12	4.43	3.45	3.45	3.3
A9	497	584.5	595.5	4.02	3.93	3.28	2.95	2.8	2
A10	527.5	576	639	4.15	3.89	3.43	3.75	3.6	3.3
A11	603.5	631.5	641	4.70	4.30	3.48	2.75	1.8	1.75
A12	488.5	489	513	4.79	3.37	3.05	2.6	2.4	2.15
A13	435	487.5	498	3.53	3.21	3.14	3.05	2.65	2
A14	600	625	639	4.55	3.80	3.50	2	1.9	1.8
Media	523.57	559.07	592.57	4.41	3.95	3.47	2.94	2.66	2.33
Var.T.	60.73	60.67	61.69	0.55	0.63	0.46	0.57	0.70	0.68

Árbol	FRFa/Pa	Derribo (kg)				PD (%)		
		V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A8	99.71	16	4	3.5	23.5	68	17	85
A9	123.63	19	4.5	7	30.5	62	15	77
A10	127.11	21.25	4	6.5	31.75	67	13	80
A11	128.40	9.5	6.5	6.5	22.5	42	29	71
A12	102.09	30.5	8	3.5	42	73	19	92
A13	123.23	28	7	5	40	70	18	88
A14	131.87	26.2	7.2	14.5	47.9	55	15	70
Media	118.72	21.49	5.89	6.64	34.02	62	18	80
Var.T.	13.01	7.37	1.68	3.75	9.60	11	5	8

El Porcentaje de Derribo de aceituna total aumenta un 18 % de media al efectuar la segunda vibración (V2). Los valores de la Fuerza de Retención de

Fruto después de la segunda vibración (FRFdV2) son más altos que los valores después de la primera vibración (FRFdV1) y éstos mayores que antes del vibrado (FRFa). Lo contrario ocurre con el Peso y el Índice de Maduración.

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos realizados al final de la campaña con el sistema de una vibración continua de 20 segundos (Tabla 27).

**Tabla 27. Características varietales y de vibración. Fecha final de la campaña 2003-2004 (13 de Diciembre de 2003), variedad "Picual", vibración de 20 segundos.**

Árbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de Mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A33P1	455	472.5	2	1.88	3.7	3.5	227.50
A34P1	459	467.5	1.85	1.8	3.8	3.5	248.11
A35P1	427.5	471	2.35	2.3	3.6	3.4	181.91
A36P1	420	495	2.69	2.29	3.8	3.2	156.13
A37P1	405	427.5	1.94	1.76	3.9	3.3	208.76
A38P1	400	427.5	2.48	2.43	4	3.5	161.29
A39P1	386.5	419.5	2.37	2.34	3.8	3.4	163.08
Media	421.86	454.36	2.24	2.11	3.80	3.40	188.33
Var.T.	24.77	27.10	0.31	0.29	0.13	0.12	37.02

Árbol	Derribo (kg)			
	P/vibr.	P/vareo	Total	PD (%)
A33P1	41.5	1	42.5	98
A34P1	44.75	12	56.75	79
A35P1	34	2.5	36.5	93
A36P1	36	2	38	95
A37P1	30	3	33	91
A38P1	23.5	3.5	27	87
A39P1	34	1.5	35.5	96
Media	34.82	3.64	38.46	91
Var.T.	7.70	4.01	10.14	7

Se observa que el estado de maduración de la aceituna es más avanzado (entre 3.6 y 4), el Porcentaje de Derribo es alto (91 %) y la Fuerza de Retención del Fruto más baja que en la fecha inicial.

Las características varietales y geométricas de los árboles ensayados en las seis fechas de la campaña 2003-2004, aparecen en el Anexo 1.



La comparación entre fechas y sistemas de vibración, puede extraerse de la Tabla 28, que presenta el resumen de los resultados de los ensayos con la variedad “Picual” en la campaña 2003-2004.

**Tabla 28. Características varietales y de vibración. Campaña 2003-2004, resumen de los ensayos, variedad “Picual”.**

Fecha	5 Nov 03	6 Nov 03	19 Nov 03	20 Nov 03	13 Dic 03	15 Dic 03
Tiempo Vib.	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s
Nº de árboles	7	7	7	7	7	6
PDV1 (%)	74	62	88	85	91	69
PDV2 (%)		18		9		16
PD Total (%)	74	80	88	94	91	85
FRFa (cN)	534.86	523.57	443.14	431.21	421.86	354.42
FRFdV1 (cN)	581.36	559.07	475.33	451.64	454.36	406.5
FRFdV2 (cN)		592.57		477.00		436.17
Pa (gr)	4.48	4.41	4.24	4.15	2.24	2.28
PdV1 (gr)	4.04	3.95	3.69	3.72	2.11	2.25
PdV2 (gr)		3.47		2.99		2.13
IMa	2.86	2.94	3.44	3.48	3.80	3.90
IMdV1	2.59	2.66	3.18	3.24	3.40	3.50
IMdV2		2.33		2.53		2.67
FRFa/Pa	119.39	118.72	104.51	103.91	188.33	155.45

En las cuatro primeras fechas se obtiene mayor Porcentaje de Derribo con el sistema de dos vibraciones de 10 segundos. Sin embargo, en las dos últimas fechas el mejor rendimiento corresponde al sistema de una vibración continua de 20 segundos, ya que, se ha registrado menor Peso y Fuerza de Retención del Fruto.

Se observa que El Porcentaje de Derribo aumenta con la maduración de la aceituna, pasando de 74 % a 91 % en el sistema de una vibración de 20 segundos, y la Fuerza de Retención del Fruto disminuye conforme avanza la maduración.

El Peso de la aceituna se sitúa entre 4.15 y 4.48 gramos, salvo en las dos últimas fechas debido a la heterogeneidad de la finca.

En la Tabla 29 se resumen las características geométricas de los árboles ensayados.

**Tabla 29. Características geométricas de los árboles. Campaña 2003-2004, resumen de los ensayos, variedad “Picual”.**

Fecha	5 Nov 03	6 Nov 03	19 Nov 03	20 Nov 03	13 Dic 03	15 Dic 03
Tiempo de Vibración	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s
Nº de árboles	7	7	7	7	7	6
Diámetro tronco(cm)	19.11	19.34	25.25	25.02	27.07	30.25
Diámetro de copa(m)	4.57	4.46	4.64	4.50	5.09	4.87
Altura de la cruz (cm)	92.14	92.86	111.43	108.57	108.57	108.33
Altura de agarre(cm)	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Altura de la copa (m)	3.36	3.49	3.21	3.50	3.36	3.50
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	36.72	36.31	36.26	37.09	45.44	43.38

El volumen medio de la copa en los árboles correspondiente a las cuatro primeras fechas es más pequeño que en los árboles de las dos últimas fechas, debido a la diferencia entre diámetros de copa. Durante los ensayos se ha observado que el mejor agarre de la pinza y transmisión de la vibración se consigue con un diámetro medio de tronco de 20 a 35 cm.

#### **5.1.2.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”**

Se realizan seis ensayos con la variedad “Hojiblanca”, durante seis fechas a lo largo de la maduración de aceituna, desde el día 13 de Noviembre de 2003 hasta el 8 de Febrero de 2004.

En las Tablas 30 y 31, se muestran las características varietales, geométricas y de vibración de un ensayo realizado al inicio de la campaña (13 de Noviembre de 2003), vibrando 20 segundos continuos.

**Tabla 30. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (13 de Noviembre de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de 20 segundos.**

Árbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de Mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A15P1	565.5	633.5	3.65	3.55	2	1.5	154.93
A15P2	558.5	666.5	3.73	3.72	2	1.95	149.73
A16P1	550.5	638	4.38	3.78	2	1.8	125.68
A16P2	565.5	687	3.98	3.94	2.7	2	142.09
A16P3	655	671	4.29	4.2	1.8	1.7	152.68
A17P1	543.5	573.5	3.61	3.38	2.75	2.3	150.55
A17P2	564	601	4.58	3.91	1.85	1.5	123.14
Media	571.79	638.64	4.03	3.78	2.16	1.82	141.88
Var.T.	41.04	40.49	0.33	0.29	0.41	0.28	10.84

Árbol	Derribo (kg)			
	P/vibr.	P/vareo	Total	PD (%)
A15P1	28.5	8.5	37	77
A15P2	20.5	8.5	29	71
A16P1	17	6.5	23.5	72
A16P2	12	7.2	19.2	63
A16P3	18.5	16.5	35	53
A17P1	27	5.5	32.5	83
A17P2	33.5	5.5	39	86
Media	22.43	8.31	30.74	72
Var.T.	6.24	3.95	6.90	11

Durante esta fecha las aceitunas presentan color verde con manchas rojizas (inicio de envero) que se corresponde con un Índice de Maduración alrededor de 2. La Fuerza de Retención del Fruto es alta, sin embargo, el Peso de la aceituna ha sido favorable para derribar el 72 %.

**Tabla 31. Características geométricas de los árboles. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (13 de Noviembre de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de 20 segundos.**

Árbol	A15P1	A15P2	A16P1	A16P2	A16P3	A17P1	A17P2	media
Diámetro del tronco(cm)	41.4	50.96	41.4	47.77	47.77	44.59	44.59	45.50
Diámetro de la copa(m)	4.5	4.5	4	4	4	5	5	4.43
Altura de la cruz (cm)	140	120	130	120	150	120	130	130
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70
Altura de la copa (m)	3.5	3.5	4	4	4	3.5	3.5	3.71
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	37.09	37.09	33.49	33.49	33.49	45.79	45.79	38.12

Los árboles poseen un diámetro de tronco grande, que oscila entre 41.4 cm y 50.96 cm, por tanto, el agarre de la pinza ha sido, en ocasiones, difícil. La altura de la cruz es suficientemente alta para permitir una vibración adecuada.

En la Tabla 32 se presentan los resultados de los ensayos con el sistema de dos vibraciones de 10 segundos.

**Tabla 32. Características varietales y de vibración. Fecha inicial de la campaña 2003-2004 (14 de Noviembre de 2003), variedad “Hojiblanca”, vibración de (10+10) segundos.**

Árbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Índice de mad.		
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2
A19P1	577.5	550	580	4.02	3.79	3.78	1.8	1.8	1.65
A19P2	597	650	680	3.61	3.55	3.50	2	1.8	1.75
A20P1	567.5	592.5	601	4.08	3.74	3.49	2.55	1.65	1.65
A20P2	517	554.5	560	4.10	3.82	3.62	2.3	2.1	2.1
A21P1	506.5	580	600	4.06	3.83	3.62	2	1.8	1.35
A22P1	541	552.5	615	4.07	3.85	3.48	1.8	1.7	1.6
A23P1	538.5	627.5	646	3.73	3.71	3.71	2.85	2.2	1.8
Media	549.29	586.71	611.71	3.95	3.76	3.60	2.19	1.86	1.70
Var. T.	32.82	39.38	40.38	0.20	0.10	0.12	0.40	0.21	0.23

Árbol	FRFa/Pa	Derribo (kg)				PD (%)		
		V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A19P1	143.66	26	6	8	40	65	15	80
A19P2	165.37	26	8.5	6	40.5	64	21	85
A20P1	139.09	32	6.5	8	46.5	69	14	83
A20P2	126.10	24.5	7	8	39.5	62	18	80
A21P1	124.75	24.5	6	4	34.5	71	17	88
A22P1	132.92	13	4	10	27	48	15	63
A23P1	144.37	19.5	4.5	5	29	67	16	83
Media	139.06	23.64	6.07	7.00	36.71	64	16	80
Var. T.	13.85	5.96	1.51	2.08	6.92	8	2	8

Se observa una alta Fuerza de Retención del Fruto y un bajo Índice de Maduración. Con la segunda vibración (V2) se obtiene un aumento medio del Porcentaje de Derribo total del 16 %.

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos realizados al final de la campaña con el sistema de una vibración de 20 segundos (Tabla 33).

**Tabla 33. Características varietales y de vibración. Fecha final de la campaña 2003-2004 (7 de Febrero de 2003), variedad "Hojiblanca", vibración de 20 segundos.**

Árbol	FRFa (cN)		Peso (gr)		Índice de Mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A52P1	392.5	457.5	3.8	3.25	3.9	3.7	103.29
A52P2	394	480	3.8	3.54	3.7	3.5	103.68
A53P1	433	453	3.8	3.11	3.8	3.5	113.95
A53P2	414.5	502	3.9	2.99	3.9	3.8	106.28
A53P3	394	550	3.7	3.4	3.9	3.7	106.49
A53P4	408.5	475.5	4	3.63	4	3.8	102.13
A54P1	464.5	476.5	3.96	3.59	3.8	3.6	117.30
Media	414.43	484.93	3.85	3.36	3.86	3.66	107.64
Var. T.	15.99	35.77	0.10	0.25	0.10	0.14	4.27

Árbol	Derribo (kg)			
	P/vibr.	P/vareo	Total	PD %
A52P1	28	19	47	60
A52P2	26	11.5	37.5	69
A53P1	41	10.5	51.5	80
A53P2	37	6.5	43.5	85
A53P3	28	4.5	32.5	86
A53P4	44	2.5	46.5	95
A54P1	23	3.5	26.5	87
Media	32.43	8.29	40.71	80
Var. T.	7.67	5.95	6.95	13

La aceituna presenta un Índice de Maduración avanzado, presentando la piel totalmente negra, aunque algunas tienen todavía manchas rojizas. Casi todos los árboles han alcanzado plena maduración, por lo tanto, se registran valores bajos de la Fuerza de Retención (414.43 cN) y aumento del Porcentaje de Derribo (80 %). Los resultados varían de un árbol a otro en función de las características varietales (FRF, IM, Peso).

Las características varietales y geométricas de los árboles ensayados en las seis fechas de la campaña 2003-2004, aparecen en el Anexo 1.

En la Tabla 34, se presenta el resumen de los resultados de los ensayos de la variedad "Hojiblanca".

**Tabla 34. Características varietales y de vibración. Campaña 2003-2004, resumen de los ensayos, variedad "Hojiblanca".**

Fecha	13 Nov 03	14 Nov 03	15 Ene 04	17 Ene 04	7 Feb 04	8 Feb 04
Tiempo de Vib.	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s
Nº de árboles	7	7	7	7	7	7
PDV1 (%)	72	64	81	79	80	76
PDV2 (%)		16		10		14
Total PD (%)	72	80	81	89	80	90
FRFa (cN)	571.79	549.29	452.57	426.07	414.43	415.86
FRFdV1 (cN)	638.64	586.71	490.50	482.86	484.93	469.86
FRFdV2 (cN)		611.71		499.21		520.43
Pa (gr)	4.03	3.95	3.87	3.91	3.85	3.91
PdV1 (gr)	3.78	3.76	3.57	3.73	3.36	3.46
PdV2 (gr)		3.60		3.51		3.16
IMa	2.16	2.19	3.75	3.81	3.86	3.94
IMdV1	1.82	1.86	3.50	3.65	3.66	3.70
IMdV2		1.70		3.56		3.61
FRFa/Pa	141.88	139.06	116.94	108.97	107.64	106.36

Se destaca un aumento del Índice de Maduración entre la primera y la última fecha de ensayos y, contrariamente, una disminución de la Fuerza de Retención del Fruto.

Se observa un aumento del Porcentaje de Derribo de aceituna entre las fechas iniciales e intermedias, y una posterior estabilización entre las fechas intermedias y las finales, que también se refleja en las características varietales.

Comparando los dos sistemas de vibración, se constata un mejor Porcentaje de Derribo de aceituna con el sistema de dos vibraciones (aumento entre 8 % y 10 %).

En la Tabla 35 se resumen las características geométricas de los árboles ensayados.

**Tabla 35. Características geométricas de los árboles. Campaña 2003-2004, resumen de los ensayos, variedad "Hojiblanca".**

Fecha	13 Nov 03	14 Nov 03	15 Ene 04	17 Ene 04	7 Feb 04	8 Feb 04
Tiempo de Vibración	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s
Nº de árboles	7	7	7	7	7	7
Diámetro tronco (cm)	45.50	50.50	34.80	34.35	43.68	42.54
Diámetro de copa(m)	4.43	4.29	3.89	3.83	4.50	4.80
Altura de la cruz (cm)	130.00	132.86	126.43	129.29	121.43	117.14
Altura de agarre(cm)	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Altura de la copa (m)	3.71	3.86	3.97	3.80	3.79	3.69
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	38.12	37.08	31.38	29.15	40.12	44.44

Los árboles ensayados presentan importantes diámetros de troncos y alturas de la cruz. El volumen de la copa de los árboles correspondientes a las fechas intermedias es inferior a los demás debido al menor diámetro de la misma.

El diámetro del tronco se considera un parámetro relevante. Durante los ensayos se ha observado que el Porcentaje de Derribo disminuye cuando el diámetro del tronco es superior a 45 cm.

## **5.2. TIEMPO DE VIBRADO**

En este apartado se presentan los resultados del análisis de imágenes obtenidas durante el derribo de aceituna a lo largo del tiempo de vibrado.

Se han analizado los ensayos de la variedad “Picual” de la campaña 2002-2003 y los ensayos de las variedades “Picual” y “Hojiblanca” de la campaña 2003-2004.

El tiempo de vibrado ha sido de 10 segundos ó (5+5) segundos en la campaña 2002-2003 y de 20 segundos ó (10+10) segundos en la campaña 2003-2004.

### **5.2.1. Campaña 2002-2003**

#### **5.2.1.1. Ensayos de la variedad “Picual”**

En la Tabla 36, se muestran los resultados de la campaña 2002-2003 para la variedad “Picual”. Representa la media de porcentaje acumulado de derribo de aceituna a lo largo del tiempo de vibrado para los ensayos realizados (árboles vibrados) en la fecha especificada. También puede verse gráficamente en la Figura 20.



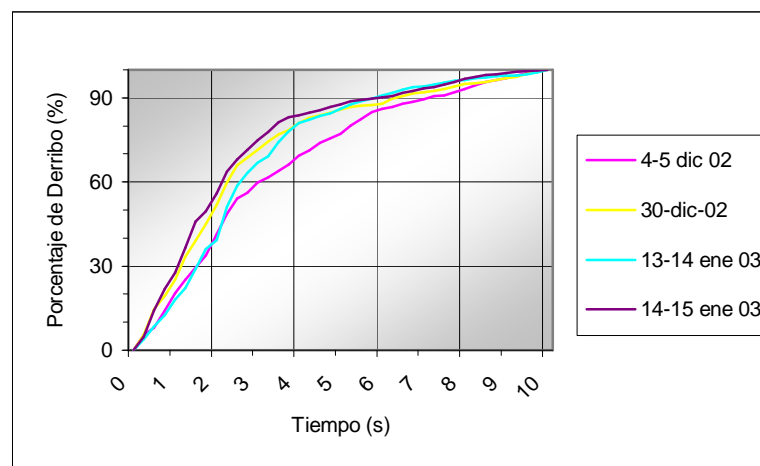
**Tabla 36. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2002-2003, variedad "Picual".**

T. Vib. (s)	10	10	10	(5+5)
T./Fecha	4-5 Dic 2002	30 Dic 2002	13-14 Ene 2003	14-15 Ene 2003
0	0	0	0	0
0.25	5	6	4	5
0.5	8	15	9	14
0.75	14	19	13	22
1	20	25	18	28
1.25	25	33	22	37
1.5	29	39	29	46
1.75	34	45	36	50
2	41	52	39	56
2.25	49	60	51	64
2.5	54	66	59	68
2.75	56	69	63	71
3	60	71	67	75
3.25	62	74	69	78
3.5	64	77	74	81
3.75	66	79	78	83
4	69	81	81	84
4.25	71	83	82	85
4.5	74	84	84	86
4.75	75	85	85	87
5	77	86	86	88
5.25	80	87	88	89
5.5	82	87	89	89
5.75	85	87	90	90
6	86	88	91	90
6.25	87	90	92	91
6.5	88	91	93	92
6.75	89	92	94	92
7	89	92	94	93
7.25	91	92	95	94
7.5	91	93	95	95
7.75	92	94	96	96
8	93	95	96	97
8.25	95	95	97	97
8.5	96	96	97	98
8.75	96	96	98	99
9	97	97	98	99
9.25	98	97	98	99
9.5	99	99	98	99
9.75	100	99	99	100
10	100	100	100	100

Al analizar el tiempo de derribo de la aceituna, se observa que el tiempo para derribar el 90 % de aceituna susceptible de ser derribada (T90) pasa de 7.25 segundos, al principio de la campaña (Diciembre), a 5.75 segundos, al final (Enero).

Paralelamente, en este período se registran aumentos en el Índice de Maduración (2.78 a 3.93) y descensos en la Fuerza de Retención del Fruto (564.46 cN a 408.86 cN) (Tabla 17).

En cuanto a la comparación entre los dos sistemas de vibración, empleados en los ensayos de las últimas fechas, se destaca que el 90 % de derribo de aceituna se ha conseguido en el segundo 5.75 en ambos casos. En principio, no se observa diferencia entre realizar una vibración de 10 segundos o vibrar dos veces 5 segundos.



**Figura 20. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2002-2003, variedad “Picual”.**

El Porcentaje acumulado de derribo de aceituna de los árboles ensayados en las cuatro fechas de la campaña 2002-2003, aparecen en el Anexo 2.

### 5.2.2. Campaña 2003-2004

Se han analizado los resultados obtenidos para las dos variedades (“Picual” y “Hojiblanca”). En cada fecha se presentan los valores medios de los ensayos realizados. Las Tablas 37 y 38 permiten comparar los dos sistemas de vibración utilizados (20 segundos y (10+10) segundos) y ver la evolución del tiempo de vibrado y del porcentaje acumulado de derribo de aceituna a lo largo del período de recolección. De forma gráfica, se expone, en función del tiempo de vibrado, en las Figuras 21, 22, 25 y 26.

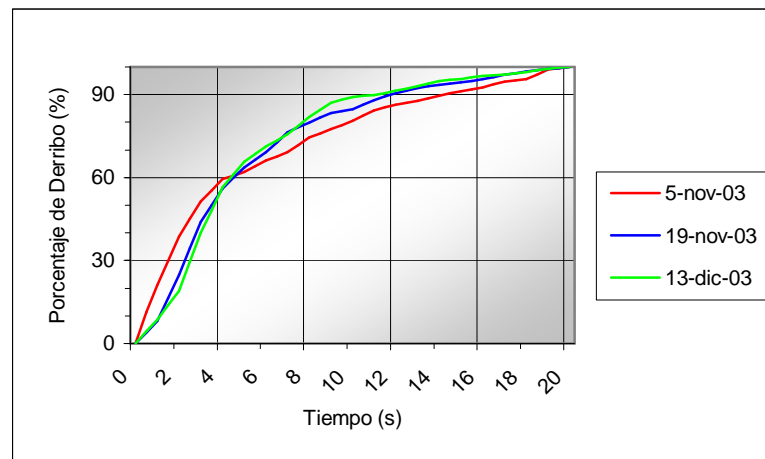
### 5.2.2.1. Ensayos de la variedad “Picual”

La Tabla 37 y las Figuras 21 y 22 reflejan, para cada fecha, la media de porcentaje acumulado de derribo de aceituna.

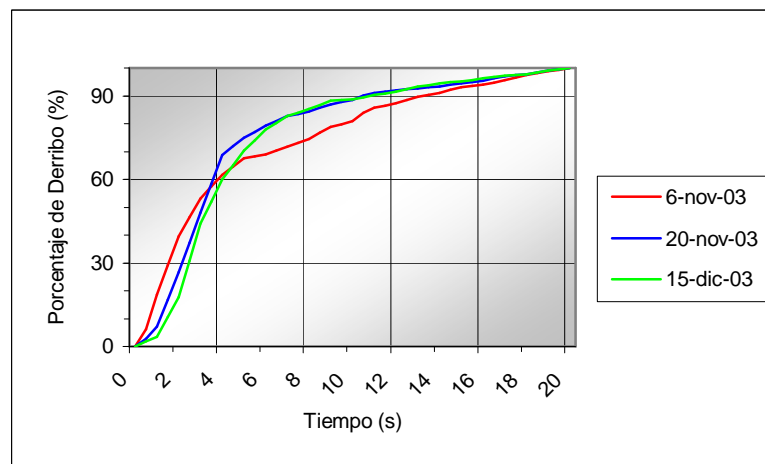
**Tabla 37. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”.**

T. Vib. (s)	20	(10+10)	20	(10+10)	20	(10+10)
T./Fecha	5 Nov 2003	6 Nov 2003	19 Nov 2003	20 Nov 2003	13 Dic 2003	15 Dic 2003
0	0	0	0	0	0	0
0.5	11	6	4	3	4	2
1	21	19	8	7	9	3
1.5	30	29	17	17	14	11
2	39	40	25	27	19	18
2.5	45	46	34	37	30	31
3	51	53	44	48	40	44
3.5	55	57	50	58	48	52
4	59	62	56	69	56	60
4.5	61	65	60	72	61	65
5	62	68	64	75	66	70
5.5	64	68	66	77	69	74
6	66	69	69	79	71	78
6.5	68	70	73	81	73	80
7	69	72	76	83	76	83
7.5	72	73	78	84	79	84
8	74	75	80	84	82	85
8.5	76	77	82	86	84	87
9	78	79	83	87	87	88
9.5	79	80	84	88	88	88
10	81	81	85	89	89	89
10.5	82	84	86	90	90	90
11	84	86	88	91	90	90
11.5	85	87	89	92	91	91
12	86	87	91	92	91	91
12.5	87	88	91	92	92	92
13	88	90	92	93	93	93
13.5	89	90	93	93	94	94
14	90	91	94	93	95	95
14.5	90	92	94	94	95	95
15	91	93	94	94	96	95
15.5	92	94	95	95	96	96
16	93	94	96	96	97	96
16.5	94	95	96	96	97	97
17	95	96	97	97	97	97
17.5	95	97	98	97	98	97
18	96	97	98	98	98	98
18.5	97	98	99	98	99	98
19	99	99	99	99	99	99
19.5	100	99	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100

El tiempo necesario para el derribo del 90 % de aceituna (T90) disminuye conforme avanza la campaña, pasando de 14 a 10.5 segundos. También se puede observar que el tiempo necesario para el derribo de aceituna mediante el sistema de dos vibraciones de 10 segundos es, generalmente, inferior al sistema de una vibración continua de 20 segundos.



**Figura 21. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”, vibración de 20 s.**



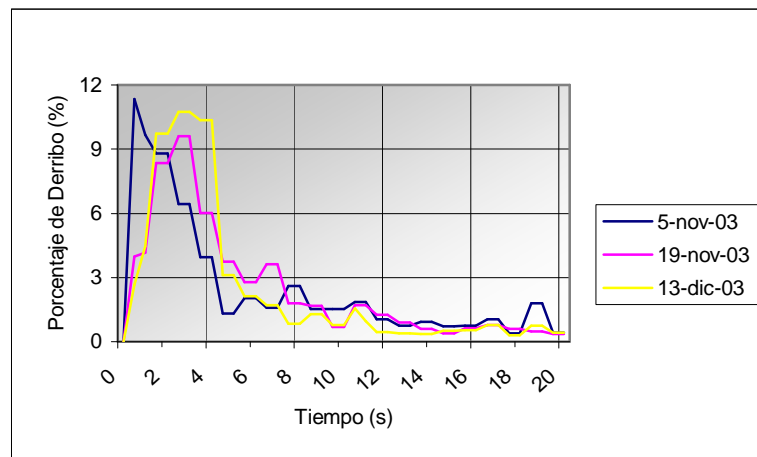
**Figura 22. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”, vibración de (10+10) s.**

El tiempo T90 se sitúa alrededor de 11 segundos para las fechas intermedias y finales de la campaña. La información se completa en la Tabla 37 y las Figuras 23 y 24, que representan el porcentaje instantáneo (en cada 0.5 segundos). Se observan claramente los instantes de mayor desprendimiento de

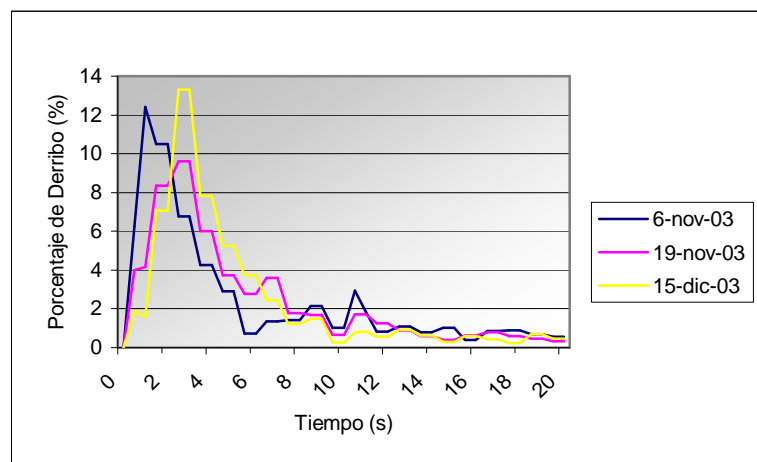
frutos, que se producen durante los primeros 4-6 segundos, coincidiendo con el período transitorio de arranque de la vibración (Gil Ribes *et al.*, 2001).

**Tabla 38. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”.**

T. Vib. (s)	20	(10+10)	20	(10+10)	20	(10+10)
T./Fecha	5 Nov 2003	6 Nov 2003	19 Nov 2003	20 Nov 2003	13 Dic 2003	15 Dic 2003
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	11.35	6.23	3.99	2.66	2.66	1.88
1	9.67	12.40	4.17	4.44	4.44	1.60
1.5	8.78	10.49	8.36	9.74	9.74	7.06
2	8.78	10.49	8.36	9.74	9.74	7.06
2.5	6.44	6.78	9.61	10.75	10.75	13.31
3	6.44	6.78	9.61	10.75	10.75	13.31
3.5	3.95	4.27	6.01	10.34	10.34	7.84
4	3.95	4.27	6.01	10.34	10.34	7.84
4.5	1.33	2.91	3.74	3.10	3.10	5.25
5	1.33	2.91	3.74	3.10	3.10	5.25
5.5	2.05	0.74	2.78	2.14	2.14	3.73
6	2.05	0.74	2.78	2.14	2.14	3.73
6.5	1.58	1.35	3.61	1.62	1.72	2.44
7	1.58	1.35	3.61	1.62	1.72	2.44
7.5	2.59	1.42	1.78	0.94	0.84	1.23
8	2.59	1.42	1.78	0.94	0.84	1.23
8.5	1.52	2.15	1.68	1.27	1.27	1.49
9	1.52	2.15	1.68	1.27	1.27	1.49
9.5	1.53	1.03	0.67	0.79	0.79	0.28
10	1.53	1.03	0.67	0.79	0.79	0.28
10.5	1.86	2.93	1.71	1.57	1.57	0.78
11	1.86	1.86	1.71	0.74	0.96	0.81
11.5	1.04	0.84	1.25	0.57	0.46	0.56
12	1.04	0.84	1.25	0.57	0.46	0.56
12.5	0.73	1.09	0.90	0.38	0.38	0.92
13	0.73	1.09	0.90	0.38	0.38	0.92
13.5	0.93	0.78	0.60	0.36	0.36	0.62
14	0.93	0.78	0.60	0.36	0.36	0.62
14.5	0.73	1.03	0.40	0.49	0.49	0.31
15	0.73	1.03	0.40	0.49	0.49	0.31
15.5	0.76	0.40	0.62	0.54	0.54	0.58
16	0.76	0.40	0.62	0.54	0.54	0.58
16.5	1.06	0.84	0.78	0.79	0.79	0.44
17	1.06	0.84	0.78	0.79	0.79	0.44
17.5	0.38	0.90	0.59	0.29	0.29	0.23
18	0.38	0.90	0.59	0.29	0.29	0.23
18.5	1.81	0.70	0.47	0.73	0.73	0.70
19	1.81	0.70	0.47	0.73	0.73	0.70
19.5	0.43	0.56	0.35	0.43	0.43	0.48
20	0.43	0.56	0.35	0.43	0.43	0.48
Total	100	100	100	100	100	100



**Figura 23. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”, vibración de 20 s.**



**Figura 24. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Picual”, vibración de (10+10) s.**

### 5.2.2.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”

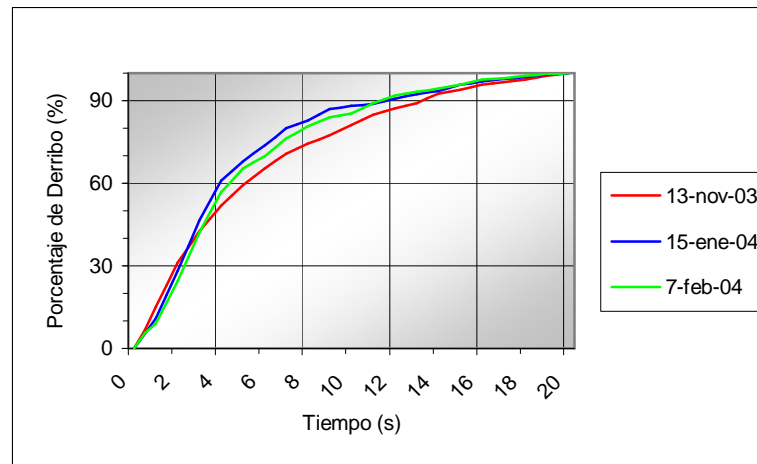
En la Tabla 39, se presentan los datos obtenidos de porcentaje acumulado de derribo de aceituna de la variedad “Hojiblanca”, y en las Figuras 25 y 26 su representación gráfica.

**Tabla 39. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad "Hojiblanca".**

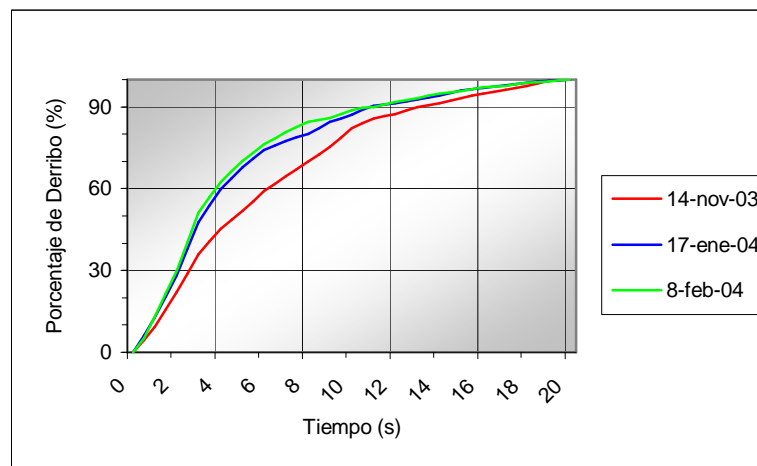
T. Vibr. (s)	20	(10+10)	20	(10+10)	20	(10+10)
T./Fecha	13 Nov	14 Nov	15 Ene	17 Ene	7 Feb	8 Feb
	2003	2003	2004	2004	2004	2004
0	0	0	0	0	0	0
0.5	7	4	5	6	6	5
1	15	9	11	13	9	13
1.5	23	16	19	20	17	22
2	31	22	28	28	24	30
2.5	37	29	37	38	33	40
3	43	36	46	48	42	51
3.5	47	41	54	54	49	57
4	52	45	61	60	57	62
4.5	56	49	64	64	61	66
5	59	52	68	68	65	70
5.5	62	56	71	71	68	73
6	65	59	74	74	70	76
6.5	68	62	77	76	73	78
7	71	65	80	78	76	81
7.5	73	67	81	79	78	83
8	74	70	83	80	81	84
8.5	76	73	85	82	82	85
9	78	75	87	84	84	86
9.5	79	79	88	86	85	87
10	81	82	88	87	85	89
10.5	83	84	88	89	87	90
11	85	86	89	90	89	90
11.5	86	87	90	91	90	91
12	87	87	91	91	92	92
12.5	88	89	92	92	92	93
13	89	90	92	93	93	93
13.5	91	91	93	93	94	94
14	93	91	93	94	94	95
14.5	93	92	95	95	95	95
15	94	93	96	96	96	96
15.5	95	94	96	96	97	96
16	96	95	97	97	98	97
16.5	96	96	97	98	98	97
17	97	96	98	98	98	98
17.5	97	97	98	98	99	98
18	98	98	99	99	99	99
18.5	98	99	99	99	99	99
19	99	99	100	100	100	99
19.5	99	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100

El tiempo necesario para el derribo de aceituna disminuye a lo largo del periodo de recolección. Al principio (13 de Noviembre de 2003), con 13-13.5 segundos se puede derribar el 90 % de aceituna que puede derribarse, sin embargo, al final (7-8 de Febrero de 2004), el tiempo ha sido de 10.5-11.5

segundos. A partir de Enero, dicho tiempo queda prácticamente constante alrededor de 11 segundos.



**Figura 25. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Hojiblanca”, vibración de 20 s.**



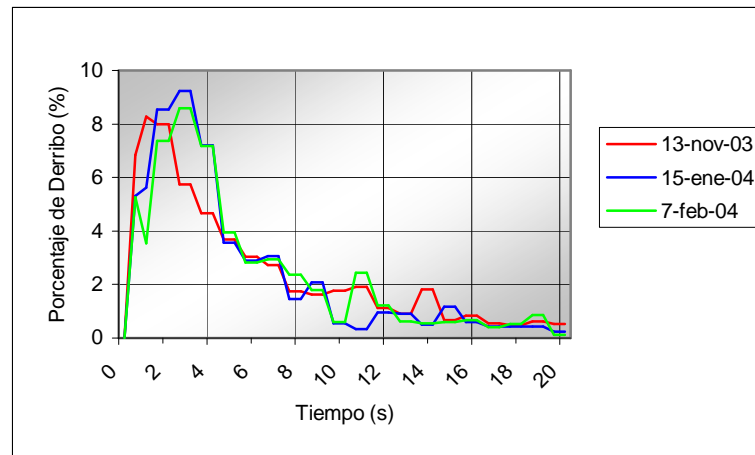
**Figura 26. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad “Hojiblanca”, vibración de (10+10) s.**

También se completa la información con la Tabla 40 y las Figuras 27 y 28, de porcentajes de derribo instantáneos.

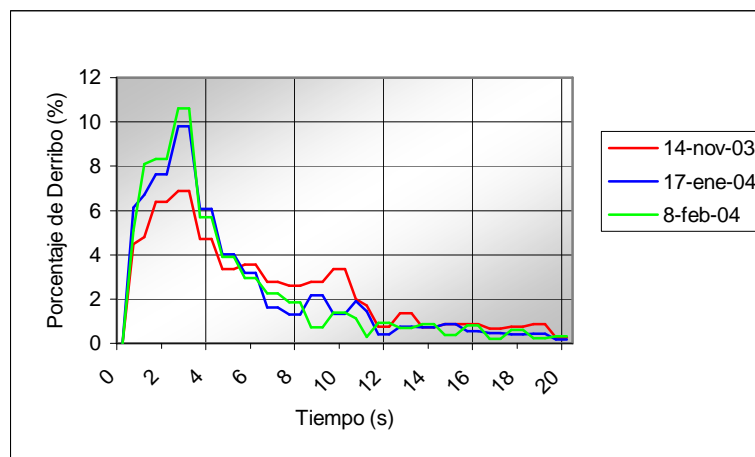


**Tabla 40. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Campaña 2003-2004, variedad "Hojiblanca".**

T. Vibr. (s)	20	(10+10)	20	(10+10)	20	(10+10)
T./Fecha	13 Nov 2003	14 Nov 2003	15 Ene 2004	17 Ene 2004	7 Feb 2004	8 Feb 2004
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	6.84	4.49	5.30	6.14	5.26	5.08
1	8.28	4.79	5.63	6.72	3.53	8.10
1.5	7.99	6.39	8.55	7.63	7.38	8.34
2	7.99	6.39	8.55	7.63	7.38	8.34
2.5	5.75	6.89	9.23	9.81	8.58	10.62
3	5.75	6.89	9.23	9.81	8.58	10.62
3.5	4.66	4.70	7.19	6.07	7.18	5.69
4	4.66	4.70	7.19	6.07	7.18	5.69
4.5	3.68	3.36	3.55	4.01	3.95	3.91
5	3.68	3.36	3.55	4.01	3.95	3.91
5.5	3.03	3.56	2.89	3.19	2.82	2.96
6	3.03	3.56	2.89	3.19	2.82	2.96
6.5	2.73	2.77	3.06	1.61	2.94	2.25
7	2.73	2.77	3.06	1.61	2.94	2.25
7.5	1.75	2.61	1.47	1.30	2.36	1.85
8	1.75	2.61	1.47	1.30	2.36	1.85
8.5	1.62	2.77	2.08	2.16	1.80	0.71
9	1.62	2.77	2.08	2.16	1.80	0.71
9.5	1.78	3.36	0.55	1.34	0.60	1.39
10	1.78	3.36	0.55	1.34	0.60	1.39
10.5	1.91	1.99	0.32	1.89	2.43	1.11
11	1.91	1.69	0.32	1.44	2.43	0.28
11.5	1.12	0.74	0.95	0.40	1.22	0.93
12	1.12	0.74	0.95	0.40	1.22	0.93
12.5	0.91	1.36	0.90	0.76	0.63	0.68
13	0.91	1.36	0.90	0.76	0.63	0.68
13.5	1.83	0.72	0.51	0.73	0.55	0.85
14	1.83	0.72	0.51	0.73	0.55	0.85
14.5	0.68	0.88	1.17	0.86	0.59	0.37
15	0.68	0.88	1.17	0.86	0.59	0.37
15.5	0.85	0.87	0.59	0.55	0.66	0.80
16	0.85	0.87	0.59	0.55	0.66	0.80
16.5	0.54	0.67	0.42	0.47	0.40	0.19
17	0.54	0.67	0.42	0.47	0.40	0.19
17.5	0.48	0.75	0.43	0.40	0.52	0.61
18	0.48	0.75	0.43	0.40	0.52	0.61
18.5	0.61	0.86	0.44	0.42	0.86	0.22
19	0.61	0.86	0.44	0.42	0.86	0.22
19.5	0.52	0.26	0.23	0.18	0.12	0.33
20	0.52	0.26	0.23	0.18	0.12	0.33
Total	100	100	100	100	100	100



**Figura 27. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Variedad Hojiblanca”, campaña 2003-2004, vibración de 20 s.**



**Figura 28. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna. Variedad Hojiblanca”, campaña 2003-2004, vibración de (10+10) s.**

El Porcentaje acumulado e instantáneo de derribo de aceituna de los árboles ensayados en cada fecha con las variedades “Picual” y “Hojiblanca”, campaña 2003-2004, aparecen en el Anexo 2.

### 5.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 5.3.1. Influencia de las variables de ensayo

##### 5.3.1.1. En la eficacia de derribo

##### 5.3.1.1.1. Ensayos de la campaña 2002-2003

Se determina la influencia que la variable independiente fecha en la que se realiza la recolección (FECHA: inicial, intermedia y final) tiene sobre la Eficacia o Porcentaje de Derribo (PD). Este análisis sólo se efectúa sobre los datos correspondientes a la variedad “Picual”, única recogida a lo largo de la campaña.

Para ello, se plantea un Análisis de la Varianza (ANOVA) de un factor. Previamente, debe comprobarse el cumplimiento de las hipótesis o condiciones paramétricas. Se utilizan la prueba W de Shapiro-Wilk, para comprobar la hipótesis de normalidad, y el estadístico de Levene, para la homocedasticidad o igualdad de varianzas (Tabla 41).

**Tabla 41. Comprobación de las hipótesis de normalidad y homocedasticidad para el estudio de la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Fecha de recolección (FECHA). Ensayos de la campaña 2002-2003.**

Pruebas de normalidad				
FECHA		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
PD	fecha inicial	,877	7	,213
	fecha intermedia	,989	4	,952
	fecha final	,900	7	,329

#### Prueba de homogeneidad de la varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
PD	Basándose en la media	,012	2	15	,988
	Basándose en la mediana.	,009	2	15	,991
	Basándose en la mediana y con gl corregido	,009	2	11,101	,991
	Basándose en la media recortada	,006	2	15	,994

Como el nivel crítico (Sig.) en todos los grupos es mayor que el nivel de significación, generalmente establecido en 0.05, se puede concluir que los datos muestrales proceden de poblaciones normales. Igualmente, el nivel crítico (para cualquiera de los estimadores de tendencia central) es mayor que 0.05, por lo que puede decirse que la varianza de la variable PD es la misma en las tres poblaciones definidas.

En los restantes análisis paramétricos se ha realizado la comprobación del cumplimiento de las hipótesis pero no se presentan. Sólo se ha hecho a modo de ejemplo en este primer caso.

En la Tabla 42, se muestran los resultados del ANOVA. Puesto que el nivel crítico (Sig.) es menor que 0.05, existe efecto estadísticamente significativo, con el 95 % de nivel de confianza, de los tratamientos del factor FECHA sobre el PD. Es decir, las diferencias observadas en los valores de las medias muestrales son significativas o demasiado grandes para que se deban al azar.

**Tabla 42. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Fecha. Ensayos de la campaña 2002-2003.**

**ANOVA**

PD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1602,587	2	801,294	19,839	,000
Intra-grupos	605,857	15	40,390		
Total	2208,444	17			

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: PD

	(I) FECHA	(J) FECHA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Limite inferior	Limite superior
HSD de Tukey	fecha inicial	fecha intermedia	-15,50*	3,983	,004	-25,85	-5,15
		fecha final	-20,86*	3,397	,000	-29,68	-12,03
	fecha intermedia	fecha inicial	-15,50*	3,983	,004	5,15	25,85
		fecha final	-5,36	3,983	,393	-15,70	4,99
	fecha final	fecha inicial	20,86*	3,397	,000	12,03	29,68
		fecha intermedia	5,36	3,983	,393	-4,99	15,70

\* La diferencia entre las medidas es significativa al nivel ,05

**Tabla 42. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Fecha. Ensayos de la campaña 2002-2003 (continuación).  
PD**

HSD de Tukey	FECHA	N	Subconjunto para alfa = ,05	
			1	2
	fecha inicial	7	67,00	
	fecha intermedia	4		82,50
	fecha final	7		87,86
	Sig.		1,000	,361

La comparación múltiple de medias entre sí se realiza con la prueba paramétrica HSD de Tukey. Cuando el nivel crítico (Sig.) es menor que 0.05 se puede rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que hay diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Los grupos homogéneos se identifican en columnas separadas, de tal forma que, los tratamientos contenidos dentro de la misma columna forman un grupo de medias dentro de las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. Se establecen dos grupos homogéneos: fecha inicial y fecha intermedia-fecha final.

De todo esto se deduce que conforme avanza la recolección el PD obtenido es mayor, existiendo diferencias entre los valores al principio de la campaña (fechas iniciales) y los valores en fechas intermedias o finales, pero no entre estas últimas.

En otra fase de estos ensayos se procede a la comparación entre dos formas de realizar la vibración: una vibración continua de 10 segundos frente a dos vibraciones de 5 segundos cada una. Esta fase es previa al desarrollo planteado durante los ensayos de la campaña 2003-2004. Se realiza en dos variedades en una misma fecha (fecha final), por tanto, se consideran las variables independientes variedad (VARIEDAD: “Picual” y “Hojiblanca”) y tiempo y modo de realizar la vibración (VIBRAC: 10 segundos y (5+5) segundos). Se aplica un ANOVA factorial para obtener el efecto de los factores principales y de sus interacciones (Tabla 43).

**Tabla 43. Tabla ANOVA factorial para la Eficacia de Derribo (PD). Ensayos de la campaña 2002-2003.****Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: PD

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	376,679 <sup>a</sup>	3	125,560	5,929	,004
Intersección	239390,036	1	239390,036	11303,408	,000
VARIEDAD	308,893	1	308,893	14,585	,001
VIBRAC	66,036	1	66,036	3,118	,090
VARIEDAD * VIBRAC	1,750	1	1,750	,083	,776
Error	508,286	24	21,179		
Total	240275,000	28			
Total corregida	884,964	27			

a. R cuadrado = ,426 (R cuadrado corregida = ,354)

En este caso, el “Modelo corregido” contempla todos los efectos tomados juntos (factores, interacciones y constante o intersección) y es significativo (Significación = 0.004), explicando el 42.6 % de la varianza de la variable dependiente PD. El factor VARIEDAD presenta diferencias significativas mientras que VIBRAC y la interacción no.

Estos resultados serán comprobados con los ensayos de la campaña 2003-2004, ya que, en la campaña presente se realizó la recolección en fechas muy avanzadas, sobre todo en la variedad “Picual”.

**5.3.1.1.2. Ensayos de la campaña 2003-2004**

Se plantea, en primer lugar, el Análisis de la Varianza (ANOVA) de un factor y, posteriormente, el ANOVA factorial, con todos los factores y sus posibles interacciones. Para comprobar los resultados, se realizan las pruebas no paramétricas de comparación de medias de los factores tomados individualmente. Con todo esto, se facilita la construcción del Modelo Lineal General y la obtención de resultados válidos en caso de no cumplimiento de las hipótesis del ANOVA.

Se considera como variable dependiente la Eficacia de Derribo o Porcentaje de Derribo (PD) y como factores o variables independientes: variedad

(VARIEDAD: “Picual” y “Hojiblanca”), fecha en la que se efectúa la recolección (FECHA: inicial, intermedia y final) y tiempo y modo de realizar la vibración (VIBRAC: 20 segundos y (10+10) segundos).

Para explicar la contribución de cada factor individual en la variabilidad de PD y comprobar si tienen efecto estadísticamente significativo, se realiza la comparación de medias con las prueba T y el ANOVA de un factor.

En la Tabla 44, se muestra los resultados obtenidos para el PD en función de la Variedad. Antes de la prueba T, se realiza el contraste de Levene (F) sobre igualdad de las varianzas; como la probabilidad asociada al estadístico (Sig.) es mayor que 0.05, puede aceptarse dicha hipótesis. El estadístico T tiene asociado un nivel crítico bilateral (Sig. (bilateral)) de 0.140, mayor que 0.05, por lo que no pueden asumirse diferencias estadísticamente significativas entre las variedades afectando al PD. Esto también se comprueba porque los límites del intervalo de confianza contienen al valor cero (-1.114 a 7.796). El ANOVA presenta un nivel crítico (Sig.) mayor que 0.05, lo que permite obtener la misma conclusión anterior: las poblaciones definidas por la variable Variedad (“Picual” y “Hojiblanca”) no presentan diferencias estadísticamente significativas, con el 95% de nivel de confianza, en cuanto al PD obtenido.

**Tabla 44. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Variedad. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
PD Se han asumido varianzas iguales	,153	,697	1,492	81	,140	3,34	2,239	-1,114	7,796
No se han asumido varianzas iguales			1,494	80,496	,139	3,34	2,236	-1,109	7,790

#### ANOVA

PD

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	231,567	1	231,567	2,227	,140
Intra-grupos	8423,854	81	103,998		
Total	8655,422	82			

En cuanto al factor FECHA (Tabla 45), se pueden establecer diferencias significativas entre fechas de recolección a lo largo de la campaña.

**Tabla 45. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Fecha. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

## ANOVA

PD

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2126,469	2	1063,235	13,028	,000
Intra-grupos	6528,952	80	81,612		
Total	8655,422	82			

## Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PD

	(I) FECHA	(J) FECHA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Limite inferior	Limite superior
HSD de Tukey	fecha inicial	fecha intermedia	-11,29*	2,414	,000	-17,05	-5,52
		fecha final	-9,98*	2,437	,000	-15,80	-4,17
	fecha intermedia	fecha inicial	11,29*	2,414	,000	5,52	17,05
		fecha final	1,30	2,437	,855	-4,52	7,12
	fecha final	fecha inicial	9,98*	2,437	,000	4,17	15,80
		fecha intermedia	-1,30	2,437	,855	-7,12	4,52

\* La diferencia entre las medidas es significativa al nivel ,05

## PD

FECHA	N	Subconjunto para alfa= ,05	
		1	2
HSD de Tukey fecha inicial	28	76,57	
fecha final	27		86,56
fecha intermedia	28		87,86
Sig.		1,000	,854

Se continúa el análisis mediante el contraste de pares de poblaciones entre sí (comparaciones múltiples “post hoc”), utilizando el método HSD de Tukey, y clasificando los grupos en función del parecido entre sus medias. En el subconjunto 2 están incluidos dos tratamientos del factor (fecha intermedia y fecha final), cuyas medias no difieren significativamente (Sig. = 0.854), y en el subconjunto 1 sólo un tratamiento (fecha inicial), que difiere de los anteriores pero, obviamente, no de sí mismo (Sig. = 1.000). Es decir, en las fechas intermedias y finales se consiguen Eficacias de Derribo (PD) similares y mayores que en las fechas iniciales.



La influencia del tiempo y forma de la vibración (VIBRAC) sobre el PD, queda reflejada en la Tabla 46. El estadístico de Levene indica que no hay igualdad de varianzas (Sig. = 0.011 < 0.05). Asumiendo ese supuesto, se obtiene un nivel crítico bilateral de 0.017 que indica la existencia de diferencias significativas. El ANOVA muestra el mismo resultado y también los estadísticos de Welch y de Brown-Forsythe, que son una alternativa al estadístico F cuando las varianzas no son iguales.

**Tabla 46. Pruebas paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD) en función de la Vibración. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
PD Se han asumido varianzas iguales	6,761	,011	-2,427	81	,017	-5,32	2,191	-9,677	-,957
No se han asumido varianzas iguales			-2,437	73,064	,017	-5,32	2,182	-9,665	-,969

#### ANOVA

PD

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	586,544	1	586,544	5,888	,017
Intra-grupos	8068,878	81	99,616		
Total	8655,422	82			

#### Pruebas robustas de igualdad de las medias

PD

	Estadístico <sup>a</sup>	gl1	gl2	Sig.
Welch	5,939	1	73,064	,017
Brown-Forsythe	5,939	1	73,064	,017

a. Distribuidos en F asintóticamente.

Se comprueba que realizando la operación de vibrado con una vibración continua de 20 segundos, la Eficacia de Derribo (PD) obtenida es menor que si se efectúan dos vibraciones de 10 segundos.

El análisis se completa con la inclusión de las pruebas no paramétricas alternativas en cada caso, concretamente, la prueba H de Kruskal-Wallis y la U de Mann-Whitney.

En la Tabla 47, se recogen los resultados para los tres factores. Para la variable VARIEDAD no se obtienen diferencias estadísticamente significativas; el estadístico U, y su equivalente W de Wilcoxon”, presentan un nivel crítico mayor que 0.05 (Sig. asintót. = 0.146).

**Tabla 47. Pruebas no paramétricas de comparación de medias para la Eficacia de Derribo (PD). Ensayos de la campaña 2003-2004.**

Variable de Agrupación	Estadísticos de Contraste		Sig. asintót (bilateral)
	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	
Variedad	701,500	1604,500	,146
Vibrac.	637,000	1540,000	,041

**Prueba de Kruskal-Wallis**

Variable de Agrupación	Estadísticos de Contraste	Sig.asintót
	chi-cuadrado	
Fecha	22,243	,000

**Comparaciones múltiples para PD. Variable de agrupación: FECHA**

Contraste	Estadísticos de Contraste		Sig. asintót (bilateral)
	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	
fecha inicial-Intermedia	139,000	545,000	,000
fecha inicial-final	147,000	553,000	,000
fecha intermedia-final	323,500	701,500	,358

Para la vibración, variable VIBRAC, si existen diferencias significativas y también para la variable FECHA. En ésta última, al existir más de dos muestras, se utiliza la prueba H (estadístico Chi-cuadrado) y para realizar comparaciones múltiples, entre pares de poblaciones entre sí, la prueba U. La fecha inicial presenta diferencias estadísticamente significativas con la fecha intermedia (Sig. asintót. = 0.000) y con la final (Sig. asintót. = 0.000), mientras que éstas no las presentan entre sí (Sig. asintót. = 0.358), pudiendo agruparse los tratamientos en dos subconjuntos: fecha inicial y fecha intermedia-fecha final.

Se observa que los resultados indican las mismas tendencias ya obtenidas con las pruebas paramétricas.

Por último, se realiza el ANOVA factorial para evaluar el efecto individual y conjunto de los factores sobre la variable dependiente cuantitativa. La Tabla 48 es un resumen del procedimiento. Contiene la misma información que la tabla resumen del modelo de un factor pero referida a los efectos de los factores y sus interacciones.

**Tabla 48. Tabla ANOVA factorial para la Eficacia de Derribo (PD). Ensayos de la campaña 2003-2004.**

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: PD

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	3651,731 <sup>a</sup>	11	331,976	4,711	,000
Intersección	579596,877	1	579596,877	8224,205	,000
VARIEDAD	229,589	1	229,589	3,258	,075
FECHA	2115,808	2	1057,904	15,011	,000
VIBRAC	577,809	1	577,809	8,199	,006
VARIEDAD * FECHA	103,545	2	51,773	,735	,483
VARIEDAD * VIBRAC	217,707	1	217,707	3,089	,083
FECHA * VIBRAC	154,404	2	77,202	1,095	,340
VARIEDAD * FECHA * VIBRAC	220,505	2	110,252	1,564	,216
Error	5003,690	71	70,475		
Total	589107,000	83			
Total corregida	8655,422	82			

a. R cuadrado = ,422 (R cuadrado corregida = ,332)

El modelo es significativo (Significación = 0.000), explicando el 42.2 % de la varianza de la variable dependiente PD. Los efectos principales FECHA y VIBRAC presentan diferencias significativas mientras que VARIEDAD y las interacciones no. Para la variable FECHA se han realizado las comparaciones “post hoc”, resultando, lógicamente, los grupos obtenidos en las pruebas precedentes (Tablas 45 y 47).

### 5.3.1.2. En el tiempo de vibrado

Al igual que en el estudio de la Eficacia de Derribo, se plantea un ANOVA factorial considerando tres variables dependientes que serán analizadas de forma sucesiva en función de los factores o variables independientes que se establezcan para cada ensayo. Las variables dependientes son el tiempo de vibrado necesario para derribar el 90 %, el 60 % y el 30 % de la aceituna susceptible de ser derribada (T90, T60 y T30, respectivamente). En el análisis de las imágenes, partiendo del 100 % de la aceituna susceptible de ser derribada, se obtienen los restantes porcentajes de derribo y tiempos, tomando T90, T60 y T30 como puntos de interés para el estudio de la evolución de la caída de aceituna durante el tiempo de vibrado, ya que, representan los instantes iniciales (transitorio de arranque de la vibración), intermedios (régimen permanente) y finales (parada) de tal proceso.

#### 5.3.1.2.1. Ensayos de la campaña 2002-2003

En la Tabla 49, se presenta un resumen del análisis realizado para las variables dependientes en función del factor fecha de recolección (FECHA), para la variedad “Picual”, única ensayada a lo largo de la campaña. En ningún caso aparecen diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 49. Resumen de pruebas estadísticas aplicadas al estudio del tiempo de vibrado (T30, T60, T90) en función de la variable FECHA. Ensayos de la campaña 2002-2003.**

Variable	Significación (según prueba)	
	ANOVA	Kruskal-Wallis
T30	,386	,471
T60	,170	,211
T90	,189	,171

### 5.3.1.2.2. Ensayos de la campaña 2003-2004

En la Tabla 50, se muestra el análisis estadístico realizado. Se observa efecto estadísticamente significativo de la variable FECHA sobre T60 y T90 y de la interacción VARIEDAD\*FECHA sobre T30.

**Tabla 50. Resumen de pruebas estadísticas aplicadas al estudio del tiempo de vibrado en función de las variables de ensayo. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

ANOVA factorial para T90					
Fuente	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VARIEDAD (VAR)	,355	1	,355	,090	,766
FECHA (F)	48,274	2	24,137	6,115	,005
VIBRAC (VIB)	1,404	1	1,404	,356	,555
VAR*F	2,278	2	1,139	,289	,751
VAR*VIB	,656	1	,656	,166	,686
F*VIB	,117	2	5.829E-02	,015	,985
VAR*F*VIB	2,570	2	1,285	,326	,724
Error	142,109	36	3,947		
Total	6,779,018	48			

ANOVA factorial para T60					
Fuente	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VARIEDAD (VAR)	2,516	1	2,516	1,955	,171
FECHA (F)	11,258	2	5,629	4,374	,020
VIBRAC (VIB)	1,012	1	1,012	,787	,381
VAR*F	3,910	2	1,955	1,519	,233
VAR*VIB	,949	1	,949	,738	,396
F*VIB	2,020	2	1,010	,785	,464
VAR*F*VIB	2,213	2	1,106	,860	,432
Error	46,326	36	1,287		
Total	1047,160	48			

**Tabla 50. Resumen de pruebas estadísticas aplicadas al estudio del tiempo de vibrado en función de las variables de ensayo. Ensayos de la campaña 2003-2004 (continuación).**

<b>ANOVA factorial para T30</b>					
Fuente	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VARIEDAD (VAR)	,213	1	,213	,906	,348
FECHA (F)	1,159	2	,580	2,462	,100
VIBRAC (VIB)	8,333E-04	1	8,333E-04	,004	,953
VAR*F	2,335	2	1,168	4,956	,013
VAR*VIB	2,253E-02	1	2,253E-02	,096	,759
F*VIB	,603	2	,301	1,280	,290
VAR*F*VIB	,276	2	,138	,587	,561
Error	8,477	36	,235		
Total	233,421	48			

<b>Comparación múltiples para T60. Método HSD Tukey</b>		
FECHA	Valor medio observado	Grupos homogéneos
fecha inicial (F1)	5,1950	X
fecha intermedia (F2)	4,1325	X
fecha final (F3)	4,2069	X
Contraste	Significación	Limites
F1-F2	,031	,0822 - 2,0428
F1-F3	,048	,0078 - 1,9684
F2-F3	,981	-1,0547 - ,9059

<b>Comparación múltiples para T90. Método HSD Tukey</b>		
FECHA	Valor medio observado	Grupos homogéneos
fecha inicial (F1)	13,1250	X
fecha intermedia (F2)	11,0763	X
fecha final (F3)	10,9269	X
Contraste	Significación	Limites
F1-F2	,016	,3318 - 3,7657
F1-F3	,009	,4811 - 3,9151
F2-F3	,975	-1,5676 - 1,8664

La tendencia marcada por los grupos de la variable FECHA sigue siendo igual que en análisis anteriores, distinguiéndose dos subconjuntos formados por las fechas iniciales y las intermedias-finales. En este caso, los grupos homogéneos se han identificado usando columnas de cruces (X), de tal forma que los tratamientos cuya X está contenida dentro de la misma columna forman un grupo.

Parece lógico que ningún factor principal tenga efecto sobre la variable T30, ya que, esta refleja el período transitorio de arranque, durante el inicio de la vibración, caracterizado por un desprendimiento masivo de frutos debido a la inestabilidad del sistema. Que la interacción VARIEDAD\*FECHA sea significativa, se debe a que las diferencias en el tiempo T30 entre las dos variedades no sean las mismas a lo largo del período de recolección.

Si se aplica el Modelo General Lineal multivariante, con las tres variables dependientes (T90, T60 y T30) y los tres factores (VARIEDAD, FECHA y VIBRAC), se obtiene que la FECHA presenta efecto estadísticamente significativo, con el 95 % de nivel de confianza, y también la interacción VARIEDAD\*FECHA (Tabla 51). El resto del procedimiento se completa con la prueba de los efectos inter-sujetos y las comparaciones múltiples ya realizadas para las variables por separado (Tabla 50).

**Tabla 51. Modelo Lineal General multivariante para T90, T60 y T30. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

Efecto	Significación (según estadístico)			
	Pillai	Wilks	Hotelling	Roy
VARIEDAD (VAR)	,280	,280	,280	,280
FECHA (F)	,001	,000	,000	,000
VIBRAC (VIB)	,722	,722	,722	,722
VAR*F	,038	,028	,022	,003
VAR*VIB	,626	,626	,626	,626
F*VIB	,704	,712	,720	,361
VAR*F*VIB	,862	,870	,877	,647

### **5.3.2. Relaciones entre parámetros de estudio**

Se tienen en cuenta las características varietales y geométricas citadas en los apartados 4.1.1. y 4.1.2., respectivamente, de “Materiales y Métodos”.

Se presentan todas las posibles relaciones entre variables que tienen sentido físico junto con sus coeficientes de correlación muestral y sus niveles críticos, indicando las correlaciones significativas al nivel 0.01 y 0.05.

En este caso, primero se relacionan los ensayos de la campaña 2003-2004, que tienen mayor extensión, y, posteriormente, los de la campaña 2002-2003

#### **5.3.2.1. Ensayos de campaña 2003-2004**

En la Tabla 52, se muestra, para la variedad “Picual”, el triángulo superior de la matriz de correlaciones cuadrada, con los coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) existentes entre cada dos variables que representan características varietales, y los niveles críticos (Sig.) correspondientes. Se señala con dos asteriscos la correlación que es significativa al nivel 0.01 y con un asterisco cuando es significativa al nivel 0.05. En la Tabla 53, se muestra la matriz de correlaciones para la variedad “Hojiblanca”.



**Tabla 52. Correlaciones lineales entre características varietales. Variedad "Picual".  
Ensayos de la campaña 2003-2004.**

		FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2
FRFa	r	1	.934**	.903**	.663**	.662**	.777**	-.667**	-.598**	-.380
	Sig.		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.108
FRFdV1	r		1	.934**	.619**	.626**	.695**	-.614**	-.568**	-.407
	Sig.			.000	.000	.000	.000	.000	.000	.108
FRFdV2	r			1	.737**	.776**	.794**	-.478*	-.402	-.224
	Sig.				.000	.000	.000	.038	.088	.356
Pa	r				1	.950**	.880**	-.479**	-.403*	-.204
	Sig.					.000	.000	.002	.010	.401
PdV1	r					1	.926**	-.374*	-.287	-.069
	Sig.						.000	.017	.072	.780
PdV2	r						1	-.538*	-.403	-.034
	Sig.							.017	.087	.981
IMa	r							1	.906**	.541*
	Sig.								.000	.017
IMdV1	r								1	.587**
	Sig.									.008
IMdV2	r									1
	Sig.									

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

**Tabla 53. Correlaciones lineales entre características varietales. Variedad "Hojiblanca".  
Ensayos de la campaña 2003-2004.**

		FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2
FRFa	r	1	.844**	.755**	.161	.340*	.332	-.879**	-.898**	-.866**
	Sig.		.000	.000	.310	.028	.141	.000	.000	.000
FRFdV1	r		1	.855**	.145	.321*	.494*	-.825**	-.860**	-.888**
	Sig.			.000	.359	.038	.023	.000	.000	.000
FRFdV2	r			1	.007	.109	.260	-.766**	-.811**	-.816**
	Sig.				.374	.640	.256	.000	.000	.000
Pa	r				1	.757**	.616**	-.179	-.195	-.148
	Sig.					.000	.003	.256	.216	.523
PdV1	r					1	.867**	-.323*	-.348*	-.319
	Sig.						.000	.037	.024	.159
PdV2	r						1	-.378	-.450*	-.456*
	Sig.							.091	.040	.038
IMa	r							1	.974**	.959**
	Sig.								.000	.000
IMdV1	R								1	.993**
	Sig.									.000
IMdV2	r									1
	Sig.									

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Para ambas variedades, se obtienen correlaciones bivariadas positivas entre FRFa, FRFdV1 y FRFdV2, siendo más fuertes en el caso de la variedad “Picual”. Esto es, los valores de la Fuerza de Retención del Fruto, tomados en cualquier fase del proceso de derribo, antes y después de realizar la vibración del árbol, están asociados linealmente entre sí.

Los resultados obtenidos (ver apartado 5.1.) muestran que la Fuerza de Retención del Fruto después de la vibración (FRFd) es mayor que la existente antes (FRFa).

En los ensayos de dos vibraciones, la Fuerza de Retención del Fruto después de la segunda vibración (FRFdV2) es mayor que la existente después de la primera vibración (FRFdV1) y esta última mayor que la hay ante de las dos vibraciones (FRFa) (FRFdV2 > FRFdV1 > FRFa).

Para las variables Pa, PdV1 y PdV2, se obtienen correlaciones bivariadas positivas, que son más fuertes en “Picual”, y también para IMa, IMdV1 y IMdV2, siendo, en este caso, más fuertes en “Hojiblanca”.

Pero sucedo lo contrario que con la Fuerza, es decir, Pa > PdV1 > PdV2 y IMa > IMdV1 > IMdV2 (ver apartado 5.1.).

Entre la Fuerza de Retención del Fruto (FRFa, FRFdV1 y FRFdV2) y el Índice de Maduración (IMa, IMdV1, IMdV2), la relación lineal es negativa, más fuerte en “Hojiblanca” que en “Picual”. En ésta variedad sólo se establece entre FRFa y FRFdV1 con IMa e IMdV1. Y entre FRFdV2-IMa.

La relación lineal entre la Fuerza de Retención del Fruto (FRFa, FRFdV1 y FRFdV2) y el Peso de la aceituna (Pa, PdV1 y PdV2) es positiva. En “Hojiblanca” se establece entre FRFa-PdV1, FRFdV1-PdV1 y FRFdV1-PdV2.

Y entre el Peso y el Índice de Maduración es lineal negativa, no existiendo para todas las combinaciones entre variables antes y después de la vibración.

Las relaciones con el peso exigen el siguiente comentario. Normalmente, el peso de la aceituna no cambia a lo largo del periodo de recolección, ya que, cuando éste empieza el fruto ha alcanzado su peso máximo que, no obstante, puede sufrir variaciones debidas, fundamentalmente, a variaciones de su humedad, motivadas por las condiciones climáticas del momento.

En los ensayos realizados, se puede observar que el peso cambia por que, entre otras razones, los olivos proceden de fincas diferentes, aunque las oscilaciones no son grandes.

Se aprecie claramente que la Fuerza de Retención del Fruto y el Índice de Maduración tienen una evolución lógica a lo largo del periodo de recolección. Esto es, hay una disminución de la FRF y un aumento del IM que se constata en todos los ensayos.

Las Tablas 54 y 55, muestran correlaciones lineales entre características geométricas para las variedades “Picual” y “Hojiblanca”, respectivamente.

**Tabla 54. Correlaciones lineales entre características geométricas. Variedad “Picual”. Ensayos de la Campaña 2003-2004.**

		Dt	Dc	Hcr	Hc	Vc
Dt	r	1	.521**	.425**	-.161	.407**
	Sig.		.000	.006	.315	.008
Dc	r		1	.304	-.204	.833**
	Sig.			.053	.201	.000
Hcr	r			1	-.121	.219
	Sig.				.452	.170
Hc	r				1	.367*
	Sig.					.018
Vc	r					1
	Sig.					

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

**Tabla 55. Correlaciones lineales entre características geométricas. Variedad “Hojiblanca”. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

		Dt	Dc	Hcr	Hc	Vc
Dt	r	1	.308*	-.032	-.074	.306*
	Sig.		.047	.842	.642	.049
Dc	r		1	-.210	-.390*	.942**
	Sig.			.181	.011	.000
Hcr	r			1	.,265	-.120
	Sig.				.090	.448
Hc	r				1	-.065
	Sig.					.683
Vc	r					1
	Sig.					

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

En ambas variedades, se determina correlación lineal positiva, significativa al nivel 0.05, entre el diámetro del tronco (Dt) y el diámetro de la copa (Dc), y, lógicamente, entre el diámetro de la copa (Dc) y el volumen de la copa (Vc), en este caso, significativa al 0.01.

En la variedad “Hojiblanca”, existe correlación negativa, significativa al nivel 0.05, entre el Dc y altura de la copa (Hc), y en la variedad “Picual”, se establece correlación positiva, significativa al 0.05, entre el Dt y la altura de la cruz (Hcr).

La Tabla 56, presenta el coeficiente de correlación de Pearson (r) entre la Eficacia de Derribo (PD) y las características varietales y geométricas para las variedades “Picual” y “Hojiblanca”.

**Tabla 56. Correlaciones lineales entre la Eficacia de Derribo (PD) y las características varietales y geométricas. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

Eficacia de Derribo (PD)		Variedad	
		Picual	Hojiblanca
FRFa	r	-.568**	-.430**
	Sig.	.000	.004
FRFdV1	r	-.598**	-.483**
	Sig.	.000	.001
FRFdV2	r	-.573*	-.481*
	Sig.	.010	.027
Pa	r	-.221	-.116
	Sig.	.165	.464
PdV1	r	-.276	-.252
	Sig.	.084	.108
PdV2	r	-.204	-.450*
	Sig.	.402	.041
IMa	r	.456**	.417**
	Sig.	.003	.006
IMdV1	r	.447**	.421**
	Sig.	.004	.005
IMdV2	r	.280	.586**
	Sig.	.246	.005
Dt	r	.485**	-.392*
	Sig.	.001	.010
DC	r	.113	.125
	Sig.	.480	.431
Hcr	r	.391*	-.127
	Sig.	.012	.421
Hc	r	.024	-.077
	Sig.	.880	.629
Vc	r	.112	.120
	Sig.	.487	.451

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Para la variedad “Picual”, se establece relación lineal negativa con la Fuerza de Retención del Fruto (FRFa, FRFdV1, FRFdV2) y positiva con el Índice de Maduración (IMa.e IMdV1), el Dt y la Hcr.

Para la variedad “Hojiblanca”, se establece relación lineal negativa con la Fuerza de Retención del Fruto (FRFa, FRFdV1 y FRFdV2), el Peso (PdV2) y el Dt, y positiva con el Índice de Maduración (IMa, IMdV1 e IMdV2)

Los árboles de la variedad “Picual” ensayados presentan valores medios de diámetro de tronco inferiores a 0.3 m y altura de la cruz alrededor de 1 m (Tabla 29) mientras que en los árboles de la variedad “Hojiblanca” el diámetro del tronco supera los 0.34 m, llegando hasta 0.5 m, y la altura de la cruz se sitúa por encima de 1.20 m (Tabla 35).

Durante los ensayos de la variedad “Picual” (ver apartado 5.1.), se ha observado que cuando aumenta la altura de la cruz (Hcr) se obtiene mayor Eficacia de Derribo, hecho que queda corroborado por la correlación.

En los ensayos de la variedad “Hojiblanca” (ver apartado 5.1), se observa que la Eficacia de Derribo disminuye con el diámetro del tronco (Dt), lo cual también está reflejado en la correlación.

En ambos casos, el Dt está presente en la relación con la Eficacia de Derribo, pero en sentido contrario. Esto puede deberse, a que cuando el diámetro es mediano (entre 0.2 y 0.3 m) la altura Hcr favorece la Eficacia de Derribo (variedad “Picual), mientras que con diámetros grandes (superiores a 0.45 m) la altura Hcr no es relevante y la Eficacia de Derribo disminuye (variedad “Hojiblanca”), lo cual puede originarse, en otras consideraciones, por la mayor dificultad de agarre del tronco y, por tanto, peor transmisión de la vibración

A partir de estas correlaciones, se ha planteado un análisis de regresión lineal múltiple para predecir la Eficacia de Derribo en función de las características varietales y geométricas que han resultado significativas.

Para construir los modelos se seleccionan las variables de tal forma que no se presenten problemas de colinealidad (correlaciones altas entre variables independientes).

En el caso de la variedad “Hojiblanca”, introduciendo todas las variables que presentan correlación con el PD y realizando un análisis de regresión por pasos sucesivos, se obtiene un modelo en un solo paso, que selecciona únicamente la variable IMdV1, excluyendo las restantes (Tabla 57).

**Tabla 57. Regresión lineal (por pasos sucesivos) para la Eficacia de Derribo (PD). Variedad “Hojiblanca”. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

Resumen del modelo			Ecuación de regresión			
Variables introducidas	R <sup>2</sup>	Sig.		Coefficientes no estandarizados	Coefficientes estandarizados	Sig.
IMdV1	.368	.004	(Constante)	69.572		.000
			IMdv1	5.426	.607	.004
Variables excluidas (Sig.): FRFa (.972), FRFdV1 (.376), FRFdV2 (.926), PdV2 (.290), IMA (.711), Dt (.431)						

Teniendo en cuenta que el método por pasos sucesivos se basa exclusivamente en criterios estadísticos, puede interesar probar otros modelos seleccionando las variables que se estimen convenientes.

Considerando la variable geométrica Dt y el resto de características variables significativas, se calculan las regresiones especificadas en la Tabla 58. Esta presenta un resumen del modelo que ofrece la siguiente información: coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>); significación de la relación lineal entre la variable dependiente y el conjunto de variables independientes (Sig.); coeficientes no estandarizados o coeficientes de la recta de regresión; coeficientes estandarizados, que definen la ecuación de regresión cuando se convierten las puntuaciones directas en típicas, permitiendo valorar la importancia relativa de cada variable independiente dentro de la ecuación; y niveles críticos (Sig.) de los coeficientes de regresión.

Se han calculado otros modelos con variables después de la vibración (FRFdV1, FRFdV2, IMdV1 e IMdV2) que lógicamente siguen las mismas tendencias expresadas por las variables antes de la vibración, ya que, existen fuertes correlaciones entre ambos grupos, como ya ha sido comentado.

**Tabla 58. Regresiones lineales para la eficacia de derribo (PD). Variedad “Hojiblanca”. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

Modelo	Resumen del modelo			Ecuación de regresión			
	Variables introducidas	R <sup>2</sup>	Sig.		Coefficientes no estandarizados	Coefficientes estandarizados	Sig.
1	FRFa, PdV2, IMa, Dt	.518	.015	(Constante)	159.181		.001
				FRFa	-1.62 E-02	-.144	.670
				PdV2	-11.694	-.470	.041
				Ima	-.987	-.106	.793
				Dt	-.522	-.544	.059
2	FRFa, PdV2, Dt	.516	.005	(Constante)	149.373		.000
				FRFa	-9.36 E-03	-.083	.727
				PdV2	-11.153	-.448	.030
				Dt	-.486	-.507	.035
3	PdV2, Dt	.512	.002	(Constante)	149.672		.000
				PdV2	-11.905	-.479	.009
				Dt	-.534	-.558	.003
4	FRFa, Dt	.240	.005	(Constante)	120.190		.000
				FRFa	-4.79 E-02	-.322	.042
				Dt	-.372	-.258	.102
5	IMa, Dt	.212	.010	(Constante)	83.942		.000
				IMa	3.710	.288	.098
				Dt	-.338	-.234	.178

Aunque todos los modelos son significativos al nivel 0.05, no todos los coeficientes lo son; en este caso, las variables asociadas no contribuyen a explicar lo que ocurre con la variable dependiente.

En los modelos 2 y 3 se establece una regresión múltiple entre el PD, el peso PdV2 y el Dt, que resulta interesante pues conjuga variables de los dos tipos citados (varietales y geométricas), tal como se pretendía.

En los modelos 1 y 4, sólo es significativa una de las variables introducidas y en el 5 ninguna.

Para la variedad “Picual”, se obtienen las regresiones lineales que aparecen en la Tabla 59.



**Tabla 59. Regresiones lineales para la Eficacia de Derribo (PD). Variedad “Picual”. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

Modelo	Resumen del modelo			Ecuación de regresión			
	Variables introducidas	R <sup>2</sup>	Sig.		Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.
1	FRFa, IMa, Dt, Hcr	.36	.002	(Constante)	79.431		.010
				FRFa	-4.32 E-02	-.321	.160
				IMa	2.251	.133	.468
				Dt	.266	.124	.522
				Hcr	.110	.145	.354
2	FRFa, IMa, Dt	.344	.001	(Constante)	94,095		.001
				FRFa	-5.15 E-02	-.382	.082
				IMa	2.004	.119	.515
				Dt	.323	.151	.432
3	FRFa, IMa, Hcr	.353	.001	(Constante)	87.902		.002
				FRFa	-5.25 E-02	-.390	.093
				IMa	2.556	.151	.401
				Hcr	.122	.159	.299
4	FRFa, Dt	.337	.000	(Constante)	104.036		.000
				FRFa	-6.05 E-02	-.449	.021
				Dt	.361	.169	.372
5	IMa, Dt	.287	.002	(Constante)	52,289		.000
				IMa	4,597	.272	.104
				Dt	.721	.337	.046

En Los modelos 1, 2 y 3 ninguna variable es significativa, al nivel 0.05, y en los modelos 4 y 5 sólo una variable lo es, por tanto, ninguna regresión presenta conjuntamente características varietales y geométricas.

En cuanto al tiempo de vibrado, en las Tablas 60 y 61, se muestran las correlaciones existentes entre los tiempos T30, T60 y T90 y las características varietales y geométricas.

**Tabla 60. Correlaciones lineales entre el tiempo de vibrado (T30, T60 y T90) y las características varietales y geométricas. Variedad “Picual”. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

T30							
Variables	FRFdV1	Pa	PdV1	Dt	Dc	Hcr	Vc
r	-.426*	-.433*	-.482*	.622**	.489*	.513*	.620**
Sig.	.043	.034	.020	.001	.015	.010	.001

T60			
Variables	FRFa	FRFdV1	T90
r	.497*	.432*	.640**
Sig.	.014	.039	.001

T90						
Variables	FRFa	FRFdV1	IMa	IMdV1	Dt	T60
r	.548**	.442*	-.482*	-.526*	-.414*	.640**
Sig.	.006	.035	.017	.010	.044	.001

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

**Tabla 61. Correlaciones lineales entre el tiempo de vibrado (T30, T60 y T90) y las características varietales y geométricas. Variedad “Hojiblanca”. Ensayos de la campaña 2003-2004.**

T30		
Variables	T60	T90
r	.562**	.440*
Sig.	.004	.031

T60									
Variables	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	IMa	IMdV1	IMdV2	Dt	T30	T90
r	.595**	.608**	.683*	-.701**	-.690**	-.837**	.538**	.562**	.699**
Sig.	.002	.002	.014	.000	.000	.001	.007	.004	.000

T90								
Variables	FRFa	FRFdV1	IMa	IMdV1	IMdV2	Hcr	T30	T60
r	.497*	.572**	-.482*	-.531**	-.649*	.411*	.440*	.699**
Sig.	.013	.003	.017	.008	.022	.046	.031	.000

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

En la variedad “Hojiblanca”, se establecen correlaciones positivas, aunque no muy fuertes, entre todos los tiempos entre sí, pero en “Picual”, sólo existe entre T60 y T90.

En “Hojiblanca”, T60 y T90 se correlacionan positivamente con la Fuerza de Retención del Fruto y las características geométricas Dt y Hcr, respectivamente, y presentan correlación negativa con el Índice de Maduración.

En “Picual”, la Fuerza de Retención del fruto sigue la misma tendencia anterior con T60 y T90, pero la correlación es negativa con T30. En este caso, T30 presenta correlaciones positivas con características geométricas (Dt, Dc, Hcr y Vc) y negativas con el Peso. El Índice de Maduración se correlaciona negativamente con el tiempo, igual que en “Hojiblanca”.

La correlación entre la Fuerza de Retención del Fruto y el tiempo es lógica: valores grandes de la primera se corresponde con mayores tiempos para obtener un determinado porcentaje de frutos derribados. A la inversa pueden contemplarse las correlaciones negativas con el Peso y el Índice de Maduración.

En el caso de la variedad “Picual”, el tiempo T30 se correlaciona negativamente con FRFdV1.

Existe correlación positiva entre el Dt y el tiempo, aunque, en la variedad “Picual” es negativa para el tiempo T90. El inicio de la vibración puede verse dificultado cuando el tronco tiene mayor diámetro y así el tiempo para obtener el derribo de porcentajes iniciales (30 %) aumenta, mientras que, una vez alcanzado el régimen permanente, la inercia del conjunto favorece el derribo y, por tanto, se reducen los tiempos.

El mismo comentario podría realizarse para la relación entre el tiempo y la altura de la cruz (Hcr), el diámetro de la copa (Dc) y el volumen de la copa (Vc), en la variedad “Picual”, aunque no es tan patente como con el Dt puesto que las correlaciones sólo son significativas para T30 y para el resto de los tiempos sólo se advierte la tendencia.

En la Tabla 62, se presenta un resumen de las regresiones más interesantes calculadas para la variedad “Picual” y en la Tabla 63 para la “Hojiblanca”.

**Tabla 62. Regresiones lineales para el tiempo de vibrado (T30 y T90). Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2003-2004.**

Modelos para T30							
Modelo	Resumen del modelo			Ecuación de regresión			
	Variables introducidas	R <sup>2</sup>	Sig.		Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.
1	FRFdV1, Pa, Dt, Hcr	.662	.000	(Constante)	-4.623		.022
				FRFdV1	4.122 E-03	.481	.055
				Pa	-3.59 E-02	-.067	.712
				Dt	8.348 E-02	.750	.002
				Hcr	2.578 E-02	.595	.002
2	FRFdV1, Dt, Hcr	.659	.000	(Constante)	-4.734		.015
				FRFdV1	3.928 E-03	.458	.052
				Dt	8.582 E-02	.771	.001
				Hcr	2.600 E-02	.600	.001
				Modelos para T90			
Modelo	Resumen del modelo			Ecuación de regresión			
	Variables introducidas	R <sup>2</sup>	Sig.		Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.
1	FRFa, IMa, Dt	.344	.035	(Constante)	9.148		.224
				FRFa	1.359 E-02	.391	.150
				IMa	-.993	-.247	.286
				Dt	-1.19 E-02	-.025	.922
				2	FRFa, Dt	.304	.022
FRFa	1.709 E-02	.491	.059				
Dt	-4.02 E-02	-.084	.735				

**Tabla 63. Regresiones lineales para el tiempo de vibrado (T60 y T90). Variedad "Hojiblanca". Ensayos de la campaña 2003-2004.**

Modelos para T60											
Modelo	Resumen del modelo			Ecuación de regresión							
	Variables introducidas	R <sup>2</sup>	Sig.		Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.				
1	FRFa, IMa, Dt	.501	.003	(Constante)	6.338		.253				
				FRFa	7.206 E-04	.035	.911				
				IMa	-.869	-.583	.129				
				Dt	2.250 E-02	.131	.555				
				2	FRFdV2, Dt	.704	.004	(Constante)	-5.016		.065
FRFdV2	1.166 E-02	.485	.025								
Dt	8.234 E-02	.526	.035								
3	IMdV2, Dt	.740	.002					(Constante)	5.896		.033
								IMdV2	-.991	-.658	.018
				Dt	4.188 E-02	.267	.273				
				Modelos para T90							
				Modelo	Resumen del modelo			Ecuación de regresión			
	Variables introducidas	R <sup>2</sup>	Sig.		Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.				
1	FRFa, IMa, Hcr	.320	.048	(Constante)	5.644		.441				
				FRFa	4.145 E-03	.149	.695				
				IMa	-.567	-.278	.444				
				Hcr	4.676 E-02	-.272	.198				
				2	IMa, Hcr	.314	.019	(Constante)	7.791		.107
IMa	-.810	-.397	.047								
Hcr	5.148 E-02	.299	.127								

En la variedad “Picual”, los modelos representados para T30 señalan la importancia de las variables geométricas Dt y Hcr y de la característica varietal FRFdV1, obteniendo coeficientes de determinación alrededor de 0.65.

Sin embargo, para T90 no se obtienen variables significativas. Como el tiempo T60 sólo está correlacionado con la Fuerza de Retención (FRFa y FRFdV1) no se ha establecido regresión lineal múltiple.

En la variedad “Hojiblanca” se han calculado las regresiones para T60 y T90, ya que, T30 no presenta correlaciones significativas. Para T60, se obtienen coeficientes de determinación en torno a 0.7 cuando en la regresión utilizamos variables medidas después de la segunda vibración, concretamente, FRFdV2 e IMdV2. Esto también se ha determinado para la Eficacia de Derribo con el PdV2 y el Dt.

Para T90, sólo el modelo 2 tiene una variable significativa (IMa).

### **5.3.2.2. Ensayos de la campaña 2002-2003**

En las Tablas 64 y 65 se muestran las correlaciones existentes entre características varietales y características geométricas. En cuanto a las primeras, se obtienen los mismos resultados que en los ensayos de la campaña 2003-2004:

- Correlaciones positivas: FRFa-FRFdV1, Pa-PdV1, e IMa-IMdV1
- Correlaciones negativas: FRFa-IMa, FRFa-IMdV1, FRFdV1-IMa, FRFdV1-IMdV1.

Pero en este caso, no existe correlación significativa entre la Fuerza de Retención del Fruto y el Peso ni entre el Peso y el Índice de Maduración.

Entre las características geométricas sólo destacar la correlación entre el diámetro y la altura de la copa.

**Tabla 64. Correlaciones lineales entre características varietales. Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2002-2003.**

		FRFa	FRFdV1	Pa	PdV1	Ima	ImdV1
FRFa	r	1	.959**	.305	.385	-.790**	-.820**
	Sig.		.000	.219	.115	.000	.000
FRFdV1	r		1	.266	.331	-.728**	-.751**
	Sig.			.287	.179	.000	.000
Pa	r			1	.860**	.092	.030
	Sig.				.000	.718	.905
PdV1	r				1	-.085	-.125
	Sig.					.736	.620
Ima	r					1	.983**
	Sig.						.000
ImdV1	r						1
	Sig.						

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

**Tabla 65. Correlaciones lineales entre características geométricas. Variedad "Picual". Ensayos de la campaña 2002-2003.**

		Dt	Dc	Hcr	Hc	Vc
Dt	r	1	-.128	-.327	-.244	-.157
	Sig.		.612	.185	.329	.533
Dc	r		1	.000	.543*	.979**
	Sig.			1.000	.020	.000
Hcr	r			1	-.137	-.032
	Sig.				.587	.901
Hc	r				1	.699**
	Sig.					.001
Vc	r					1
	Sig.					

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

También se establecen las mismas relaciones para la Eficacia de Derribo: negativa con la Fuerza de Retención del Fruto y positiva con el Índice de Maduración (Tabla 66). En los restantes casos, no existen correlaciones significativas.

**Tabla 66. Correlaciones lineales entre la Eficacia de Derribo (PD) y las características varietales y geométricas. Ensayos de la campaña 2002-2003.**

		Eficacia de Derribo (PD)	
Características		Picual	
FRFa	r	-.812**	
	Sig.	.000	
FRFdV1	r	-.829**	
	Sig.	.000	
Pa	r	-.127	
	Sig.	.617	
PdV1	r	-.227	
	Sig.	.364	
IMa	r	.737**	
	Sig.	.000	
ImdV1	r	.743**	
	Sig.	.000	
Dt	r	-.067	
	Sig.	.790	
Dc	r	.297	
	Sig.	.231	
Hcr	r	-.279	
	Sig.	.262	
Hc	r	.167	
	Sig.	.507	
Vc	r	.303	
	Sig.	.222	

Sig.: Significación (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

En función de las correlaciones con la Eficacia de Derribo, se plantean las regresiones lineales múltiples de la Tabla 67.

**Tabla 67. Regresiones lineales para la Eficacia de Derribo (PD). Ensayos de la campaña 2002-2003.**

Modelo	Resumen del modelo			Ecuación de regresión			
	Variables introducidas	R <sup>2</sup>	Sig.		Coefficientes no estandarizados	Coefficientes estandarizados	Sig.
1	FRFdV1, IMa	.725	.000	(Constante)	105.864		.002
				FRFdV1	-8.80 E-02	-.621	.007
				IMa	6.269	.286	.168
2	FRFdV1, IMdV1	.720	.000	(Constante)	110.633		.001
				FRFdV1	-8.79 E-02	-.620	.009
				IMdV1	5.157	.278	.200

Ambos modelos son similares, pero el segundo aporta la ventaja de permitir la predicción centrandó la medida únicamente en las aceitunas que quedan después de la vibración.

Para el tiempo de vibrado no se obtiene correlación con ninguna característica varietal o geométrica, sólo existe correlación positiva T60-T90 ( $r = 0.863^{**}$ ).

A diferencia con los ensayos de la campaña 2003-2004, en este ensayo tenemos menos datos, lo cual, lógicamente, influye en los resultados de las correlaciones.



## 6. CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- 1) El tiempo óptimo para el derribo del 90 % de la aceituna susceptible de ser derribada se sitúa entre 14 segundos, al principio de la campaña, y 10-11 segundos, al final. La Eficacia o Porcentaje de Derribo aumenta desde el 72 % al 90 % en el mismo periodo.
- 2) El proceso de derribo de la aceituna se caracteriza por un mayor desprendimiento de frutos (50 %) en los primeros instantes (3-4 segundos), coincidiendo con el régimen transitorio de arranque de la vibración, seguido de un decrecimiento del derribo hasta detenerse antes de concluir el tiempo de vibración.
- 3) Queda demostrada la importancia de la fecha en la que se efectúa la vibración, presentando efectos significativos sobre la Eficacia de Derribo y el tiempo de vibrado. Un incremento en dicha variable, esto es, la recolección en las fechas más tardías de la campaña, supone obtener mayores Eficacias de Derribo con menores tiempos. Además se demuestra que existen marcadas diferencias entre las fechas iniciales y las intermedias-finales, obteniéndose, en estas últimas, valores medios similares de ambas variables.
- 4) No se detectan diferencias significativas entre las variedades “Picual” y “Hojiblanca”. La Eficacia de Derribo y el tiempo de vibrado no presentan valores asociados a esta cualidad pero si a los parámetros característicos del proceso de maduración de la aceituna, como la Fuerza de Retención del Fruto y el Índice de Maduración.
- 5) También se muestra la influencia del tiempo y forma de la vibración. Con dos vibraciones cortas de 10 segundos se obtienen mayores Eficacias de Derribo que si la vibración se realiza de forma continua

durante 20 segundos. Esto supone que deben evitarse los tiempos de vibración prolongados, puesto que no provocan mayor desprendimiento de frutos y, por el contrario, pueden originar daños a los árboles y a la propia máquina.

- 6) Se han determinado correlaciones lineales positivas entre las características varietales (FRF, P e IM) medidas antes de realizar la vibración (o vibraciones) y después. Y correlaciones negativas entre la FRF y el IM.

La Fuerza de Retención del Fruto presenta valores mayores en las aceitunas que quedan después de la vibración (o vibraciones), al contrario que el Peso y el Índice de Maduración. La Eficacia de Derribo presenta relación lineal negativa con la Fuerza de Retención del Fruto y positiva con el Índice de Maduración.

Las características geométricas diámetro del tronco (Dt) y altura de la cruz (Hcr) están correlacionados con la Eficacia de Derribo y el tiempo de vibrado. Se han realizado modelos de regresión que contemplan ambos tipos de características y en los que las variables medidas después de la segunda vibración (FRFdV2, PdV2 e ÍMdV2) tienen especial relevancia.

Las sugerencias para continuar este estudio son:

- Analizar el tiempo de vibrado y la Eficacia de Derribo en aceitunas de verdeo.
- Realizar ensayos sobre otras variedades, como, por ejemplo, la variedad “Arbequina”, cuya implantación esta siendo, actualmente, muy importante.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Fattah, H.M.; Shackel, K.A.; Slaughter, D.C., 2003. Substantial vertical tree displacements occur during almond shaker harvesting. *Applied Engineering in Agriculture*, 19, 2, 145-150.

Adrian, P.A.; Fridley, R.B., 1964. Shaker clamp design in relation to allowable stresses of tree bark. *Transaction of the ASAE*, 7, 3, 232-234-237.

Affeldt, H.A.; Brown, G.K.; Genish, J.B.; Esch, T.A., 1988. Elimination of Adverse Dynamic Shaker Loading on Fruit and Nut trees. *Transaction of the ASAE*, 31, 6, 1649-1655.

Agrela, F.; Gil, J., Plá, F.; Blanco, G.I.; Agüera, J., 2001. Análisis del tiempo de vibrado en el olivar. *Congreso Nacional de Ingeniería para la Agricultura y el Medio Rural*. Valencia.

Agrela, F., 2003. Evaluación manual y automatizada de la cubierta de restos de cosecha en sistemas de agricultura de conservación. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Agüera, J.; López Giménez, F.J.; Gil Ribes, J.A.; Cubero, A., 1988. Medida y registro electrónico de la fuerza de retención de frutos. Aplicación a la aceituna. *20 Conferencia Internacional de mecanización Agraria*. Zaragoza, 299-306.

Alper, Y.; Foux, A.; Peiper, V.H., 1976. Experimental Investigation of Orange tree Dynamics Under Mechanical Shaking. *Journal Agricultural Engineering Research*, 21, 121-131.

Antognozzi, E.; Nicoli, G.; Pilli, M., 1984. Racolta meccanica della olivicoltura tradizionale. *Giornate Olio Umbro*. Foligno, 222-229.

Aristizábal, I.D.; Oliveros, C.E.; Álvarez, F., 2003. Physical and mechanical properties of the coffee tree related to harvest mechanization. Transactions of the ASAE, 46, 2, 197-204.

Barasona Villarejo, M.L., 2000. Diseño de un sistema de agarre al árbol para un vibrador multidireccional de masas de inercia para su aplicación al derribo de aceituna verde y de almazara. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Barasona, J., 1991. Recolección mecanizada de la aceituna para almazaras. Máquinas y Tractores Agrícolas, 1, 44-49.

Barasona, J., 1995. Mecanización de la recolección de la aceituna. Agricultura. Suplemento Mayo, 70-74.

Barasona, J., 1998. Sistemas de recolección. En: Curso de Mecanización del Olivar, 27-34. I.N.I.A. y Universidad de Córdoba.

Benlloch, J.V.; Agustí, M.; Sánchez, A.; Rodas, A., 1995. Colour segmentation techniques for detecting weed patches in cereal crops. Proc. of Fourth Workshop on Robotics in Agriculture and the Food-Industry, 30-31 October 1995, Toulouse, France, 71-81.

Berlage, A.G.; Willmorth, F.M., 1974. Fruit Removal Potential of High Frequency Vibrations. Transaction of the ASAE, 17, 2, 233-234.

Blanco Roldán, G.L., 2002. Evaluación y análisis de la recolección del olivar por vibración. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Blanco Roldán, G.L.; Agüera, J.; Gil Ribes, J.A.; Kouraba, K., 2004. Experimental determination of factors living rise to olive damage during harvesting with trunk shakers. AgEng. Leuven (Belgium).

Blanco Roldán, G.L.; Gil Ribes, J.; Agüera Vega, J.; Agrela Sainz, F., 2000. Obtención del balance de potencias en un vibrador de olivos. *Anales de Ingeniería Mecánica*, 13, 1073-1078.

Blanco, G.L.; Gil Ribes, J.A.; Agüera, J.; Castro, S.; Kouraba, K., 2002. Reponse of the olive tree subjected to forcing vibration. Factors influencing power requirements. *AgEng. Budapest (Hungary)*.

Blasco, J.; Aleixos, N.; Moltó, E., 1999. Clasificación de aceitunas mediante visión artificial. *Actas de Horticultura*.

Bolli, P., 1996. Machine e cantiere di lavoro. *Machine & Motori Agricole*, 10, 10-12.

Brandt, R.W., 1965. Vibration Generator. *V.S. Patent*, 3, 220, 268.USA.

Brittner, D.R.; Norris, K.H., 1968. Optical properties of selected fruits vs. maturity. *Transactions of the ASAE*, 11, 4, 534-536.

Brodie, J.R.; Hansen, A.C.; Reid, J.F., 1994. Size assesment logs via the Hough Transform". *Transactions of the ASAE*, 37, 1, 303-310.

Cartechini, A.; Tombesi, A., 1984. Influenza della forma di allevamento sulla raccolta meccanica delle Olive. *Giornate Olio Umbro, Foligno*, 49-61.

Castro, S.; Gil Ribes, J.A.; Blanco, G.L., 2001. Aplicación de un vibrador electromagnético al estudio del comportamiento de los olivos. Trabajo Profesional Fin Carrera. *ETSIAM. Universidad de Córdoba*.

Castro, S.; Gil Ribes, J.A.; Blanco, G.L., 2002. Estudio del comportamiento de los olivos bajo vibración forzada empleando un vibrador electromagnético. *Anales de la Ingeniería Mecánica*, 15.

Castro, S.; Gil Ribes, J.A.; Blanco, G.L.; Agüera, J., 2003. Influencia de la altura de agarre en el empleo de vibradores de troncos. II Congreso Nacional Agroingeniería. Córdoba (España).

Ciro, H.J., 2001. Coffee harvesting I: determination of the natural frequencies of the fruit stem system in coffee trees. *Applied Engineering in Agriculture*, 17, 4, 475-479.

Cordeiro, A.M.; Alcántara, E.; Barranco, D., 2005. Tolerancia y sensibilidad a la clorosis férica. En *Variedades de olivo en España*. Ed. Junta de Andalucía-MAPA-Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Critten, D.L., 1996. Fourier based techniques for the identification of plants and weeds. *Journal of agriculture Engineering research*. 64, 149-154

Choi, C.H.; Erbach, D.C.; Smith, R.J., 1990. Navigational tractor guidance system. *Transactions of the ASAE*, 33, 3, 699-706.

Churchill, D.B.; Bilslan, D.M.; Cooper, T.M., 1992. Comparison of machine vision with human measurement of seed dimensions. *Transactions of the ASAE*, 35, 1, 61-64.

Davenel, A.; Guizard, C.H.; Labarre, T.; Sevilla, F.J., 1988. Automatic detection of surface defects on fruit by using a vision system. *Agric. Engng Res*, 41,1-9.

De Jaime, M.; Gil Ribes, J.A.; Barranco, D., 1998. Factores que influyen en la eficacia de derribo de aceitunas por vibración. Trabajo Profesional Fin Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Di-Candia, E.; Pellerano, A., 1975. Contributo alla conoscenza del modo di vibrare dell'albero di Olivo. II Seminario Olivicolo Internazionale, Córdoba (España).

Erdogan, D.; Güner, M.; Dursun, E.; Gezer, I., 2003. Mechanical harvesting of apricots. *Biosystems Engineering*, 85, 1, 19-28.

Fakourelis, N.; Lee, E.C.; Min, D.B., 1987. Effects of chlorophyll and  $\beta$ -caroten on the oxidation stability of olive oil. *J. Food Sci.*, 52, 1, 234-235.

Fernández Diaz, M.J., 1985. *Biología de la Aceituna de mesa*. Instituto de la Grasa y sus Derivados. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid-Sevilla.

Ferreira, J., 1979. *Explotaciones Olivareras colaboradoras*, 5. Ministerio de Agricultura, Madrid.

Fillat, A.; Planas, S., 1997. Recolección mecanizada de la aceituna con vibradores. *Vida Rural*, noviembre, 47-50.

Fontanazza, G.; Cappellini, M., 1993. Evolución de los sistemas de cultivo del olivo: de los olivares intensivos mecanizados a las plantaciones densas. *Olivae*, 48, 28-36.

Fridley, R.B., 1983. Vibration and vibratory mechanism for the harvest of fruit trees. En: *Harvesting and handling fruits and nuts*, Ed. AVI Publishing Co. Inc., EE.UU.

Fridley, R.B.; Adrian, P.A., 1960. Some aspects of vibratory fruit harvesting. *Agricultural Engineering*, 41, 1, 28-31.

Fridley, R.B.; Mehlschau, J.J.; Hartman, H.T.; Logan, S.H., 1973. Mechanical harvesting of olives. *Transaction of the ASAE*, 16, 1, 58-61.

Fridley, R.B.; Yung, C., 1975. Computer analysis of fruit detachment during tree shaking. *Transaction of the ASAE*, 18, 3, 409-415.

Fridley, R.B.; Hartman, H.T.; Chen, P.; Whisler, P., 1971. Olive harvest mechanization in California. California Agricultural Experiment Station Bulletin. 855, 26.

Gaffney, J.J., 1969. Reflectance properties of citrus fruit. Transactions of the ASAE, 16, 2, 310-314.

García-Uribe, F.; Oliveros-Tascón, C.E., 2003. Design of a shaker-clamp system for inertial shaker of coffee trees. ASAE Annual International Meeting, Las Vegas, Nevada, USA.

Garrido, M.; Barranco, D.; Navarro, C., 2001. Influencia del fosfato monopotásico en la eficiencia de vibración de la aceituna. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Giametta, F.; Zimbalatti, G., 2003. Tests of mechanical harvesting from big-sized trees for the production of quality olive-oil. Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing, Louisville, Kentucky, USA.

Giametta, G., 1991. Meccanizzazione della raccolta delle oliva e della frutta secca. Motore & Machine Agricole, 9, 69-94.

Gil Amores, A.; Chico Gaytán, J.C.; López Giménez, F.J., 1999. Tiempos y costes de recolección tradicional de aceituna. Vida Rural, noviembre, 49-54.

Gil Ribes, J.A., 1979. Estudio de la eficiencia de transmisión de vibraciones en la estructura de los olivos. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Gil Ribes, J.A., 1986. Sistemas vibratorios de recolección de frutos. Fruticultura Profesional, 2, 9-13.

Gil Ribes, J.A., 2001. Mecanización y recolección del olivar: calidad y costes. Vida Rural, noviembre, 58-62.



Gil Ribes, J.A.; Blanco Roldán G.L., 2002. Recolección mecanizada del olivar (y II): el olivar intensivo. *Vida Rural*, noviembre, 57-60.

Gil Ribes, J.A.; Blanco Roldán G.L., 2004. La recolección mecanizada del olivar avanza imparable. *Vida Rural*, noviembre, 72-78.

Gil Ribes, J.A.; López-Giménez, F.J., 2001. Mecanización. En: *El cultivo del olivo*. Ed. Mundi Prensa, Madrid.

Gil Ribes, J.A.; López-Giménez, F.J., 2004. Mecanización. En: *El cultivo del olivo*. Ed. Mundi Prensa, Madrid.

Gil Sierra, J., 1999. Avances en la recolección mecanizada de la aceituna. *Vida Rural*, noviembre, 66-68.

González, R.C.; y Wintz, P., 1977. *Digital image processing*. Addison-Wesley publishing Co., London.

Grand D'Esnon, A., 1984. Robotic harvesting of apples. Proc. 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Robotics and Intelligent Machines in Agriculture (ASAE). St. Joseph (MI, USA).

Hall, E.L., 1979 *Computer image processing and recognition*. Academic Press, New York.

Han, Y.; Hayes, J.C., 1990. Soil cover determination by image análisis of textural information. *Transactions of the ASAE*, 33, 2, 681-686.

Hedden, S. L.; Whitney, J.D.; Churchill, D.B., 1984. Trunk shaker removal of oranges. *Transactions of the ASAE*, 27, 2, 372-374.

Hensel, O., 2003. A New Methodology for Mapping Fertilizer Distribution. ASAE Annual International Meeting. Las Vegas, Nevada, USA.

Hermoso, M.; Uceda, M.; Frias, L.; Beltán, G., 1997. Maduración. En: El cultivo del Olivo de Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. editores. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Hermoso, M.; Uceda, M.; Garcia-Ortiz, A.; Morales, B.; Frías, L.; Fernández Garcia, A., 1991. Elaboración de aceite de oliva de calidad. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Horvath, E.; Sitkei, G., 2001. Energy consumption of selected tree shakers under different operational conditions. *Journal Agricultural Engineering Research*, 80, 2, 191-199.

Humanes, J., 1994. Poda y recolección en el olivar. En *Olivicultura. Jornadas Técnicas*. (Agrolatino y Fundación “la caixa”), 77-82.

Humanes, J.; Herruzo, B.; Porras, A., 1980. Recolección de aceitunas: hacia una mecanización integral. *Olea*, 16, 85.

Junta de Andalucía, 2003. *El olivar andaluz*. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.

Juste F.; Fornes I.; Plá F.; Moltó E.; Blay F., 1991. Primeros resultados en campo de un prototipo de brazo robotizado para la recolección de cítricos.

Karaoulanis, G.D.; Bamnidou, A., 1995. Colour changes in different processing conditions of green olives. *Grasas y aceites*, 46, 3, 153-159.

Kiritsakis, A.K.; Dugan, L.R., 1985. Studies in photooxidation of olive oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 62, 892-896.

Kouraba K.; Gil Ribes J.; Blanco Roldán G.L.; De Jaime Revuelta M.A.; Barranco, D., 2004. Suitability of olive varieties for mechanical shaker harvesting. *Olivae*, 101, 38-43.

Kouraba, K., 1999. Aptitud de variedades de olivo a la recolección mecánica por vibración. Tesis del Master en Olivicultura y Elaiotecnia. Universidad de Córdoba.

Laflen, J.M.; Amemiya, M.; Hintz, E.A., 1981. Measuring crop residue cover. *Journal of Soil and water Conservation*, 36, 6, 341-343.

Lamouria, L.H.; Hartman, H.T.; Harris, R.W.; Kaupke, C.R., 1961. Mechanical harvesting of Olives, peaches and pears. *Transaction of the ASAE*, 4, 1, 12-14.

Láng, Z., 2003. A fruit tree stability model for static and dynamic loading. *Biosystems Engineering*, 85, 4, 461-466.

Lavee, S.; Sarig, Y.; Haskal, A., 1970. Les traitements chimiques facilitant le developpement du fruit et l'abscission et leur relation avec la récolte mécanique des olives. *Inf. Oleic: Int.*, 50-51, 37-57.

Lavee, S.; Wodner, M., 1991. Factors affecting the nature of oil acumulation in fruit of olive (*Olea Europaea*) cultivars. *J. Hort: Sci.*, 66, 583-591.

Lee, W.S.; Slaughter, D.C.; Giles, D.K., 1997. Robotic weed control system for tomatoes using machine vision system and precision chemical application. ASAE Paper N° 97-3093. St. Joseph (MI, USA).

Lefebvre, M.; Zimmerman, T.; Baur, C.; Gugerli, P.; Pun, T., 1994. Potato operation: automatic detection of potato diseases. *Proceedings SPIE*, 2345, 2-9.

Li, F.; Chaplin, J., 1995. Analysis of random and systematic sampling methods for residue cover measurement. *Transactions of the ASAE*, 38, 5, 1353-1361.

Liao, K.; Cavalieri, R.P.; Pitts, M.J., 1990. Hausdorff dimensional analysis and digital imaging based quality inspection. *Transactions of the ASAE*, 33, 1, 298-304.

López-Giménez, F.J., 1979. Modelización del subsistema pedúnculo-fruto del olivo. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

López-Giménez, F.J., 1998. Maquinaria para la poda y tratamientos de residuos. En: Curso de Mecanización del Olivar. I.N.I.A. y Universidad de Córdoba, 20-26.

Marchant, J.A.; Tillet, R.D.; Brivot, R., 1995. Real Time segmentation of plants and weeds. *Journal of real time imaging* (in press).

Meyer, G.E.; Stepanek, A.; Shelton, D.P.; Dickey, E.C., 1988. Electrical image analysis of crop residue cover on soil. *Transactions of the ASAE*, 31, 6, 968-973.

Miller, B.K.; Delwiche, M.J., 1989. A color vision system for peach grading. *Transactions of the ASAE*, 4, 4, 1484-1490.

Moltó, E.; Blasco, J.; Aleixos, N.; Carrión, J.; Juste, F., 1996. Machina vision discrimination of weeds in horticultural crops. *EurAgEng. Paper N°96-G-037. AgEng'96. Madrid. Spain.*

Moltó, E.; Pla, F.; Juste, F., 1992. Vision systems for the location of citrus fruti in a tree canopy. *J. Agric. Eng. Res.*, 52, 1001-110.

Mongelli, A., 1976. Avances fisiológicos y mecánicos en la cosecha de la aceituna. Por A. Tombesi. Instituto di Coltivazioni Arboree. Università degli studi di Perugia Itali.

Montedoro, G., 1989. Aceite. Variedades y tecnologías influyen en la calidad. *Olivae*, 29, 28-30.

Morrison Jr, J.E., Chichester, F.W., 1991. Still video image analysis of crop residue soil covers. *Tansaction of the ASAE*, 34, 6, 2469-2474.

Morrison Jr, J.E.; McCool, D.K.; Petersen, H.D., 1998. Size of pointers for residuo cover measurement. Transactions of the ASAE, 41, 1, 71-76.

Nigel, J.B.; McFarlane., 1992. Image-guidance for robotic harvesting of micropropagated plants. Computers and electronics in agriculture, 8 (1993) 43-56. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.

O'Brien, M.; Cargill, B.F.; Fridley, R.B., 1983. Harvesting and handling Fruits and nuts. The AVI Publishing company Inc. EE.UU.

Okamura, N.K.; Delwiche, M.J.; Thompson J.F., 1991. Raising grading by machine vision. Transactions of the ASAE, paper, 91-7011. St. Joseph, MI.

Ortiz-Cañavate, J., 1969. Métodos vibratorios de recogida de la aceituna. Boln. Inst: Nac. Invest. Agro. Madrid, 61.

Ortiz-Cañavate, J.; Gil Sierra, J., 1986. Diseño de vibradores de tronco para la recolección de la aceituna. Separata, 5, 1, 1. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.

Ortiz-Cañavate, J.; Gil Sierra, J.; Morales, E., 1993. Development and testing of two wrap-around shaker harvesters for olives in Spain. IV International Symposium on Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering, 347-354.

Ortiz-Cañavate, J.; Hemanz, J.L., 1989. Técnica de la mecanización agraria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 641.

Ortiz-Cañavate, J.; Gil Sierra, J., 1993. Recolección integral de la aceituna. Máquinas y Tractores Agrícolas, 11-12, 51-54.

Osuna, V.; Gil Amores, A.; Gil Ribes, J.A., 1998. Evaluación de los parámetros coyunturales que condicionan la recolección. Mercaceite, 54-57.

Parchomchuk, P.; Cooke, J.R., 1972. Vibratory harvesting: An experimental analysis of fruit-stem dynamics. *Transaction of the ASAE*, 15, 4 598-603.

Pardo, A.; Ruiz, M.A., 2002. SPSS 11. Guía para el análisis de datos. Ed. Mc Graw-Hill. Madrid.

Pastor, M., 1999. Producción integrada en olivar en Andalucía. *Vida Rural*, noviembre, 42-48

Pastor, M., 2000. Olivar. Plantaciones intensivas y superintensivas. *Vida Rural*, febrero, 44-46.

Pellenc, R., 1993. Mechanical harvesting of olives with shaker frequency and amplitude control. IV International Symposium on Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering, 327-330.

Peréz, R.; Barasona, J.; Salsas, L.; Vega, V., 1997. Vibrador de amplitud y frecuencia variable para la recolección mecanizada de aceituna verde y de almazara. *Anales de Ingeniería Mecánica*, 207-214.

Pérez, A.J.; López, F.J.; Benlloch, V.; Christensenb, S., 2000. Colour and shape analysis techniques for weed detection in cereal fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, 25, Issue 3, February, 197-212.

Pla, F.; Juste, F.; Ferri, F.; Vicens, M., 1993. Colour segmentation based on a light reflection model citrus for robotic harvesting. *Comp. Electr. Agric.*, 9 (1993) 53-70. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.

Porras, A., 1993. Recolección Mecanizada de aceituna. *Simposium Científico-Técnico de Expoliva'93*. Jaén (España).

Porras, A., 1994. Recolección mecanizada de aceituna. *Consejo Oleícola Internacional*, 10, 20-22.

Porras, A., 1996. Recolección. En: El cultivo de olivo (Junta de Andalucía y Mundi-Prensa), 337-363. Mundi-Prensa. Madrid.

Porras, A., 2001. Plantaciones de alta densidad en el olivar. Agricultura, 226-228.

Porras, A.; Humanes, J.; Pastor, M.; Soriano, M.L.; Cabrera, J.; Marcilla, M.L.; Pérez, C.; Rodríguez, E.; Abenza, J.M.; Guijarro, L., 1997. Plantaciones de alta densidad en olivar. Conceptos necesarios. Olivae, 69, 44-47.

Porras, A., 2001. Plantaciones de alta densidad en el olivar. Agricultura, 226-228.

Preziosi, P.; Tini, M., 1990. Preliminary observations of some maturity parameters of drupes on 39 Italian olive cultivars. Acta Horticulturae, 286, 12, 85-88.

Proietti, P.; Cartechini, A.; Palliotti, A., 1991. Efficienza della raccolta mecánica nell'olivo in relazione alle caratteristiche della vibrazione ed alla tipologia della pianta. Annali Fac. Agri. Univ. Perugia, XLV, 275-282.

Rice, C.; Wilson, B.N.; Appleman, M., 1988. Soil Topography measurements using image processing techniques. Computers and electronics in agriculture, 3 (1988) 97-107. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.

Richardson, A.J.; Weighland, C.L., 1977. Distinguishing vegetation from soil background information. Photogramatic engineering and remote sensing, 42, 12, 1541-1552.

Salyani, M.; BenSalem, E.; Whitney, J.D., 2002. Spray deposition and abscission efficacy of CMN-pyrazole in mechanical harvesting of Valencia orange. Transactions of the ASAE, 45, 2, 265-271.

Sarkar, N.; Chaudhuri, B.B., 1992. An efficient approach to estimate fractal dimensions of textural images. *Pattern Recognition*, 1992, 25, 9, 1035-1041.

Sarkar, N.; Wolfe, R.R., 1984. Features extraction techniques for sorting tomatoes by computer vision. ASAE, paper 34-6018. St. Joseph, MI, 49085.

Schafer, R.L.; Young, R.E.; Hendrick, J.G.; Johnson, C.E., 1981. Control concepts for tillage systems. ASAE paper N°. 81, 1610. St. Joseph, MI, ASAE.

Slaughter, D.C.; Harrell, R.C., 1989. Discriminating fruit for robotic harvest using color in natural outdoor scenes . *Transactions of the ASAE*, 32, 2, 757-763.

Snobar, B., 1978. Maturity parameters of olives and then use of abscission chemicals. *Transaction of the ASAE*, 21, 3, 465-468.

Solé, M.A.; Florensa, M., 1994. Recolección mecanizada de la aceituna en Lleida. *Agricultura*, 746, 803-808.

Suárez, J.M.M., 1975. *Olive Oil Technology*, J.M.M. Moreno, ed., FAO, Roma.

Summer, H.R., 1973. Selective harvesting of Valencia oranges with a vertical canopy shaker. *Transactions of the ASAE*, 16, 5, 1024-1026.

Tao, Y.; Morrow, C.T.; Heinemann, P.H.; Sommer, J.H., 1990. Automated machine vision inspection of potatoes. *Transactions of the ASAE*, paper, 90-3531, St. Joseph, MI.

Tombesi, A., 1988. Aspetti agronomici della raccolta meccanica. *Olivicoltura, Elaiotecnica, Olio di Oliva* 1, 22-25.

Tombesi, A., 1990. Physiological and mechanical advances in olive harvesting. *Acta Horticulturae*, 286, 12, 399-412.



Tombesi, A.; Michelakis, N.; Pastor, M., 1996. Recomendaciones del grupo de trabajo de técnicas de producción en olivicultura y productividad. *Olivae*, 48, 38-51.

Tsatsarelis, C.A., 1987. Vibratory Olive Harvesting: The response of the Fruit-Stem system to Fruit Removing actions. *Journal Agricultural Engineering Research*, 18, 77-90.

Tsatsarelis, C.A.; Akriditis, C.B.; Siatras, A.J., 1984. Clasification of olive varieties for effective mechanical harvesting. *Transaction of the ASAE*, 1669-1673.

Varghese, Z.; Morrow, C.T.; Heinemann, P.H.; Sommer, J.H.; Tao, Y.; Crassweller, R.M., 1991. Automated inspection of golden delicious apples using color computer vision. *Transactions of the ASAE*, paper, 91-7002, St. Joseph, MI.

Vicario, J.; Gil Ribes, J.A.; Blanco Roldán, G.L., 2001. Exposición a ruido y vibraciones en la recolección mecanizada de aceituna. XII Congreso Nacional de Seguridad y salud en el Trabajo. Valencia.

Walpole, R.E.; Myers, R.H., 1989. Probabilidad y estadística para ingenieros. Ed. Mc Graw-Hill. México D.F.

Whitney, J.D.; BenSalem, E.; Salyani, M., 2001. The effect of trunk shaker patterns of Florida orange removal. *Applied Engineering in Agriculture*, 17, 4, 461-464.

Woebbecke, D.M.; Meyer, G.E.; Von Bargen, K.; Mortensen, D., 1995. Shape features for identifying young weeds using image analysis. *Trans. ASAE*, 38, 1, 271-281. Abstract-Compendex | Abstract-Elsevier BIOBASE.

## ÍNDICE ANEXO 1

ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS VARIETALES, GEOMÉTRICAS Y DE VIBRACIÓN	1
1.1. CAMPAÑA 2002-2003	1
1.1.1. Ensayos de la variedad “Picual”	1
1.1.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”	5
1.2. CAMPAÑA 2003-2004	8
1.2.1. Ensayos de la variedad “Picual”	8
1.2.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”	14

## ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS VARIETALES, GEOMÉTRICAS Y DE VIBRACIÓN

En la Tabla 1, aparece una descripción de los ensayos realizados, que se detallan a continuación:

**Tabla.1. Descripción y localización de los ensayos**

<b>Campaña 2002-2003</b>						
Fecha	Explotación	Termino Municipal	Variedad	Marco	Pie/árbol	Tiempo de Vibrado (s)
4-5 Dic 02	Mambruna	Moriles	Picual	12×12	3	10
30 Dic 02	Mambruna	Moriles	Picual	12×12	3	10
13-14 Ene 03	Mambruna	Moriles	Picual	12×12	3	10
14-15 Ene 03	Mambruna	Moriles	Picual	12×12	3	5+5
28 Ene 03	Santa Matilde	Puente Genil	Hojiblanca	12×12	3	10
29 Ene 03	Santa Matilde	Puente Genil	Hojiblanca	12×12	3	5+5
<b>Campaña 2003-2004</b>						
Fecha	Explotación	Termino Municipal	Variedad	Marco	Pie/árbol	Tiempo de Vibrado (s)
5 Nov 03	Mambruna	Moriles	Picual	12×12	3	20
6 Nov 03	Mambruna	Moriles	Picual	12×12	3	10+10
19 Nov 03	la 30	Puente Genil	Picual	12×12	3	20
20 Nov 03	la 30	Puente Genil	Picual	12×12	3	10+10
13 Dic 03	la Quintana	Puente Genil	Picual	12×12	3	20
15 Dic 03	la Quintana	Puente Genil	Picual	12×12	3	10+10
13 Dic 03	Las vereas	Cabra	Hojiblanca	12×12	3	20
14 Dic 03	Las vereas	Cabra	Hojiblanca	12×12	3	10+10
15 Ene 04	Santa Matilde	Puente Genil	Hojiblanca	12×12	3	20
17 Ene 04	Santa Matilde	Puente Genil	Hojiblanca	12×12	3	10+10
7 Feb 04	La Poza	Moriles	Hojiblanca	12×12	3	20
8 Feb 04	La Poza	Moriles	Hojiblanca	12×12	3	10+10

## 1.1. CAMPAÑA 2002-2003

### 1.1.1. Ensayos de la variedad "Picual"

**Tabla 2. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (4-5 de Diciembre de 2002), vibración de 10 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A11	543	556	3.47	3.21	2.95	2.5	156.48
A12	572	665.5	4.29	3.39	3	2.8	133.33
A13	518.5	597.5	2.61	2.4	2.7	2.3	198.66
A14	610.75	695	3.43	2.94	3.1	2.8	178.06
A15	557.5	563	2.65	2.38	2.45	2.15	210.38
A16	553	612	2.34	2.08	2.5	2.4	236.32
A17	596.5	639	4.15	3.36	2.75	2.3	143.73
Media	564.46	618.29	3.28	2.82	2.78	2.46	172.09
Var.T.	31.57	51.56	0.77	0.53	0.25	0.25	37.62

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nº aceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A11	34.5	14	48.5	71%	339	1005.3	2.97
A12	26.5	15	41.5	64%	291	878.6	3.02
A13	44	14.5	58.5	75%	354	798.5	2.26
A14	31.5	28.5	60	53%	177	508.1	2.87
A15	49	23	72	68%	420	898.3	2.14
A16	50.5	23.5	74	68%	428	796.7	1.86
A17	38.5	16.5	55	70%	206	621.8	3.02
Media	39.21	19.29	58.50	67%			2.59
Var.T.	9.04	5.68	11.73	7%			0.49

**Tabla 3. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (4-5 de Diciembre de 2002), vibración de 10 s.**

Arbol	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	Media
Diámetro del tronco (cm)	19.11	20.7	17.51	19.11	20.7	20.7	19.11	19.56
Diámetro de la copa (m)	4	4	4.6	4.4	4.6	4.6	4.4	4.37
Altura de la cruz (cm)	80	90	100	90	85	90	95	90.00
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4	3.6	4	4	4	4	4.15	3.96
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	33.49	30.14	44.29	40.53	44.29	44.29	42.05	39.65

**Tabla 4. Características varietales y de vibración, variedad “Picual” (30 de Diciembre de 2002), vibración de 10 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A18	543	602.5	3.24	2.3	3.5	3.2	167.59
A19	568	618	3.78	2.98	3.25	2.9	150.26
A20	419	469	3.15	2.37	3.4	3.25	133.02
A21	493	530	2.76	2.27	3.4	3.25	178.62
Media	505.75	554.88	3.23	2.48	3.39	3.15	156.58
Var.T.	65.70	68.91	0.42	0.34	0.10	0.17	20.00

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nºaceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A18	46.5	11	57.5	81%	482	1111	2.30
A19	34.5	11.5	46	75%	254	780.5	3.07
A20	47	6	53	89%	258	542.5	2.10
A21	53	9	62	85%	296	729	2.46
Media	45.25	9.38	54.63	83%			2.49
Var.T.	7.75	2.50	6.82	6%			0.42

**Tabla 5. Características geométricas del árbol y de vibración, variedad “Picual” (30 de Diciembre de 2002), vibración de 10 s.**

Arbol	A18	A19	A20	A21	Media
Diámetro del tronco (cm)	19.11	19.11	19.11	19.11	19.11
Diámetro de la copa (m)	4.6	4.2	4.4	4.2	4.35
Altura de la cruz (cm)	90	90	90	85	88.75
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4	4	3.75	4	3.94
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	44.29	36.93	37.99	36.93	38.99

Se han vibrado solamente cuatro árboles de los siete marcados debido a las condiciones climáticas desfavorables en este día.

**Tabla 6. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (13-14 de Enero de 2003), vibración de 10 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A22	452	520.5	2.31	2.34	3.7	3.6	195.67
A23	410.5	453	3.02	2.51	3.85	3.7	135.93
A24	439.5	472	4.47	3.74	3.9	3.85	98.32
A25	410.5	466	3.39	2.34	3.9	3.7	121.09
A26	460	506.5	3.86	2.48	3.9	3.7	119.17
A27	433	482.5	3.28	2.79	3.85	3.9	132.01
A28	343	418.5	2.09	1.99	3.95	3.85	164.11
Media	421.21	474.14	3.20	2.60	3.86	3.76	131.63
Var.T.	39.31	33.86	0.83	0.56	0.08	0.11	32.31

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nºaceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A22	50	2.5	52.5	95%	372	795.5	2.14
A23	45	6	51	88%	330	728.5	2.21
A24	50.5	2.5	53	95%	220	602.9	2.74
A25	51.5	6	57.5	90%	397	933.2	2.35
A26	27	6	33	82%	552	1383.7	2.51
A27	34.5	8	42.5	81%	430	1257.4	2.92
A28	36.5	7	43.5	84%	445	811.8	1.82
Media	42.14	5.43	47.57	88%			2.38
Var. T.	9.55	2.13	8.35	6%			0.37

**Tabla 7. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (13-14 de Enero de 2003), vibración de 10 s.**

Arbol	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	Media
Diámetro del tronco (cm)	19.11	20.70	20.70	17.52	20.70	19.11	20.70	19.79
Diámetro de la copa (m)	4.6	4.4	4.8	4.8	4.6	4	4	4.46
Altura de la cruz (cm)	80	85	85	90	80	85	95	85.71
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4.1	4	4.2	4	3.85	3.9	3.75	3.97
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	45.40	40.53	50.64	48.23	42.63	32.66	31.40	41.29

**Tabla 8. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (14-15 de Enero de 2003), vibración de (5+5) s.**

Arbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Índice de mad.			FRFa/Pa
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2	
A29	417	420	469	2.67	2.27	2.20	3.9	3.8	3.7	156.18
A30	421	482	459.5	2.67	2.36	2.58	3.95	3.9	3.9	157.68
A31	416	475	480	3.07	2.37	2.51	3.9	3.8	3.75	135.50
A32	385	479	532	3.24	2.64	2.29	3.95	3.9	3.85	118.83
A33	382.5	431	491.5	3.80	3.16	2.73	3.9	3.85	3.8	100.66
A34	374	469.5	512	3.68	3.00	2.61	4	3.9	3.85	101.63
A35	466.5	472.5	514.5	3.36	2.79	2.83	3.9	3.85	3.7	138.84
Media	408.86	461.29	494.07	3.21	2.66	2.54	3.93	3.86	3.79	127.37
Var.T.	31.80	24.99	26.48	0.45	0.34	0.23	0.04	0.04	0.08	23.63

Arbol	Derribo (kg)				Eficacia (%)		
	V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A29	34.5	6	6.5	47	73%	13%	86%
A30	41.5	6	3	50.5	82%	12%	94%
A31	35.3	4	5	44.3	80%	9%	89%
A32	37.5	4.5	5.5	47.5	79%	9%	88%
A33	40	4.5	6	50.5	79%	9%	88%
A34	36	3	2	41	88%	7%	95%
A35	36	4.5	3	43.5	83%	10%	93%
Media	37.26	4.64	4.43	46.33	81%	10%	91%
Var. T.	2.59	1.07	1.74	3.59	4%	2%	3%

Arbol	Bastidor					
	Nº aceit.		Peso T. (gr)		Peso m. (gr)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
A29	328	110	727.8	219.4	2.22	1.99
A30	432	78	1060	164.1	2.45	2.10
A31	384	20	948.5	44.4	2.47	2.22
A32	780	7	1941.1	14.6	2.49	2.09
A33	498	41	1386.4	100.9	2.78	2.46
A34	250	25	728.8	63.9	2.92	2.56
A35	335	19	779.3	39.9	2.33	2.10
Media					2.52	2.22
Var. T.					0.25	0.21

**Tabla 9. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (14-15 de Enero de 2003), vibración de (5+5) s.**

Arbol	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	Media
Diámetro del tronco (cm)	20.70	19.11	20.06	21.66	19.11	19.11	17.52	19.61
Diámetro de la copa (m)	4.6	4.4	4.4	4.6	4.4	4.2	4.6	4.46
Altura de la cruz (cm)	80	100	120	90	80	85	100	93.57
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4	3.75	3.85	4	4	3.75	3.95	3.90
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	44.29	37.99	39.01	44.29	40.53	34.62	43.74	40.55

**Tabla 10. Características varietales y de vibración. Resumen variedad "Picual" 2002-2003.**

Fecha	4-5 dic 02	30-dic-02	13-14 ene 03	14-15 ene 03
Tiempo vib.	10 s	10 s	10 s	(5+5) s
Nº árboles	7	4	7	7
Derribo V1	67%	83%	88%	81%
Derribo V2				10%
Total	67%	83%	88%	91%
FRFa	564.46	505.75	421.21	408.86
FRFdv1	618.29	554.88	474.14	461.29
FRFdv2				494.07
Pa	3.28	3.23	3.20	3.21
Pdv1	2.82	2.48	2.60	2.66
Pdv2				2.54
IMa	2.78	3.39	3.86	3.93
IMdv1	2.46	3.15	3.76	3.86
IMdv2				3.79
FRFa/Pa	172.09	156.58	131.63	127.37

**Tabla 11. Características geométricas del árbol y de vibración. Resumen variedad "Picual" 2002-2003.**

Fecha	4-5 dic 02	30-dic-02	13-14 ene 03	14-15 ene 03
Tiempo de vibración	10 s	10 s	10 s	(5+5) s
Nº árboles	7	4	7	7
Diámetro del tronco (cm)	19.56	19.11	19.79	19.61
Diámetro de la copa (m)	4.37	4.35	4.46	4.46
Altura de la cruz (cm)	90.00	88.75	85.71	93.57
Altura de agarre (cm)	70.00	70.00	70.00	70.00
Altura de la copa (m)	3.96	3.94	3.97	3.90
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	39.65	38.99	41.29	40.55



### 1.1.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”

**Tabla 12. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (28 de Enero de 2003), vibración de 10 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A36 P1	356.5	401	2.7	2.63	4	4	132.04
A36 P2	332.5		2.69		4		123.61
A36 P3	359.5	405.5	3.14	3.08	4	4	114.49
A37 P1	330	468	2.73	2.66	4	4	120.88
A37 P2	305	447	2.55	2.63	4	4	119.61
A37 P3	300.5	360.5	2.89	2.38	4	4	103.98
A38 P1	306	355.5	2.67	2.67	4	4	114.61
Media	327.14	406.25	2.77	2.68	4.00	4.00	118.10
Var. T.	24.47	45.10	0.19	0.23	0.00	0.00	8.74

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr. (kg)	P/vareo (kg)	Total (kg)	Eficacia (%)	Nºaceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A36 P1	20	3	23	87%	277	632.6	2.28
A36 P2	24	0	24	100%	189	441.6	2.34
A36 P3	17	1.5	18.5	92%	287	715	2.49
A37 P1	32	2.5	34.5	93%	394	1154.1	2.93
A37 P2	20.75	0.25	21	99%	373	944.8	2.53
A37 P3	20.5	2.5	23	89%	273	749.8	2.75
A38 P1	22.5	0.5	23	98%	402	1002.4	2.49
Media	22.39	1.46	23.86	94%			2.54
Var. T.	4.76	1.23	5.04	5%			0.23

**Tabla 13. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (28 de Enero de 2003), vibración de 10 s.**

Arbol	A36P1	A36P2	A36P3	A37P1	A37P2	A37P3	A38P1	Media
Diámetro del tronco (cm)	47.77	38.22	47.77	38.22	35.03	41.40	31.85	40.04
Diámetro de la copa (m)	4	4	4	4.5	4.5	4.5	4.8	4.33
Altura de la cruz (cm)	100	130	120	90	110	110	120	111.43
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	36.42	36.42	36.42	46.10	46.10	46.10	52.45	42.65

**Tabla 14. Características varietales y de vibración, variedad "Hojiblanca" (29 de Enero de 2003), vibración de (5+5) s.**

Arbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Índice de mad.			FRFa/Pa
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	Pd V1	Pd V2	IMa	IMd V1	IMd V2	
A39 P1	315.5	410	420	2.91	2.89	2.74	4	4	4	108.42
A39 P2	318			2.75			4			115.64
A39 P3	307	398	407	2.51	2.48	2.67	4	4	4	122.31
A40 P1	310			2.87			4			108.01
A41 P1	297	374.5	394	2.81	2.66	2.59	4	4	4	105.69
A41 P2	294.5			2.68			4			109.89
A41 P3	300			2.95			4			101.69
Media	306.00	394.17	407.00	2.78	2.68	2.67	4.00	4.00	4.00	110.07
Var. T.	9.13	18.06	18.38	0.15	0.21	0.11	0.00	0.00	0.00	6.79

Arbol	Derribo (kg)				Eficacia (%)		
	V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A39 P1	17.5	1	1.5	20	88%	5%	93%
A39 P2	19	0	0	19	100%	0%	100%
A39 P3	23.5	3	0.5	27	87%	11%	98%
A40 P1	22	0	0	22	100%	0%	100%
A41 P1	31	3.5	3	37.5	83%	9%	92%
A41 P2	13.5	0	0	13.5	100%	0%	100%
A41 P3	18	0	0	18	100%	0%	100%
Media	20.64	1.07	0.71	22.43	94%	4%	98%
Var. T.	5.60	1.54	1.15	7.80	8%	5%	4%

Arbol	Bastidor					
	Nº aceituna		Peso T (gr)		Peso medio (gr)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
A39 P1	246	16	655.8	41	2.67	2.56
A39 P2	266		756.5		2.84	
A39 P3	436	35	1007	77.6	2.31	2.22
A40 P1	372		927		2.49	
A41 P1	320	29	715.6	68.8	2.24	2.37
A41 P2	341		885.2		2.60	
A41 P3	234		648.9		2.77	
Media					2.56	2.38
Var. T.					0.23	0.17

**Tabla 15. Características geométricas del árbol, variedad "Hojiblanca" (29 de Enero de 2003), vibración de (5+5) s.**

Arbol	A39P1	A39P2	A39P3	A40P1	A41P1	A41P2	A413	Media
Diámetro del tronco (cm)	35.03	41.40	41.40	44.59	44.59	41.40	39.81	41.17
Diámetro de la copa (m)	4	4	4	4.2	4.5	4.5	4.5	4.24
Altura de la cruz (cm)	120	110	130	120	120	120	100	117.14
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4.2	4.2	4.2	4	4.2	4.2	4.2	4.17
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	35.17	35.17	35.17	36.93	44.51	44.51	44.51	39.30

**Tabla 16. Características varietales y de vibración. Resumen variedad “Hojiblanca”  
2002-2003.**

Fecha	28-ene-03	29-ene-03
Tiempo vib.	10 s	(5+5) s
Nº árboles	7	7
Derribo V1	94%	94%
Derribo V2		4%
Total	94%	98%
FRFa	327.14	306
FRFdv1	406.25	394.17
FRFdv2		407
Pa	2.77	2.78
Pdv1	2.68	2.68
Pdv2		2.67
IMa	4	4
IMdv1	4	4
IMdv2		4
FRFa/Pa	118.10	110.07

**Tabla 17. Características geométricas del árbol. Resumen variedad “Hojiblanca”  
2002-2003.**

Fecha	28-ene-03	29-ene-03
Tiempo de vibración	10 s	(5+5) s
Nº árboles	7	7
Diámetro del tronco (cm)	40.04	41.17
Diámetro de la copa (m)	4.33	4.24
Altura de la cruz (cm)	111.43	117.14
Altura de agarre (cm)	70.00	70
Altura de la copa (m)	4.35	4.17
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	42.65	39.30

## 1.2. CAMPAÑA 2003-2004

### 1.2.1. Ensayos de la variedad "Picual"

**Tabla 18. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (5 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Indice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A1	571.5	603.5	4.44	4.02	2.6	2.35	128.72
A2	576	595	5.2	5.13	2.55	2.5	110.77
A3	544.5	600	4.24	3.82	2.9	2.8	128.42
A4	488	538.5	4.71	4.55	3.6	3.5	103.61
A5	527	597.5	4.8	4.07	3.2	2.1	109.79
A6	512	582.5	4.6	3.94	3.45	3.4	111.30
A7	525	552.5	3.4	2.76	1.7	1.5	154.41
Media	534.86	581.36	4.48	4.04	2.86	2.59	119.39
Var. T.	31.64	25.68	0.56	0.72	0.65	0.71	16.30

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nº aceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A1	24	10.25	34.25	70%	116	468.5	4.04
A2	15	5.5	20.5	73%	140	675.4	4.82
A3	8.3	1.5	9.8	85%	36	199	5.53
A4	27.5	9	36.5	75%	302	1177	3.90
A5	26	4.5	30.5	85%	180	782	4.34
A6	18	9.5	27.5	65%	96	557.3	5.81
A7	41.5	26	67.5	61%	376	1106.3	2.94
Media	22.90	9.46	32.36	74%			4.48
Var.T.	10.63	7.94	17.95	9%			0.99

**Tabla 19. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (5 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.**

Arbol	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	media
Diámetro del tronco (cm)	18.47	19.11	17.52	19.75	19.11	20.7	19.11	19.11
Diámetro de la copa (m)	4	4.4	4.2	4.6	4.8	5	5	4.57
Altura de la cruz (cm)	90	85	100	85	100	85	100	92.14
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	3.5	3.5	3.25	3.25	3.25	3.5	3.25	3.36
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	29.31	35.46	30.00	35.99	39.19	45.79	42.52	36.72

**Tabla 20. Características varietales, variedad "Picual" (6 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.**

Arbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Indice de mad.			FRFa/Pa
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2	
A8	513.5	520	622.5	5.15	5.12	4.43	3.45	3.45	3.3	99.71
A9	497	584.5	595.5	4.02	3.93	3.28	2.95	2.8	2	123.63
A10	527.5	576	639	4.15	3.89	3.43	3.75	3.6	3.3	127.11
A11	603.5	631.5	641	4.70	4.30	3.48	2.75	1.8	1.75	128.40
A12	488.5	489	513	4.79	3.37	3.05	2.6	2.4	2.15	102.09
A13	435	487.5	498	3.53	3.21	3.14	3.05	2.65	2	123.23
A14	600	625	639	4.55	3.80	3.50	2	1.9	1.8	131.87
Media	523.57	559.07	592.57	4.41	3.95	3.47	2.94	2.66	2.33	118.72
Var.T.	60.73	60.67	61.69	0.55	0.63	0.46	0.57	0.70	0.68	13.01

Arbol	Derribo (kg)				Eficacia (%)		
	V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A8	16	4	3.5	23.5	68%	17%	85%
A9	19	4.5	7	30.5	62%	15%	77%
A10	21.25	4	6.5	31.75	67%	13%	80%
A11	9.5	6.5	6.5	22.5	42%	29%	71%
A12	30.5	8	3.5	42	73%	19%	92%
A13	28	7	5	40	70%	18%	88%
A14	26.2	7.2	14.5	47.9	55%	15%	70%
Media	21.49	5.89	6.64	34.02	62%	18%	80%
Var.T.	7.37	1.68	3.75	9.60	11%	5%	8%

Arbol	Bastidor					
	Nº aceit.		Peso T. (gr)		Peso m. (gr)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
A8	313	21	1423.5	95.8	4.55	4.56
A9	288	42	986.3	140	3.42	3.33
A10	200	38	836.4	154.2	4.18	4.06
A11	490	83	1558.4	260.7	3.18	3.14
A12	166	48	603.4	154.5	3.63	3.22
A13	248	26	874.5	86.5	3.53	3.33
A14	216	92	509.6	210.4	2.36	2.29
Media					3.55	3.42
Var.T.					0.70	0.72

**Tabla 21. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (6 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.**

Arbol	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	media
Diámetro del tronco (cm)	19.11	17.52	19.11	19.11	19.11	19.11	22.29	19.34
Diámetro de la copa (m)	4.6	4.6	4	4.4	4.6	4	5	4.46
Altura de la cruz (cm)	100	100	100	85	85	90	90	92.86
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	4.2	3.5	3.5	3.25	3.5	3.25	3.25	3.49
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	46.51	38.76	29.31	32.93	38.76	27.21	42.52	36.31

**Tabla 22. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (19 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Indice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A24P1	474	491	4.33	3.8	3.25	3	109.47
A24P2	477.5	494	4.5	3.81	3.45	2.8	106.11
A25P1	409		3.99		3		102.51
A25P2	431	453	4.5	3.55	3.2	2.75	95.78
A26P1	458.5	518.5	3.93	3.7	3.85	3.6	116.67
A26P2	441.5	461.5	4.01	3.89	3.85	3.5	110.10
A27P1	410.5	434	4.43	3.38	3.5	3.45	92.66
Media	443.14	475.33	4.24	3.69	3.44	3.18	104.51
Var.T.	26.48	26.48	0.26	0.13	0.35	0.40	7.15

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nºaceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A24P1	14.5	3.5	18	81%	328	1154.8	3.52
A24P2	24	3	27	89%	310	1198.2	3.87
A25P1	8.5	0	8.5	100%	162	641.3	3.96
A25P2	12.5	2.5	15	83%	190	701.5	3.69
A26P1	13	3.5	16.5	79%	270	1016.9	3.77
A26P2	23.5	2	25.5	92%	360	952.3	2.65
A27P1	21	1.5	22.5	93%	540	1703.8	3.16
Media	16.71	2.29	19.00	88%			3.51
Var.T.	6.32	1.32	6.90	8%			0.48

**Tabla 23. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (19 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.**

Arbol	A24P1	A24P2	A25P1	A25P2	A26P1	A26P2	A27P1	media
Diámetro del tronco (cm)	22.29	27.07	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48	25.25
Diámetro de la copa (m)	4.5	4.5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.64
Altura de la cruz (cm)	110	100	130	120	100	100	120	111.43
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.21
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	31.79	31.79	39.25	39.25	37.09	37.09	37.09	36.26

**Tabla 24. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (20 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.**

Arbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Indice de mad.			FRFa/Pa
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2	
A28P1	491	518	545	4.70	4.50	3.05	3.5	3.4	2.5	104.47
A29P1	414	452.5		4.90	4.30		4	3.35		84.49
A29P2	403.5	410	494.5	3.84	3.49	3.18	3.7	3.5	2.6	105.08
A30P1	420	435	440	3.69	3.65	2.88	3.9	3.8	2.3	113.82
A30P2	412.5	432.5	442.5	3.40	3.03	3.00	2.9	2.7	2.5	121.32
A31P1	405	411.5	422.5	4.05	3.50	3.00	2.75	2.4	3	100.00
A32P1	472.5	502	517.5	4.50	3.60	2.80	3.6	3.5	2.3	105.00
Media	431.21	451.64	477.00	4.15	3.72	2.99	3.48	3.24	2.53	103.91
Var.T.	35.37	42.68	49.19	0.56	0.51	0.13	0.48	0.50	0.48	11.48

Arbol	Derribo (kg)				Eficacia (%)		
	V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A28P1	28	3.5	3	34.5	81%	10%	91%
A29P1	23.5	1.5	0	25	94%	6%	100%
A29P2	20	2.5	2.5	25	80%	10%	90%
A30P1	24.5	2.5	2	29	84%	9%	93%
A30P2	17	2	1	20	85%	10%	95%
A31P1	37	3	3	43	86%	7%	93%
A32P1	38	4	2.5	44.5	85%	9%	94%
Media	26.86	2.71	2.00	31.57	85%	9%	94%
Var.T.	8.06	0.86	1.12	9.43	5%	2%	3%

Arbol	Bastidor					
	Nº aceit.		Peso T. (gr)		Peso m. (gr)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
A28P1	516	48	2044.7	156.6	3.96	3.26
A29P1	752	22	2091.9	74.8	2.78	3.40
A29P2	704	66	2579.5	220	3.66	3.33
A30P1	398	26	1629.1	103	4.09	3.96
A30P2	390	19	1638	85	4.20	4.47
A31P1	348	76	1395.8	220	4.01	2.89
A32P1	440	28	1581.3	97.7	3.59	3.49
Media					3.76	3.55
Media					3.76	3.55

**Tabla 25. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (20 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.**

Arbol	A28P1	A29P1	A29P2	A30P1	A30P2	A31P1	A32P1	media
Diámetro del tronco (cm)	25.48	22.29	22.29	25.48	25.48	25.48	28.66	25.02
Diámetro de la copa (m)	4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5	4.50
Altura de la cruz (cm)	100	100	100	110	110	120	120	108.57
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	3.5	4	4	3.5	3.5	3	3	3.50
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	29.31	42.39	42.39	37.09	37.09	31.79	39.25	37.09

**Tabla 26. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (13 de Diciembre de 2003), vibración de 20 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Indice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A33P1	455	472.5	2	1.88	3.7	3.5	227.50
A34P1	459	467.5	1.85	1.8	3.8	3.5	248.11
A35P1	427.5	471	2.35	2.3	3.6	3.4	181.91
A36P1	420	495	2.69	2.29	3.8	3.2	156.13
A37P1	405	427.5	1.94	1.76	3.9	3.3	208.76
A38P1	400	427.5	2.48	2.43	4	3.5	161.29
A39P1	386.5	419.5	2.37	2.34	3.8	3.4	163.08
Media	421.86	454.36	2.24	2.11	3.80	3.40	188.33
Var.T.	24.77	27.10	0.31	0.29	0.13	0.12	37.02

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nºaceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A33P1	41.5	1	42.5	98%	319	610	1.91
A34P1	44.75	12	56.75	79%	388	698	1.80
A35P1	34	2.5	36.5	93%	459	950	2.07
A36P1	36	2	38	95%	609	1317	2.16
A37P1	30	3	33	91%	502	877	1.75
A38P1	23.5	3.5	27	87%	367	844	2.30
A39P1	34	1.5	35.5	96%	491	1024	2.09
Media	34.82	3.64	38.46	91%			2.01
Var.T.	7.70	4.01	10.14	7%			0.22

**Tabla 27. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (13 de Diciembre de 2003), vibración de 20 s.**

Arbol	A33P1	A34P1	A35P1	A36P1	A37P1	A38P1	A39P1	media
Diámetro del tronco (cm)	31.85	25.48	25.48	28.66	27.07	27.07	23.89	27.07
Diámetro de la copa (m)	5	5	5	5.6	5	5	5	5.09
Altura de la cruz (cm)	90	140	110	110	100	100	110	108.57
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	3	3.5	4	3	3.5	3	3.5	3.36
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	39.25	45.79	52.33	49.24	45.79	39.25	45.79	45.44



**Tabla 28. Características varietales y de vibración, variedad "Picual" (15 de Diciembre de 2003), vibración de (10+10) s.**

Arbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Indice de mad.			FRFa/Pa
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2	
A40P1	340	376	459	2.4	2.30	2.26	4	3.5	2.5	141.67
A41P1	336.5	372.5	387.5	2.3	2.22	2.08	4	3.5	3	146.30
A42P1	294	407.5	422.5	2.35	2.18	1.97	3.9	3.4	2.5	125.11
A43P1	385	413	445.5	2.2	2.30	2.10	4	3.6	2.5	175.00
A43P2	351	447.5	455	2.1	2.34	2.30	4	3.5	3	167.14
A44P1	420	422.5	447.5	2.3	2.14	2.04	3.5	3.5	2.5	182.61
Media	354.42	406.50	436.17	2.28	2.25	2.13	3.90	3.50	2.67	155.45
Var.T.	43.42	28.52	27.01	0.11	0.08	0.13	0.20	0.06	0.26	22.12

Arbol	Derribo (kg)				Eficacia (%)		
	V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A40P1	23.5	9	8	40.5	58%	22%	80%
A41P1	24.5	8	7	39.5	62%	20%	82%
A42P1	52	8	5.5	65.5	79%	12%	92%
A43P1	18	4	6.5	28.5	63%	14%	77%
A43P2	16	2.5	2.5	21	76%	12%	88%
A44P1	40	7	5	52	77%	13%	90%
Media	29.00	6.42	5.75	41.17	69%	16%	85%
Var.T.	14.07	2.58	1.92	16.00	9%	4%	6%

Arbol	Bastidor					
	Nº aceit.		Peso T. (gr)		Peso m. (gr)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
A40P1	457	165	949	374	2.08	2.27
A41P1	492	211	882	380	1.79	1.80
A42P1	737	65	1377	128	1.87	1.97
A43P1	339	54	981	146	2.89	2.70
A43P2	443	49	948	87	2.14	1.78
A44P1	450	104	928	200	2.06	1.92
Media					2.14	2.07
Var.T.					0.39	0.36

**Tabla 29. Características geométricas del árbol, variedad "Picual" (15 de Diciembre de 2003), vibración de (10+10) s.**

Arbol	A40P1	A41P1	A42P2	A43P1	A43P2	A44P1	Media
Diámetro del tronco (cm)	30.25	27.07	35.03	27.07	27.07	35.03	30.25
Diámetro de la copa (m)	5	5	5	4.6	4.6	5	4.87
Altura de la cruz (cm)	110	100	100	110	120	110	108.33
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70.00
Altura de la copa (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.50
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	45.79	45.79	45.79	38.76	38.76	45.79	43.38

**Tabla 30. Características varietales y de vibración. Resumen variedad "Picual" 2003-2004.**

Fecha	5-nov-03	6-nov-03	19-nov-03	20-nov-03	13-dic-03	15-dic-03
T. vib.	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s
Nº árbol	7	7	7	7	7	6
Derribo V1	74%	62%	88%	85%	91%	69%
Derribo V2		18%		9%		16%
Total	74%	80%	88%	94%	91%	85%
FRFa	534.86	523.57	443.14	431.21	421.86	354.42
FRFdv1	581.36	559.07	475.33	451.64	454.36	406.5
FRFdv2		592.57		477.00		436.17
Pa	4.48	4.41	4.24	4.15	2.24	2.28
Pdv1	4.04	3.95	3.69	3.72	2.11	2.25
Pdv2		3.47		2.99		2.13
IMa	2.86	2.94	3.44	3.48	3.80	3.90
IMdv1	2.59	2.66	3.18	3.24	3.40	3.50
IMdv2		2.33		2.53		2.67
FRFa/Pa	119.39	118.72	104.51	103.91	188.33	155.45

**Tabla 31. Características geométricas del árbol. Resumen variedad "Picual" 2003-2004.**

Fecha	5-nov-03	6-nov-03	19-nov-03	20-nov-03	13-dic-03	15-dic-03
Tiempo de vibración	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s
Nº árboles	7	7.	7	7	7	6
Diámetro tronco (cm)	19.11	19.34	25.25	25.02	27.07	30.25
Diámetro de copa(m)	4.57	4.46	4.64	4.50	5.09	4.87
Altura de la cruz (cm)	92.14	92.86	111.43	108.57	108.57	108.33
Altura de agarre(cm)	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Altura de la copa (m)	3.36	3.49	3.21	3.50	3.36	3.50
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	36.72	36.31	36.26	37.09	45.44	43.38

### 1.2.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”

**Tabla 32. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (13 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A15P1	565.5	633.5	3.65	3.55	2	1.5	154.93
A15P2	558.5	666.5	3.73	3.72	2	1.95	149.73
A16P1	550.5	638	4.38	3.78	2	1.8	125.68
A16P2	565.5	687	3.98	3.94	2.7	2	142.09
A16P3	655	671	4.29	4.2	1.8	1.7	152.68
A17P1	543.5	573.5	3.61	3.38	2.75	2.3	150.55
A17P2	564	601	4.58	3.91	1.85	1.5	123.14
Media	571.79	638.64	4.03	3.78	2.16	1.82	141.88
Var.T.	41.04	40.49	0.33	0.29	0.41	0.28	10.84

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nºaceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A15P1	28.5	8.5	37	77%	164	566.3	3.45
A15P2	20.5	8.5	29	71%	298	1083.3	3.64
A16P1	17	6.5	23.5	72%	312	1078.6	3.46
A16P2	12	7.2	19.2	63%	280	1053.1	3.76
A16P3	18.5	16.5	35	53%	249	993.3	3.99
A17P1	27	5.5	32.5	83%	338	1118.9	3.31
A17P2	33.5	5.5	39	86%	380	1519.5	4.00
Media	22.43	8.31	30.74	72%			3.66
Var.T.	6.24	3.95	6.90	11%			0.25

**Tabla 33. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (13 de Noviembre de 2003), vibración de 20 s.**

Arbol	A15P1	A15P2	A16P1	A16P2	A16P3	A17P1	A17P2	media
Diámetro del tronco (cm)	41.4	50.96	41.4	47.77	47.77	44.59	44.59	45.50
Diámetro de la copa (m)	4.5	4.5	4	4	4	5	5	4.43
Altura de la cruz (cm)	140	120	130	120	150	120	130	130
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70
Altura de la copa (m)	3.5	3.5	4	4	4	3.5	3.5	3.71
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	37.09	37.09	33.49	33.49	33.49	45.79	45.79	38.12

**Tabla 34. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (14 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.**

Arbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Índice de mad.			FRFa/Pa
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	Pd V1	Pd V2	IMa	IMd V1	IMd V2	
A19 P1	577.5	550	580	4.02	3.79	3.78	1.8	1.8	1.65	143.66
A19 P2	597	650	680	3.61	3.55	3.50	2	1.8	1.75	165.37
A20 P1	567.5	592.5	601	4.08	3.74	3.49	2.55	1.65	1.65	139.09
A20 P2	517	554.5	560	4.10	3.82	3.62	2.3	2.1	2.1	126.10
A21 P1	506.5	580	600	4.06	3.83	3.62	2	1.8	1.35	124.75
A22 P1	541	552.5	615	4.07	3.85	3.48	1.8	1.7	1.6	132.92
A23 P1	538.5	627.5	646	3.73	3.71	3.71	2.85	2.2	1.8	144.37
Media	549.29	586.71	611.71	3.95	3.76	3.60	2.19	1.86	1.70	139.06
Var. T.	32.82	39.38	40.38	0.20	0.10	0.12	0.40	0.21	0.23	13.85

Arbol	Derribo (kg)				Eficacia (%)		
	V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A19 P1	26	6	8	40	65%	15%	80%
A19 P2	26	8.5	6	40.5	64%	21%	85%
A20 P1	32	6.5	8	46.5	69%	14%	83%
A20 P2	24.5	7	8	39.5	62%	18%	80%
A21 P1	24.5	6	4	34.5	71%	17%	88%
A22 P1	13	4	10	27	48%	15%	63%
A23 P1	19.5	4.5	5	29	67%	16%	83%
Media	23.64	6.07	7.00	36.71	64%	16%	80%
Var. T.	5.96	1.51	2.08	6.92	8%	2%	8%

Arbol	Bastidor					
	Nº aceituna		Peso T (gr)		Peso medio (gr)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
A19 P1	304	38	1072	138	3.53	3.63
A19 P2	230	82	788.6	284	3.43	3.46
A20 P1	187	36	649.9	136.3	3.48	3.79
A20 P2	192	54	690.7	199.8	3.60	3.70
A21 P1	175	74	636.1	286.3	3.63	3.87
A22 P1	81	26	279	97.2	3.44	3.74
A23 P1	155	56	562.3	218.5	3.63	3.90
Media	189.14	52.29	668.37	194.30	3.53	3.73
Var. T.					0.09	0.15

**Tabla 35. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (14 de Noviembre de 2003), vibración de (10+10) s.**

Arbol	A19P1	A19P2	A20P1	A20P2	A21P1	A22P1	A23P1	media
Diámetro del tronco (cm)	47.77	46.18	54.14	57.32	47.77	58.92	41.4	50.50
Diámetro de la copa (m)	4	4	4	4	4.5	4.5	5	4.29
Altura de la cruz (cm)	130	140	120	130	130	130	150	132.86
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70
Altura de la copa (m)	4	4	3.5	3.5	4	4	4	3.86
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	33.49	33.49	29.31	29.31	42.39	42.39	52.33	37.08

**Tabla 36. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (15 de Enero de 2004), vibración de 20 s.**

Arbol	FRF (cN)		Peso (gr)		Índice de mad.		FRFa/Pa
	FRFa	FRFd	Pa	Pd	IMa	IMd	
A45 P1	475.5	522.5	3.82	3.09	3.6	3.2	124.48
A45 P2	442.5	558.5	4.05	3.83	3.9	3.6	109.26
A46 P1	471	481	3.64	3.15	3.95	3.7	129.40
A46 P2	471	499.5	3.1	3.05	3.5	3.3	151.94
A47 P1	449	473	4.25	4	3.8	3.7	105.65
A47 P2	448.5	453.5	4.65	4.39	3.8	3.5	96.45
A47 P3	410.5	445.5	3.6	3.5	3.7	3.5	114.03
Media	452.57	490.50	3.87	3.57	3.75	3.50	116.94
Var. T.	14.43	37.83	0.53	0.57	0.17	0.21	20.01

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nºaceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A45 P1	31	3	34	91%	334	1278.5	3.83
A45 P2	19	10.5	29.5	64%	170	742.5	4.37
A46 P1	42.5	5	47.5	89%	410	1320.2	3.22
A46 P2	20	7.25	27.25	73%	384	1228	3.20
A47 P1	28	10.5	38.5	73%	286	1009	3.53
A47 P2	15	1.25	16.25	92%	192	923	4.81
A47 P3	20	4	24	83%	396	1468	3.71
Media	25.07	5.93	31.00	81%			3.81
Var. T.	10.07	3.85	10.61	12%			0.65

**Tabla 37. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (15 de Enero de 2004), vibración de 20 s.**

Arbol	A45P1	A45P2	A46P1	A46P2	A47P1	A47P2	A47P3	media
Diámetro del tronco (cm)	31.85	39.81	31.85	35.03	41.40	35.03	28.66	34.80
Diámetro de la copa (m)	3.8	3.8	3.8	3.8	4	4	4	3.89
Altura de la cruz (cm)	130	130	140	120	130	115	120	126.43
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70
Altura de la copa (m)	4	4	4.2	4.2	3.8	3.8	3.8	3.97
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	30.23	30.23	31.74	31.74	31.82	31.82	31.82	31.38

**Tabla 38. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (17 de Enero de 2004), vibración de (10+10) s.**

Arbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Índice de mad.			FRFa/Pa
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	Pd V1	Pd V2	IMa	IMd V1	IMd V2	
A48 P1	392	455	481.5	3.92	3.89	3.66	3.9	3.55	3.5	100.13
A48 P2	422.5	486	529	4.00	3.75	3.55	3.7	3.7	3.6	105.63
A49 P1	394	482.5	488	3.90	3.79	3.50	3.8	3.8	3.7	101.03
A49 P2	455	535.5	538	4.43	4.11	4.03	3.9	3.45	3.3	102.82
A50 P1	447.5	483	487	3.62	3.23	3.20	3.9	3.75	3.7	123.62
A50 P2	417	457	487	3.30	3.17	3.03	3.7	3.7	3.65	126.56
A51 P1	454.5	481	484	4.20	4.16	3.60	3.8	3.6	3.5	108.34
Media	426.07	482.86	499.21	3.91	3.73	3.51	3.81	3.65	3.56	108.97
Var. T.	27.05	26.55	23.67	0.37	0.39	0.32	0.09	0.12	0.14	10.88

Arbol	Derribo (kg)				Eficacia (%)		
	V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A48 P1	36	6.5	5.5	48	75%	14%	89%
A48 P2	24	2.5	1.25	27.75	86%	9%	95%
A49 P1	34	2.5	0.5	37	92%	7%	99%
A49 P2	27	7	12	46	59%	15%	74%
A50 P1	39	4.5	3.5	47	83%	10%	93%
A50 P2	34	3.5	4	41.5	82%	8%	90%
A51 P1	32	4	8	44	73%	9%	82%
Media	32.29	4.36	4.96	41.61	79%	10%	89%
Var. T.	5.19	1.80	4.00	7.17	11%	3%	8%

Arbol	Bastidor					
	Nº aceituna		Peso T (gr)		Peso medio (gr)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
A48 P1	270	46	1085.5	179	4.02	3.89
A48 P2	288	36	1286.4	162.6	4.47	4.52
A49 P1	241		816.1		3.39	
A49 P2	151	50	600	191.4	3.97	3.83
A50 P1	460	21	1449.8	68.2	3.15	3.25
A50 P2	540	47	1544.8	138.6	2.86	2.95
A51 P1	328	49	1189.8	182.9	3.63	3.73
Media					3.64	3.69
Var. T.					0.56	0.55

**Tabla 39. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (17 de Enero de 2004), vibración de (10+10) s.**

Arbol	A48P1	A48P2	A49P1	A49P2	A50P1	A50P2	A51P1	media
Diámetro del tronco (cm)	38.22	31.85	30.25	28.66	38.22	35.03	38.22	34.35
Diámetro de la copa (m)	3.8	3.8	4	4	3.8	3.8	3.6	3.83
Altura de la cruz (cm)	135	120	130	135	140	125	120	129.29
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70
Altura de la copa (m)	4	4	3.5	3.5	3.8	3.8	4	3.80
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	30.23	30.23	29.31	29.31	28.72	28.72	27.13	29.15

**Tabla 40. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (7 de Febrero de 2004), vibración de 20 s.**

Arbol	FRFa (cN)	FRFd (cN)	Pa (gr)	Pd (gr)	IMa	IMd	FRFa/Pa
A52 P1	392.5	457.5	3.8	3.25	3.9	3.7	103.29
A52 P2	394	480	3.8	3.54	3.7	3.5	103.68
A53 P1	433	453	3.8	3.11	3.8	3.5	113.95
A53 P2	414.5	502	3.9	2.99	3.9	3.8	106.28
A53 P3	394	550	3.7	3.4	3.9	3.7	106.49
A53 P4	408.5	475.5	4	3.63	4	3.8	102.13
A54 P1	464.5	476.5	3.96	3.59	3.8	3.6	117.30
Media	414.43	484.93	3.85	3.36	3.86	3.66	107.64
Var. T.	15.99	35.77	0.10	0.25	0.10	0.14	4.27

Arbol	Derribo (kg)				Bastidor		
	P/vibr.	P/vareo	Total	Eficacia (%)	Nºaceit.	Peso T. (gr)	Peso m. (gr)
A52 P1	28	19	47	60%	204	600	2.94
A52 P2	26	11.5	37.5	69%	444	1474	3.32
A53 P1	41	10.5	51.5	80%	390	1290	3.31
A53 P2	37	6.5	43.5	85%	496	1442	2.91
A53 P3	28	4.5	32.5	86%			
A53 P4	44	2.5	46.5	95%	420	1425	3.39
A54 P1	23	3.5	26.5	87%	330	1230	3.73
Media	32.43	8.29	40.71	80%			3.27
Var. T.	7.67	5.95	6.95	13%			0.23

**Tabla 41. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (7 de Febrero de 2004), vibración de 20 s.**

Arbol	A52P1	A52P2	A53P1	A53P2	A53P3	A53P4	A54P1	media
Diámetro del tronco (cm)	42.99	52.55	38.22	44.59	47.77	44.59	35.03	43.68
Diámetro de la copa (m)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.50
Altura de la cruz (cm)	115	115	120	110	130	130	130	121.43
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70
Altura de la copa (m)	3.5	3.5	4	4	4	4	3.5	3.79
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	37.09	37.09	42.39	42.39	42.39	42.39	37.09	40.12

**Tabla 42. Características varietales y de vibración, variedad “Hojiblanca” (8 de Febrero de 2004), vibración de (10+10) s.**

Arbol	FRF (cN)			Peso (gr)			Índice de mad.			FRFa/Pa
	FRFa	FRFdV1	FRFdV2	Pa	PdV1	PdV2	IMa	IMdV1	IMdV2	
A55 P1	453.5	462.5	467	3.90	3.55	3.17	4	3.8	3.7	116.28
A56 P1	373.5	487.5	494.5	3.90	3.28	3.07	3.9	3.7	3.5	95.77
A57 P1	351.5	475	557.5	4.10	3.39	3.28	3.9	3.8	3.7	85.73
A58 P1	442.5	449	573	3.60	3.00	2.63	3.8	3.7	3.6	122.92
A59 P1	457	482	564.5	4.00	3.84	3.34	4	3.5	3.5	114.25
A60 P1	385	458.5	500.5	3.95	3.73	3.61	4	3.5	3.5	97.47
A61 P1	448	474.5	486	3.90	3.43	3.00	4	3.9	3.8	114.87
Media	415.86	469.86	520.43	3.91	3.46	3.16	3.94	3.70	3.61	106.36
Var. T.	44.24	13.69	43.19	0.15	0.28	0.31	0.08	0.15	0.12	12.67

Arbol	Derribo (kg)				Eficacia (%)		
	V1	V2	Vareo	Total	V1	V2	Total
A55 P1	38	5.5	5.5	49	78%	11%	89%
A56 P1	37	6	4.4	47.4	78%	13%	91%
A57 P1	42.5	5.5	6	54	79%	10%	89%
A58 P1	42	8	7	57	74%	14%	88%
A59 P1	42	8	6	56	75%	14%	89%
A60 P1	37	6	7.5	50.5	73%	12%	85%
A61 P1	39.5	12.5	2	54	73%	23%	96%
Media	39.71	7.36	5.49	52.56	76%	14%	90%
Var. T.	2.45	2.51	1.84	3.63	2%	4%	3%

Arbol	Bastidor					
	Nº aceituna		Peso T (gr)		Peso medio (gr)	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
A55 P1	300	80	1078	272	3.59	3.40
A56 P1	440	86	1380	262	3.14	3.05
A57 P1	388	51	1324	172	3.41	3.37
A58 P1	488	82	1425	233	2.92	2.84
A59 P1	564	68	1963	245	3.48	3.60
A60 P1	364	80	1245	286	3.42	3.58
A61 P1	218	76	774	284	3.55	3.74
Media					3.36	3.37
Var. T.					0.24	0.32

**Tabla 43. Características geométricas del árbol, variedad “Hojiblanca” (8 de Febrero de 2004), vibración de (10+10) s.**

Arbol	A55P1	A56P1	A57P1	A58P1	A59P1	A60P1	A61P1	media
Diámetro del tronco (cm)	44.59	41.40	36.62	47.77	38.22	47.77	41.40	42.54
Diámetro de la copa (m)	4.5	4.8	5	4.5	4.8	5	5	4.80
Altura de la cruz (cm)	110	110	120	120	110	125	125	117.14
Altura de agarre (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70
Altura de la copa (m)	3.5	3.5	3.5	4	3.8	4	3.5	3.69
Volumen de copa(m <sup>3</sup> )	37.09	42.20	45.79	42.39	45.82	52.33	45.79	44.44



**Tabla 44. Características varietales y de vibración. Resumen variedad "Hojiblanca" 2003-2004.**

Fecha	13-nov-03	14-nov-03	15-ene-04	17-ene-04	7-feb-04	8-feb-04
Tiempo de vib.	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s
Nº Arbol	7	7	7	7	7	7
Derribo V1	72%	64%	81%	79%	80%	76%
Derribo V2		16%		10%		14%
Total	72%	80%	81%	89%	80%	90%
FRFa	571.79	549.29	452.57	426.07	414.43	415.86
FRFdv1	638.64	586.71	490.50	482.86	484.93	469.86
FRFdv2		611.71		499.21		520.43
Pa	4.03	3.95	3.87	3.91	3.85	3.91
Pdv1	3.78	3.76	3.57	3.73	3.36	3.46
Pdv2		3.60		3.51		3.16
IMa	2.16	2.19	3.75	3.81	3.86	3.94
IMdv1	1.82	1.86	3.50	3.65	3.66	3.70
IMdv2		1.70		3.56		3.61
FRFa/Pa	141.88	139.06	116.94	108.97	107.64	106.36

**Tabla 45. Características geométricas del árbol. Resumen variedad "Hojiblanca" 2003-2004.**

Fecha	13-nov-03	14-nov-03	15-ene-04	17-ene-04	7-feb-04	8-feb-04
Tiempo de vibración	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s	20s	(10+10)s
Nº Árbol	7	7	7	7	7	7
Diámetro tronco (cm)	45.50	50.50	34.80	34.35	43.68	42.54
Diámetro de copa(m)	4.43	4.29	3.89	3.83	4.50	4.80
Altura de la cruz (cm)	130.00	132.86	126.43	129.29	121.43	117.14
Altura de agarre(cm)	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Altura de la copa (m)	3.71	3.86	3.97	3.80	3.79	3.69
Volumen de copa (m <sup>3</sup> )	38.12	37.08	31.38	29.15	40.12	44.44

En las tablas de características varietales y de vibración se ha añadido, como dato complementario, el número de aceitunas recogidas sobre la superficie de muestreo y su peso total medio.

## ÍNDICE ANEXO 2

ANEXO 2. PORCENTAJE ACUMULADO E INSTANTÁNEO DE DERRIBO DE ACEITUNA	1
2.1. PORCENTAJE ACUMULADO DE DERRIBO DE ACEITUNA CAMPAÑA 2002-2003	1
2.1.1. Ensayos de la variedad “Picual”	1
2.2. PORCENTAJE ACUMULADO DE DERRIBO DE ACEITUNA CAMPAÑA 2003-2004	8
2.2.1. Ensayos de la variedad “Picual”	8
2.2.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”	18
2.3. PORCENTAJE INSTANTÁNEO DE DERRIBO DE ACEITUNA CAMPAÑA 2003-2004	28
2.3.1. Ensayos de la variedad “Picual”	28
2.3.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”	36

## ANEXO 2. PORCENTAJE ACUMULADO E INSTANTÁNEO DE DERRIBO DE ACEITUNA

### 2.1. PORCENTAJE ACUMULADO DE DERRIBO DE ACEITUNA CAMPAÑA 2002-2003

#### 2.1.1. Ensayos de la variedad "Picual"

**Tabla 1. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 4-5 de  
Diciembre de 2002, vibración de 10 s.**

Tiempo	A.11	A.13	A.15	A.16	Media
0	0	0	0	0	0
0.25	5	8	3	5	5
0.5	10	10	3	8	8
0.75	17	13	16	10	14
1	25	14	29	13	20
1.25	27	14	39	20	25
1.5	31	21	40	26	29
1.75	35	25	42	33	34
2	42	29	53	41	41
2.25	54	39	57	44	49
2.5	58	47	61	50	54
2.75	60	49	65	50	56
3	65	52	69	54	60
3.25	66	53	69	57	62
3.5	67	58	72	60	64
3.75	70	59	74	61	66
4	72	60	80	65	69
4.25	75	61	82	67	71
4.5	75	67	85	69	74
4.75	80	67	85	70	75
5	81	68	86	74	77
5.25	83	75	86	77	80
5.5	86	77	88	78	82
5.75	88	83	90	79	85
6	89	85	90	80	86
6.25	89	85	91	81	87
6.5	90	86	92	83	88
6.75	90	86	93	85	89
7	90	87	94	87	89
7.25	91	87	94	91	91
7.5	91	87	94	91	91
7.75	93	88	96	92	92
8	94	89	97	93	93
8.25	94	91	98	95	95
8.5	95	93	99	96	96
8.75	96	94	99	97	96
9	96	95	100	97	97
9.25	97	97	100	98	98
9.5	98	98	100	99	99
9.75	99	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100

**Tabla 2. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 30 de Diciembre de 2002, vibración de 10 s.**

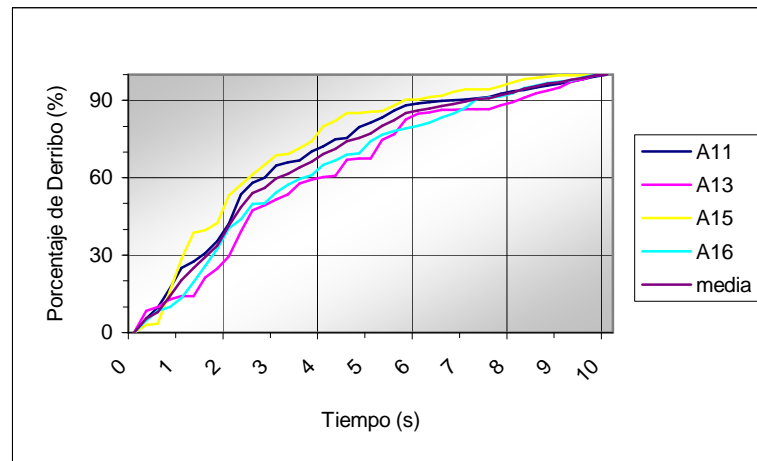
Tiempo	A.18	A.19	A.20	A.21	Media
0	0	0	0	0	0
0.25	7	7	6	2	6
0.5	12	24	18	5	15
0.75	16	32	20	10	19
1	20	46	22	13	25
1.25	21	54	40	18	33
1.5	23	58	44	31	39
1.75	23	66	53	38	45
2	35	70	58	45	52
2.25	46	75	63	56	60
2.5	51	77	71	65	66
2.75	53	78	74	69	69
3	56	81	76	72	71
3.25	63	81	79	74	74
3.5	66	82	81	79	77
3.75	68	83	82	80	79
4	71	85	84	84	81
4.25	73	87	85	87	83
4.5	75	87	86	87	84
4.75	76	89	87	88	85
5	77	89	88	89	86
5.25	78	90	90	89	87
5.5	78	91	90	90	87
5.75	78	91	90	91	87
6	78	91	90	92	88
6.25	85	91	91	93	90
6.5	86	92	92	93	91
6.75	86	94	93	93	92
7	86	94	93	94	92
7.25	87	94	93	95	92
7.5	89	95	94	95	93
7.75	91	96	94	96	94
8	91	96	96	96	95
8.25	91	97	96	96	95
8.5	92	98	96	97	96
8.75	92	99	97	98	96
9	92	99	98	99	97
9.25	92	99	99	100	97
9.5	97	100	99	100	99
9.75	98	100	100	100	99
10	100	100	100	100	100

**Tabla 3. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13-14 de Enero de 2003, vibración de 10 s.**

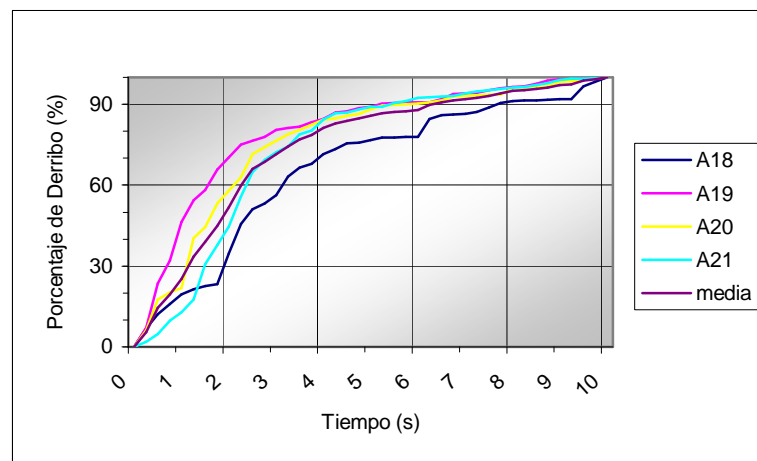
Tiempo	A.23	A.26	A.27	A.28	Media
0	0	0	0	0	0
0.25	3	3	6	4	4
0.5	10	10	7	7	9
0.75	14	13	12	11	13
1	20	17	19	17	18
1.25	22	23	25	19	22
1.5	23	36	32	25	29
1.75	31	45	39	29	36
2	33	50	44	30	39
2.25	41	64	56	44	51
2.5	53	65	61	56	59
2.75	54	75	66	58	63
3	63	75	70	60	67
3.25	65	76	71	64	69
3.5	71	80	75	71	74
3.75	75	85	78	75	78
4	79	86	81	77	81
4.25	80	88	82	79	82
4.5	80	89	84	82	84
4.75	80	89	85	84	85
5	81	89	86	88	86
5.25	82	91	89	89	88
5.5	85	91	89	90	89
5.75	87	92	89	91	90
6	90	93	90	91	91
6.25	91	93	91	92	92
6.5	92	94	91	94	93
6.75	93	95	91	95	94
7	94	95	92	95	94
7.25	94	95	93	97	95
7.5	94	96	94	98	95
7.75	95	96	95	98	96
8	95	96	96	98	96
8.25	96	97	96	99	97
8.5	97	97	96	99	97
8.75	98	97	96	99	98
9	99	98	96	99	98
9.25	99	98	97	99	98
9.5	99	99	97	99	98
9.75	99	99	98	99	99
10	100	100	100	100	100

**Tabla 4. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 14-15 de Enero de 2003, vibración de (5+5) s.**

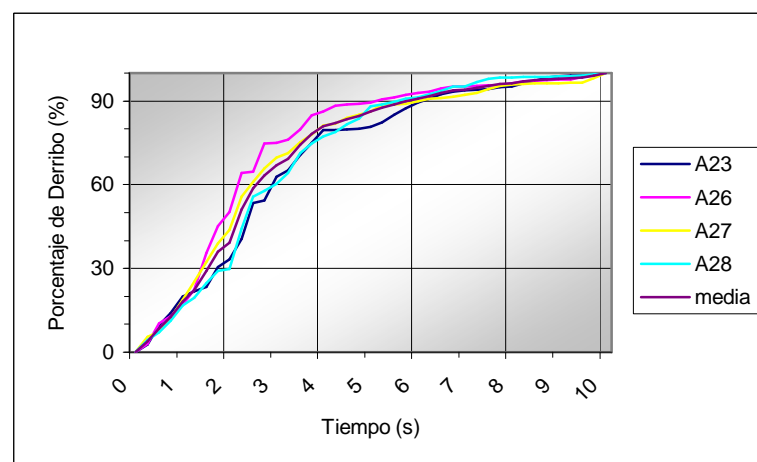
Tiempo	A.29	A.30	A.33	A.34	A.35	media
0	0	0	0	0	0	0
0.25	3	3	4	9	5	5
0.5	10	11	8	15	27	14
0.75	18	17	19	17	39	22
1	23	29	27	19	41	28
1.25	29	37	38	32	47	37
1.5	36	42	50	44	58	46
1.75	40	44	51	50	63	50
2	45	58	53	55	69	56
2.25	57	63	63	64	72	64
2.5	60	67	70	68	75	68
2.75	64	68	73	73	79	71
3	65	71	79	76	83	75
3.25	69	74	83	78	86	78
3.5	72	79	84	84	88	81
3.75	73	81	86	85	90	83
4	73	82	87	87	91	84
4.25	74	82	89	87	92	85
4.5	75	82	90	88	93	86
4.75	76	86	90	89	94	87
5	76	86	91	91	94	88
5.25	80	88	92	91	94	89
5.5	80	89	92	91	95	89
5.75	80	90	92	92	95	90
6	81	91	92	92	95	90
6.25	81	92	93	92	95	91
6.5	83	93	94	93	95	92
6.75	83	94	95	94	96	92
7	87	94	95	94	97	93
7.25	88	95	95	95	97	94
7.5	90	97	95	95	97	95
7.75	91	98	96	96	97	96
8	92	99	98	98	97	97
8.25	94	99	98	98	98	97
8.5	96	99	99	99	98	98
8.75	97	100	99	99	98	99
9	98	100	99	99	99	99
9.25	98	100	99	100	99	99
9.5	99	100	100	100	99	99
9.75	99	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100



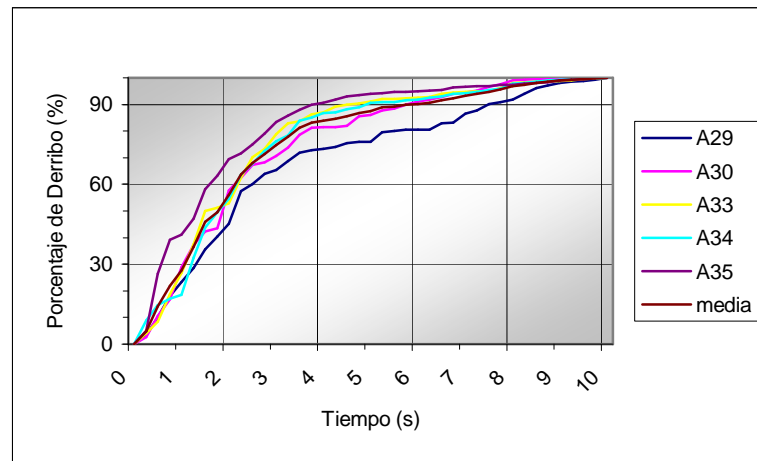
**Figura 1. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 4-5 de Diciembre de 2002, vibración de 10 s.**



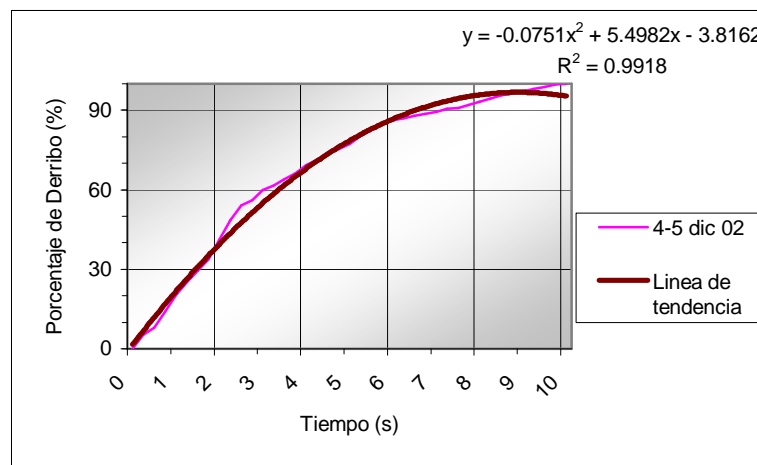
**Figura 2. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 30 de Diciembre de 2002, vibración de 10 s.**



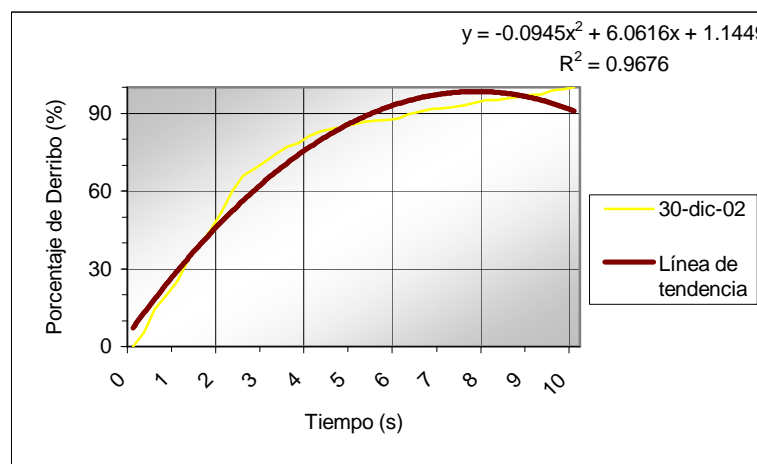
**Figura 3. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 13-14 de Enero de 2003, vibración de 10 s.**



**Figura 4. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 14-15 de Enero de 2003, vibración de (5+5) s.**

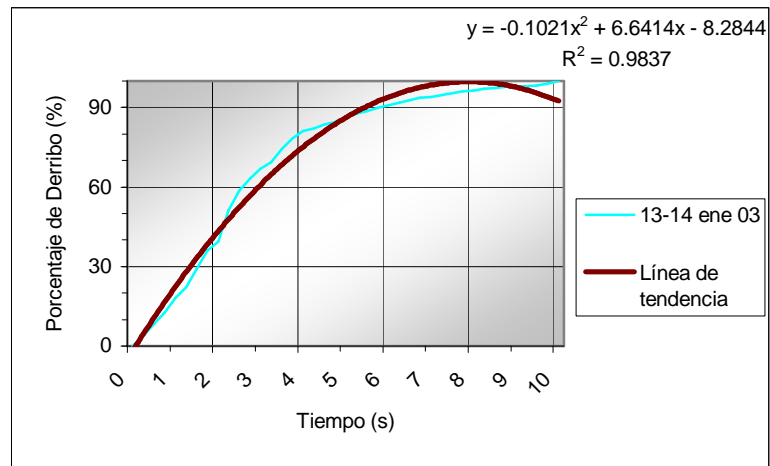


**Figura 5. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 4-5 de Diciembre de 2002. Línea de tendencia.**

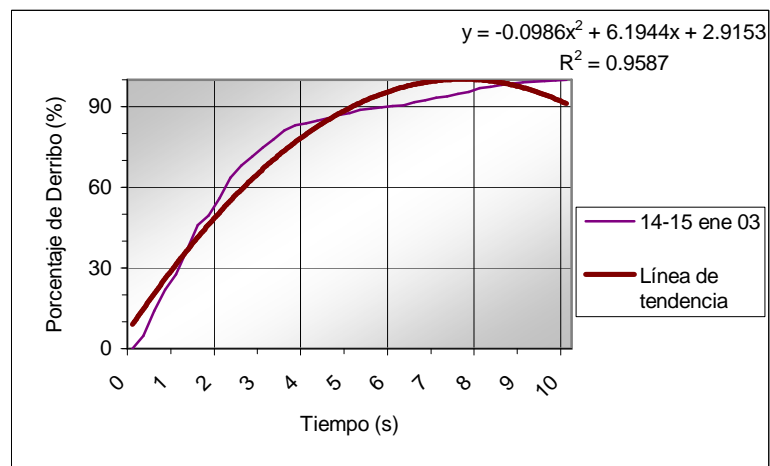


**Figura 6. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 30 de Diciembre de 2002. Línea de tendencia.**





**Figura 7. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 13-14 de Enero de 2003. Línea de tendencia.**



**Figura 8. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 14-15 de Enero de 2003. Línea de tendencia.**

## 2.2. PORCENTAJE ACUMULADO DE DERRIBO DE ACEITUNA CAMPAÑA 2003-2004

### 2.2.1. Ensayos de la variedad "Picual"

Tabla 5. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 5 de  
Noviembre de 2003, vibración de 20 s.

Tiempo	A1	A4	A5	A7	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	7	13	12	13	11
1	22	22	18	22	21
1.5	27	31	27	35	30
2	31	39	37	47	39
2.5	36	51	41	51	45
3	42	63	46	55	51
3.5	47	65	49	60	55
4	53	66	53	65	59
4.5	54	68	54	67	61
5	55	70	55	68	62
5.5	57	71	59	70	64
6	58	71	63	72	66
6.5	59	73	64	76	68
7	60	74	64	79	69
7.5	63	77	67	81	72
8	67	80	69	82	74
8.5	69	81	70	83	76
9	72	82	72	84	78
9.5	75	84	72	85	79
10	77	86	73	86	81
10.5	79	86	77	87	82
11	82	86	81	88	84
11.5	84	87	82	89	85
12	86	88	82	90	86
12.5	86	89	83	90	87
13	87	90	83	91	88
13.5	87	90	87	91	89
14	87	90	90	91	90
14.5	88	90	91	92	90
15	88	90	92	94	91
15.5	88	92	94	94	92
16	88	93	95	94	93
16.5	90	94	96	95	94
17	92	94	96	97	95
17.5	92	95	97	97	95
18	93	95	97	97	96
18.5	96	97	98	98	97
19	98	100	99	99	99
19.5	99	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100

**Tabla 6. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 6 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

Tiempo	A9	A10	A13	A14	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	5	9	8	3	6
1	10	12	37	15	19
1.5	25	24	48	20	29
2	39	36	58	25	40
2.5	46	45	64	31	46
3	52	53	69	38	53
3.5	55	57	74	45	57
4	58	60	78	51	62
4.5	63	64	78	53	65
5	69	68	78	55	68
5.5	70	68	79	56	68
6	72	69	79	56	69
6.5	74	70	80	58	70
7	76	71	80	59	72
7.5	78	72	80	63	73
8	79	73	81	66	75
8.5	81	78	81	67	77
9	82	83	81	69	79
9.5	83	85	83	70	80
10	83	86	84	71	81
10.5	85	88	90	73	84
11	85	89	94	75	86
11.5	86	90	95	76	87
12	86	90	95	78	87
12.5	87	91	95	80	88
13	89	92	96	81	90
13.5	89	93	96	84	90
14	90	93	96	86	91
14.5	91	94	96	87	92
15	93	95	96	88	93
15.5	93	95	97	89	94
16	93	95	97	90	94
16.5	94	96	97	92	95
17	94	97	97	94	96
17.5	95	98	97	95	97
18	97	99	98	97	97
18.5	97	99	98	98	98
19	98	100	99	99	99
19.5	99	100	99	99	99
20	100	100	100	100	100

**Tabla 7. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 19 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**

Tiempo	A24P1	A24P2	A25P1	A25P2	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	2	3	7	4	4
1	3	9	13	7	8
1.5	10	17	25	14	17
2	17	25	37	21	25
2.5	30	32	45	30	34
3	42	40	54	40	44
3.5	49	46	59	46	50
4	56	52	64	52	56
4.5	59	56	69	56	60
5	61	60	74	59	64
5.5	65	63	76	62	66
6	69	65	78	65	69
6.5	76	68	78	69	73
7	83	71	79	73	76
7.5	84	73	81	75	78
8	86	75	83	76	80
8.5	87	77	85	78	82
9	88	78	87	81	83
9.5	88	79	88	81	84
10	89	79	90	81	85
10.5	90	82	90	83	86
11	91	85	90	86	88
11.5	93	87	91	87	89
12	95	88	92	88	91
12.5	95	88	92	90	91
13	96	89	93	91	92
13.5	96	90	93	92	93
14	96	91	94	93	94
14.5	96	92	94	93	94
15	97	92	95	94	94
15.5	97	94	96	94	95
16	97	95	97	94	96
16.5	98	97	97	95	96
17	98	98	97	96	97
17.5	99	99	97	96	98
18	99	99	98	97	98
18.5	99	100	98	98	99
19	99	100	99	99	99
19.5	100	100	99	100	100
20	100	100	100	100	100

**Tabla 8. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 20 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

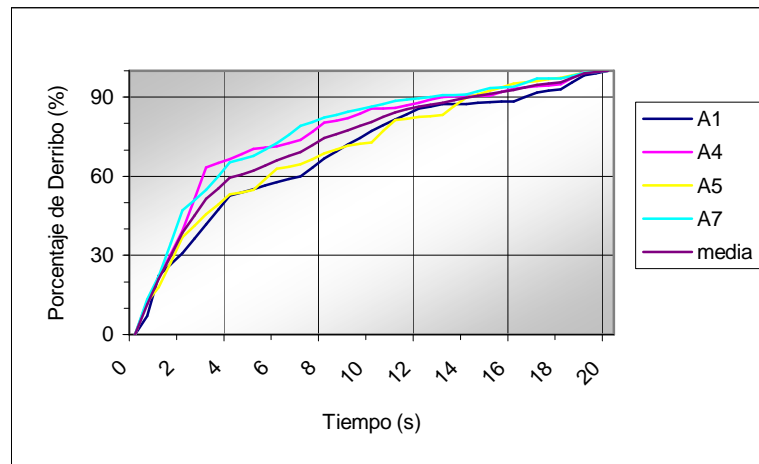
Tiempo	A28P1	A30P2	A31P1	A32P1	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	1	4	2	4	3
1	6	14	5	4	7
1.5	19	23	12	13	17
2	32	33	19	22	27
2.5	42	43	32	33	37
3	51	53	44	43	48
3.5	61	65	53	54	58
4	71	76	62	66	69
4.5	75	78	64	70	72
5	78	81	67	75	75
5.5	80	81	68	80	77
6	82	82	69	85	79
6.5	84	83	72	85	81
7	87	85	74	85	83
7.5	87	85	75	87	84
8	88	86	76	88	84
8.5	89	89	77	88	86
9	90	92	78	88	87
9.5	90	92	79	90	88
10	91	92	80	92	89
10.5	92	94	81	93	90
11	92	95	83	94	91
11.5	92	96	83	95	92
12	93	97	83	95	92
12.5	93	97	84	95	92
13	94	98	84	95	93
13.5	94	98	85	95	93
14	95	98	85	96	93
14.5	95	98	87	96	94
15	96	98	88	96	94
15.5	96	99	89	97	95
16	96	99	89	97	96
16.5	97	99	92	98	96
17	97	99	94	98	97
17.5	97	99	95	98	97
18	98	100	95	98	98
18.5	99	100	96	99	98
19	100	100	97	99	99
19.5	100	100	99	100	100
20	100	100	100	100	100

**Tabla 9. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13 de Diciembre de 2003, vibración de 20 s.**

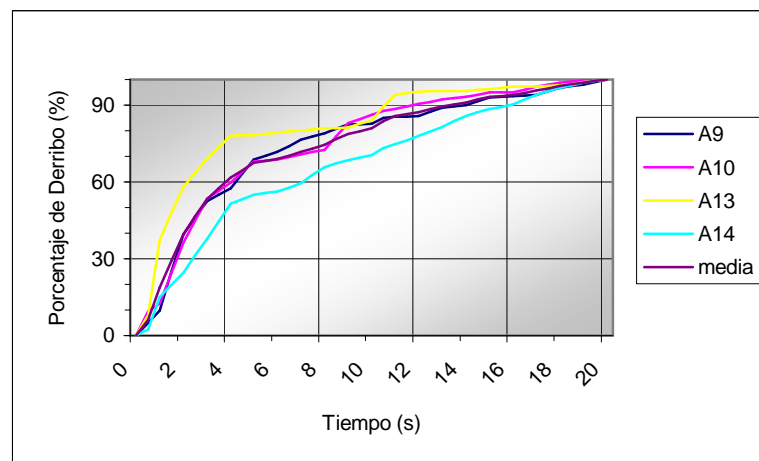
Tiempo	A33P1	A34P1	A35P1	A36P1	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	7	6	1	3	4
1	14	8	3	8	9
1.5	25	11	7	13	14
2	35	14	10	17	19
2.5	47	21	20	31	30
3	58	27	31	44	40
3.5	60	37	44	52	48
4	62	47	58	59	56
4.5	66	51	63	64	61
5	70	56	67	70	66
5.5	73	60	69	72	69
6	76	64	70	74	71
6.5	76	66	72	79	73
7	76	69	74	84	76
7.5	79	73	77	86	79
8	81	78	81	88	82
8.5	84	80	84	90	84
9	86	81	88	93	87
9.5	87	84	89	94	88
10	87	86	90	94	89
10.5	87	86	90	94	90
11	88	87	91	94	90
11.5	90	87	91	94	91
12	92	87	92	94	91
12.5	92	88	94	95	92
13	92	90	96	95	93
13.5	93	91	97	95	94
14	94	93	98	95	95
14.5	95	93	98	95	95
15	95	93	99	96	96
15.5	96	93	99	97	96
16	96	94	99	98	97
16.5	97	94	99	98	97
17	97	95	99	99	97
17.5	97	96	99	99	98
18	97	98	100	99	98
18.5	98	98	100	99	99
19	100	99	100	99	99
19.5	100	99	100	100	100
20	100	100	100	100	100

**Tabla 10. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 15 de Diciembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

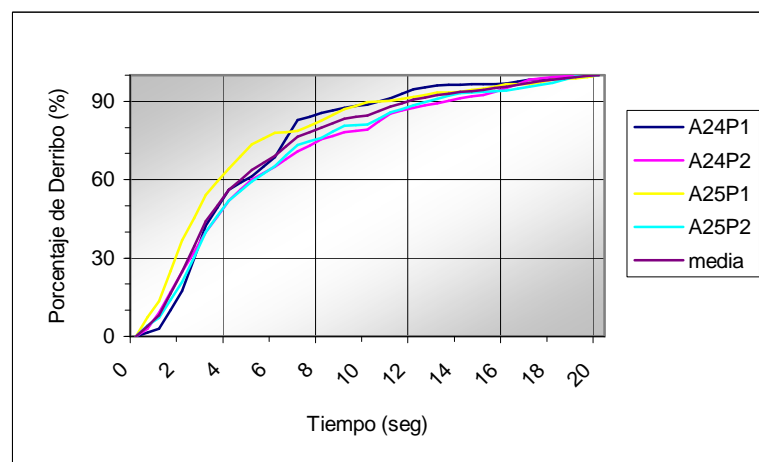
Tiempo	A42P1	A43P1	A43P2	A44P1	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	2	3	2	1	2
1	2	5	4	3	3
1.5	7	14	14	7	11
2	11	23	25	12	18
2.5	23	34	41	26	31
3	35	46	57	39	44
3.5	44	52	63	49	52
4	54	58	69	58	60
4.5	63	62	72	62	65
5	72	67	76	67	70
5.5	75	70	80	71	74
6	78	74	84	75	78
6.5	82	76	85	78	80
7	86	79	85	80	83
7.5	87	81	86	82	84
8	88	83	86	84	85
8.5	88	85	88	85	87
9	88	87	90	87	88
9.5	89	87	91	87	88
10	90	87	91	87	89
10.5	92	88	91	88	90
11	92	88	92	89	90
11.5	92	89	93	90	91
12	92	89	93	90	91
12.5	93	91	94	91	92
13	93	93	95	92	93
13.5	94	93	95	93	94
14	95	93	95	95	95
14.5	95	94	96	95	95
15	96	94	96	95	95
15.5	96	95	96	95	96
16	96	96	97	96	96
16.5	97	97	97	96	97
17	97	97	97	97	97
17.5	97	98	98	97	97
18	97	98	98	97	98
18.5	99	99	99	97	98
19	100	100	99	97	99
19.5	100	100	100	99	100
20	100	100	100	100	100



**Figura 9. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 5 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**

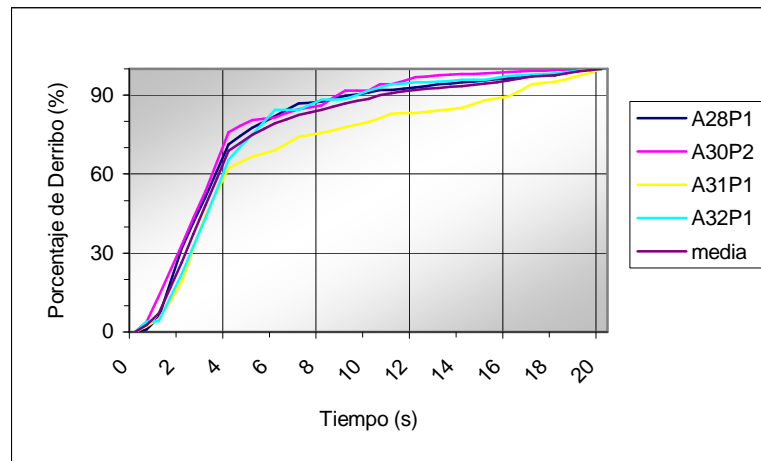


**Figura 10. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 6 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

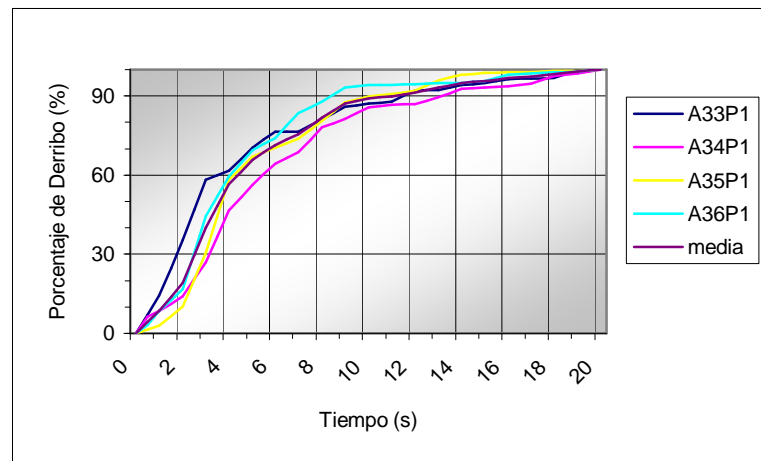


**Figura 11. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 19 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**

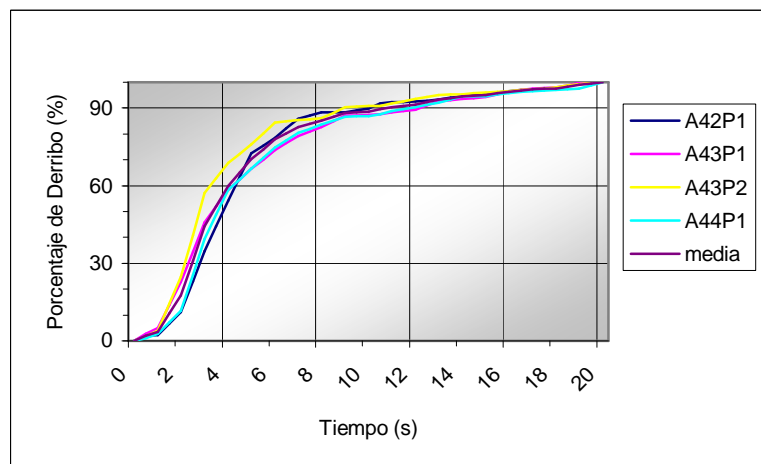




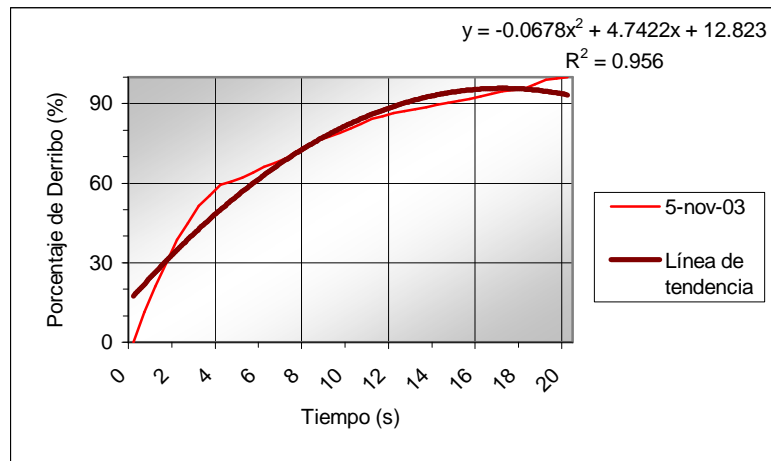
**Figura 12. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 20 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**



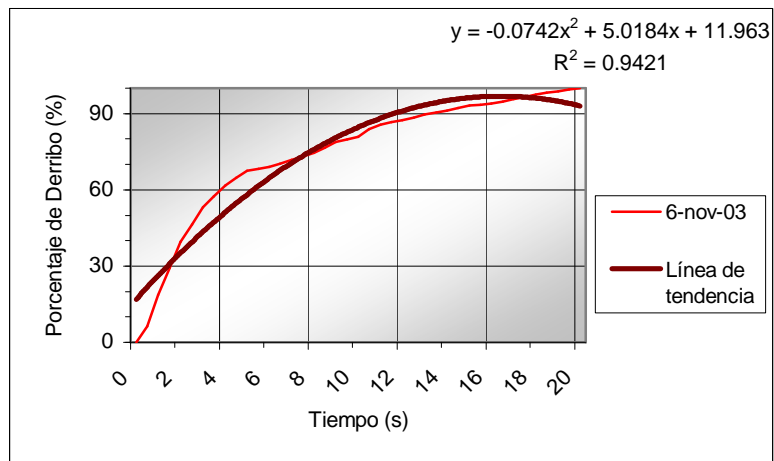
**Figura 13. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 13 de Diciembre de 2003, vibración de 20 s.**



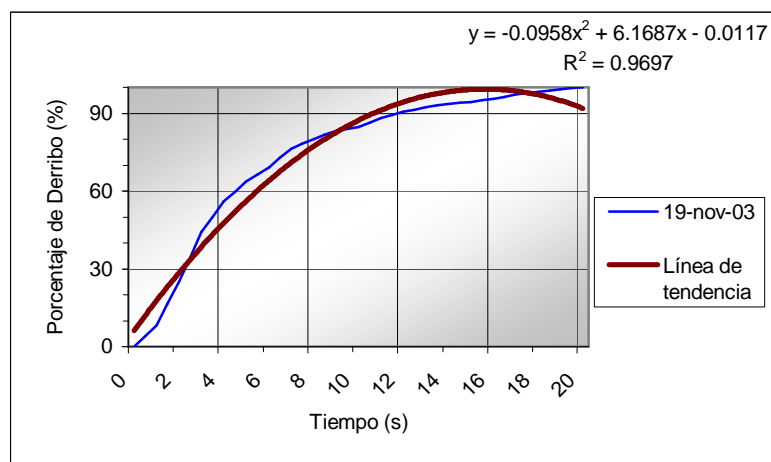
**Figura 14. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 15 de Diciembre de 2003, vibración de (10+10) s.**



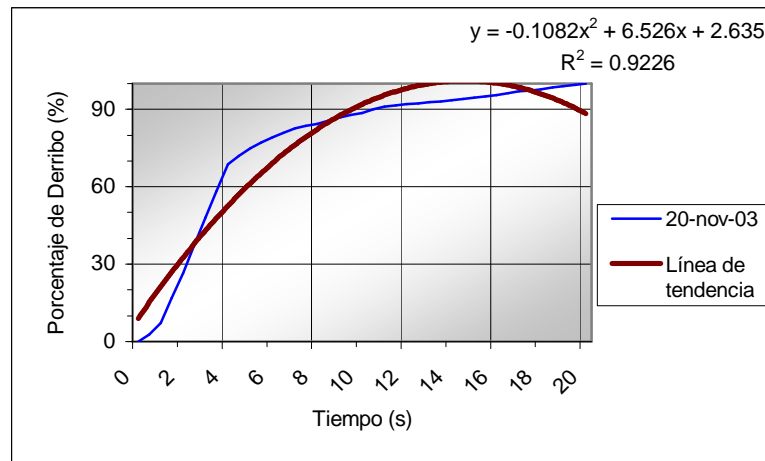
**Figura 15. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 5 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.**



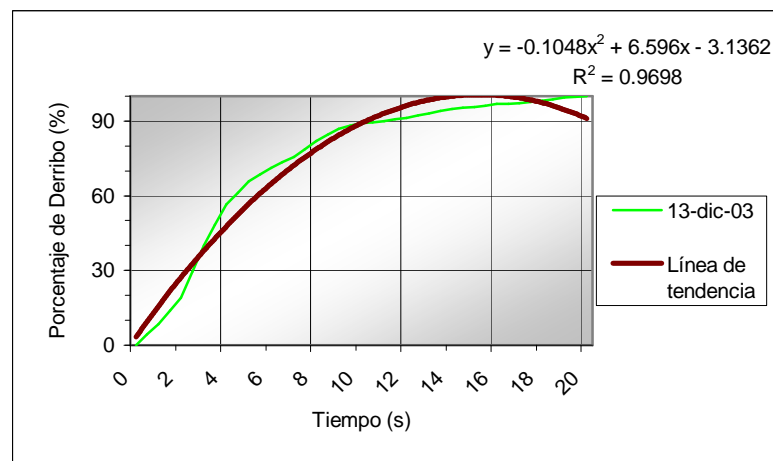
**Figura 16. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 6 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.**



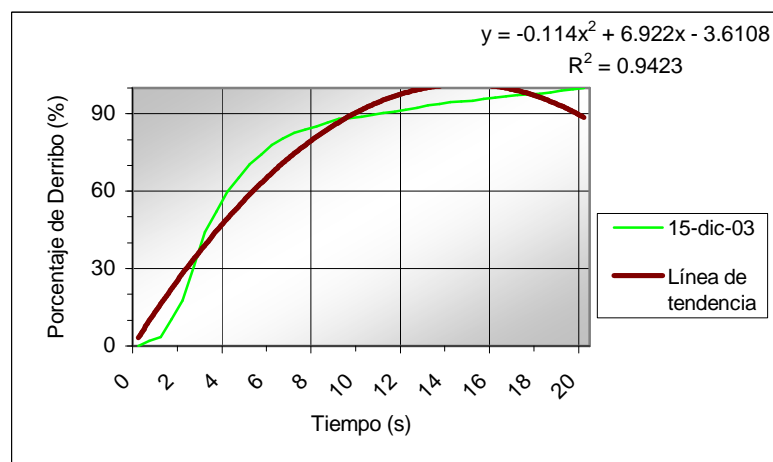
**Figura 17. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 19 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.**



**Figura 18. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 20 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.**



**Figura 19. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 13 de Diciembre de 2003. Línea de tendencia.**



**Figura 20. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Picual”, 15 de Diciembre de 2003. Línea de tendencia.**

### 2.2.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”

**Tabla 11. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 13 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**

Tiempo	A15P1	A15P2	A17P1	A17P2	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	5	9	10	3	7
1	13	15	18	15	15
1.5	18	21	31	22	23
2	23	27	45	30	31
2.5	27	34	49	37	37
3	32	40	54	45	43
3.5	36	45	58	50	47
4	40	49	62	56	52
4.5	46	52	67	57	56
5	52	55	72	58	59
5.5	53	58	74	63	62
6	54	61	77	68	65
6.5	59	63	80	71	68
7	63	65	82	73	71
7.5	66	66	83	75	73
8	69	67	84	76	74
8.5	72	69	86	77	76
9	74	71	88	77	78
9.5	75	74	89	79	79
10	76	78	89	81	81
10.5	78	83	90	81	83
11	79	88	92	81	85
11.5	82	89	92	81	86
12	86	89	92	82	87
12.5	87	90	92	83	88
13	88	91	93	85	89
13.5	90	91	95	87	91
14	93	92	96	90	93
14.5	93	93	96	91	93
15	93	94	97	92	94
15.5	93	95	97	94	95
16	94	96	97	96	96
16.5	94	98	97	96	96
17	94	100	98	96	97
17.5	95	100	98	96	97
18	96	100	98	97	98
18.5	97	100	99	98	98
19	97	100	99	99	99
19.5	99	100	100	100	99
20	100	100	100	100	100

**Tabla 12. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 14 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

Tiempo	A20P2	A21P1	A22P1	A23P1	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	1	3	10	4	4
1	2	8	18	9	9
1.5	5	13	25	19	16
2	9	19	31	30	22
2.5	15	27	38	36	29
3	22	36	44	42	36
3.5	28	41	45	48	41
4	34	47	45	55	45
4.5	42	49	46	58	49
5	49	51	46	62	52
5.5	54	54	48	66	56
6	58	58	51	70	59
6.5	61	61	52	73	62
7	64	64	53	77	65
7.5	65	69	57	77	67
8	66	74	62	78	70
8.5	72	75	63	80	73
9	78	77	64	82	75
9.5	82	79	70	84	79
10	86	82	75	86	82
10.5	87	82	81	86	84
11	87	82	87	87	86
11.5	87	83	88	87	87
12	88	84	90	87	87
12.5	89	86	91	89	89
13	90	88	92	90	90
13.5	92	89	92	91	91
14	93	90	92	91	91
14.5	93	91	92	92	92
15	93	93	93	93	93
15.5	94	95	93	94	94
16	95	97	93	95	95
16.5	96	97	94	95	96
17	96	98	95	96	96
17.5	97	99	95	97	97
18	98	100	96	98	98
18.5	98	100	97	99	99
19	99	100	99	100	99
19.5	100	100	99	100	100
20	100	100	100	100	100

**Tabla 13. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 15 de Enero de 2003, vibración de 20 s.**

Tiempo	A45P2	A46P1	A46P2	A47P1	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	6	3	6	7	5
1	9	10	10	15	11
1.5	13	17	20	28	19
2	18	24	29	41	28
2.5	26	34	39	50	37
3	35	44	48	59	46
3.5	39	52	58	65	54
4	44	60	68	72	61
4.5	50	63	69	76	64
5	56	65	71	80	68
5.5	58	71	73	81	71
6	60	76	76	83	74
6.5	63	81	79	84	77
7	66	85	83	86	80
7.5	67	86	85	88	81
8	67	86	88	90	83
8.5	74	86	88	91	85
9	81	86	88	92	87
9.5	81	87	89	93	88
10	81	87	91	93	88
10.5	81	88	91	93	88
11	82	89	91	93	89
11.5	82	91	92	95	90
12	82	92	92	96	91
12.5	83	93	93	97	92
13	85	93	93	99	92
13.5	86	94	93	99	93
14	87	94	93	99	93
14.5	92	94	94	99	95
15	96	94	94	99	96
15.5	97	94	94	99	96
16	98	95	95	100	97
16.5	98	96	96	100	97
17	99	97	96	100	98
17.5	99	98	97	100	98
18	99	98	98	100	99
18.5	99	99	98	100	99
19	99	100	99	100	100
19.5	99	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100

**Tabla 14. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 17 de Enero de 2003, vibración de (10+10) s.**

Tiempo	A48P1	A48P2	A49P2	A51P1	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	13	1	6	5	6
1	17	6	16	12	13
1.5	26	13	22	21	20
2	35	21	27	31	28
2.5	41	34	34	43	38
3	48	47	41	55	48
3.5	54	55	46	60	54
4	61	63	51	66	60
4.5	65	68	54	69	64
5	69	73	57	73	68
5.5	71	76	62	75	71
6	73	80	68	76	74
6.5	73	83	69	79	76
7	73	86	70	82	78
7.5	75	86	72	82	79
8	76	87	74	83	80
8.5	77	88	78	86	82
9	77	90	83	88	84
9.5	80	90	84	88	86
10	84	90	86	88	87
10.5	85	92	88	91	89
11	88	94	88	92	90
11.5	88	94	89	92	91
12	88	95	90	92	91
12.5	89	96	91	93	92
13	91	96	91	93	93
13.5	92	96	92	94	93
14	93	97	92	96	94
14.5	93	98	93	96	95
15	94	99	93	97	96
15.5	95	99	95	98	96
16	96	99	96	98	97
16.5	96	99	97	98	98
17	97	99	98	98	98
17.5	97	99	98	99	98
18	98	100	99	99	99
18.5	99	100	99	99	99
19	100	100	99	99	100
19.5	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100

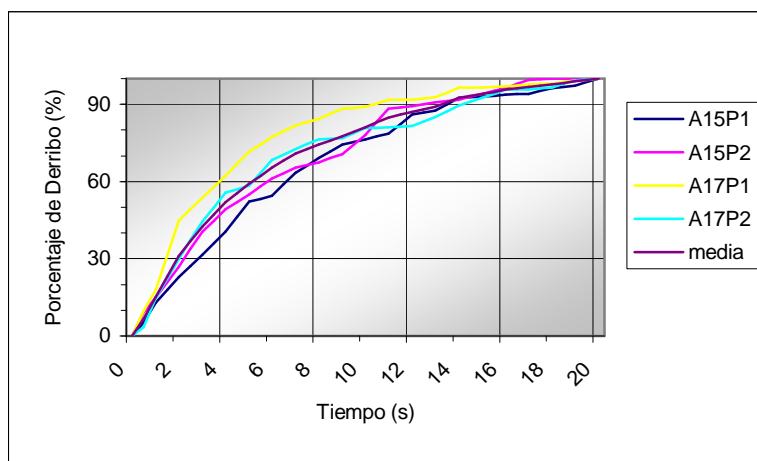
**Tabla 15. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 7 de Febrero de 2004, vibración de 20 s.**

Tiempo	A53P1	A53P2	A53P4	A54P1	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	10	2	5	4	6
1	13	5	9	8	9
1.5	20	11	19	15	17
2	27	17	29	21	24
2.5	36	25	39	29	33
3	46	33	48	36	42
3.5	50	41	57	43	49
4	55	50	65	50	57
4.5	58	56	69	53	61
5	61	62	73	56	65
5.5	64	65	74	60	68
6	67	68	74	65	70
6.5	71	71	77	67	73
7	75	73	80	69	76
7.5	79	75	81	72	78
8	82	77	83	75	81
8.5	84	79	84	77	82
9	85	81	86	79	84
9.5	86	82	87	79	85
10	86	83	87	80	85
10.5	90	85	87	84	87
11	94	86	88	88	89
11.5	94	87	91	89	90
12	94	88	94	90	92
12.5	94	90	94	90	92
13	94	91	94	91	93
13.5	94	93	94	91	94
14	95	94	95	92	94
14.5	96	95	95	92	95
15	97	96	95	92	96
15.5	97	96	97	92	97
16	98	97	99	92	98
16.5	98	97	99	93	98
17	98	97	99	94	98
17.5	99	98	99	94	99
18	100	98	99	95	99
18.5	100	99	99	98	99
19	100	100	100	100	100
19.5	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100

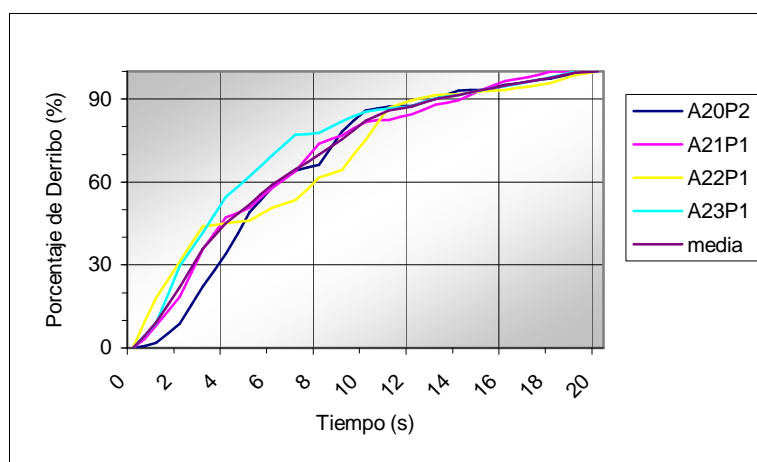


**Tabla 16. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad "Picual", 8 de Febrero de 2004, vibración de (10+10) s.**

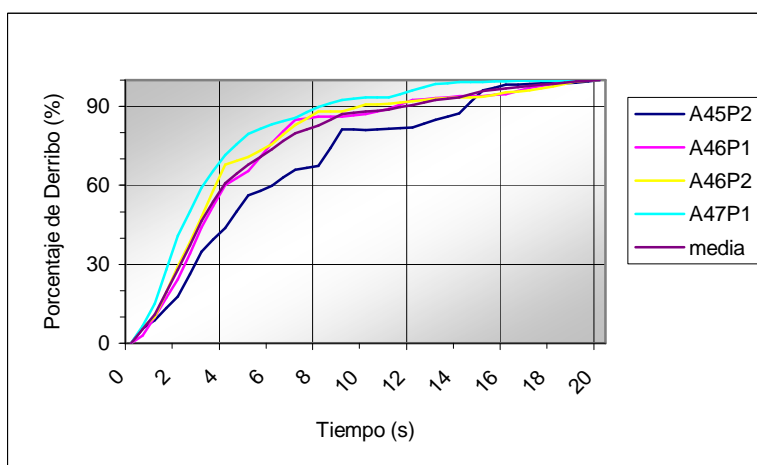
Tiempo	A55P1	A56P1	A57P1	A61P1	Media
0	0	0	0	0	0
0.5	1	7	2	10	5
1	7	18	5	23	13
1.5	16	26	14	30	22
2	25	34	23	37	30
2.5	37	46	33	46	40
3	48	58	43	55	51
3.5	53	63	53	58	57
4	58	67	63	61	62
4.5	63	71	68	64	66
5	68	74	72	66	70
5.5	72	78	75	68	73
6	75	82	78	69	76
6.5	76	84	81	73	78
7	77	86	84	76	81
7.5	79	87	86	78	83
8	81	88	88	80	84
8.5	82	89	89	81	85
9	84	89	89	82	86
9.5	85	90	91	83	87
10	87	90	92	85	89
10.5	88	91	93	86	90
11	88	92	93	87	90
11.5	89	92	94	88	91
12	90	93	94	90	92
12.5	91	94	95	91	93
13	92	94	95	92	93
13.5	93	95	96	93	94
14	93	96	96	95	95
14.5	93	96	96	95	95
15	94	96	97	95	96
15.5	95	97	97	96	96
16	96	98	98	98	97
16.5	96	98	98	98	97
17	96	98	99	98	98
17.5	97	99	99	98	98
18	98	100	99	99	99
18.5	99	100	99	99	99
19	99	100	99	99	99
19.5	100	100	100	99	100
20	100	100	100	100	100



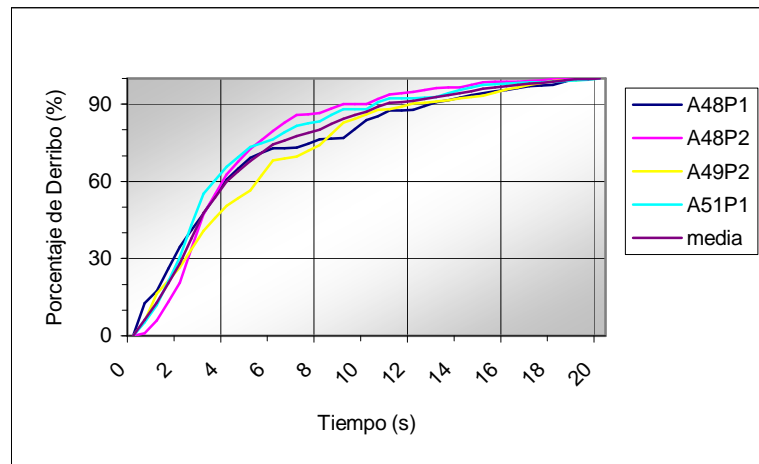
**Figura 21. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 13 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**



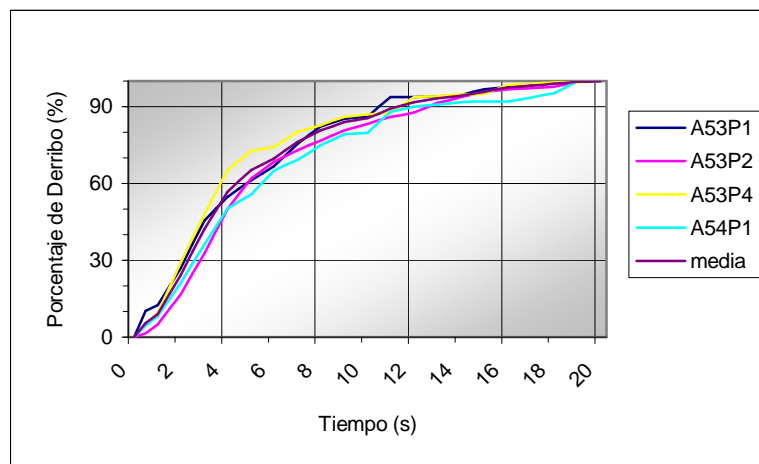
**Figura 22. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 14 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**



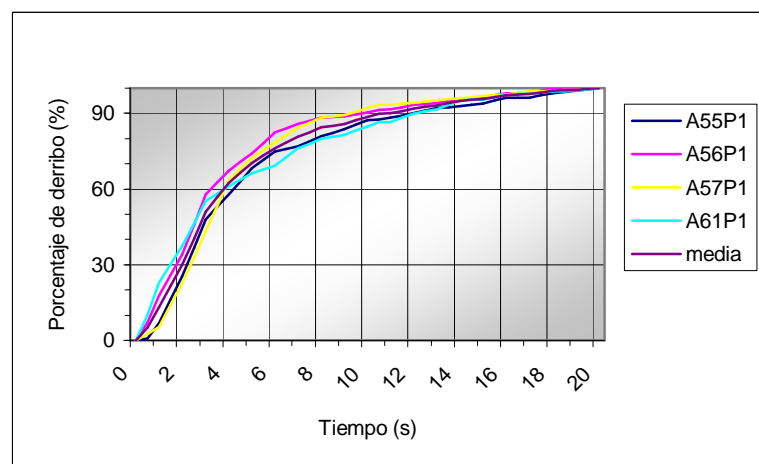
**Figura 23. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 15 de Enero de 2004, vibración de 20 s.**



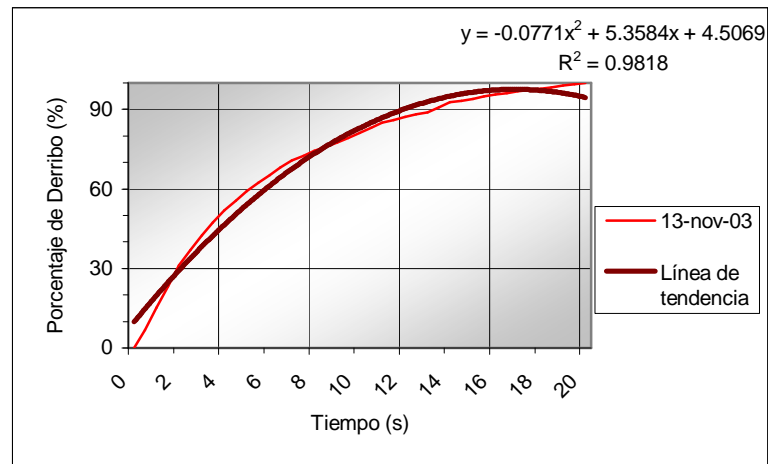
**Figura 24. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 17 de Enero de 2004, vibración de (10+10) s.**



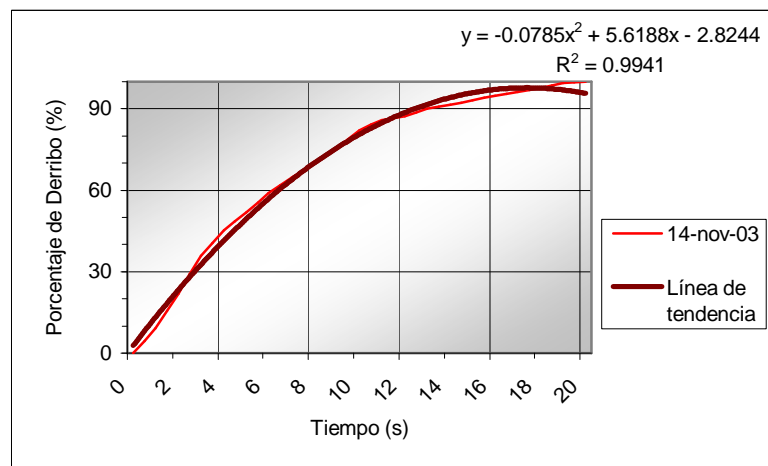
**Figura 25. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 7 de Febrero de 2004, vibración de 20 s.**



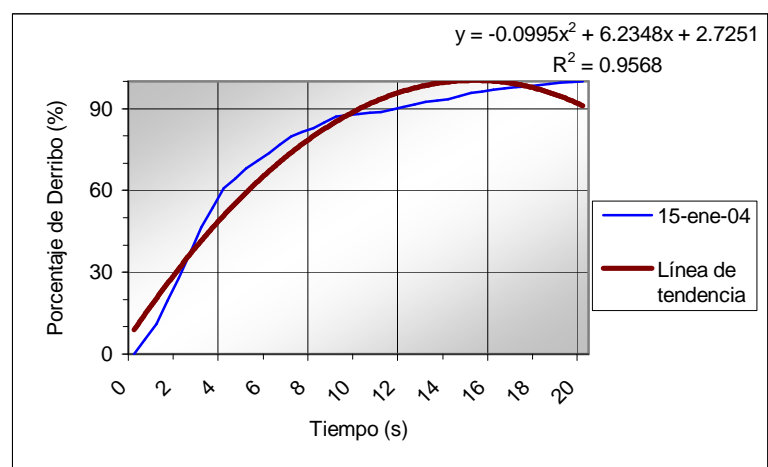
**Figura 26. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 8 de Febrero de 2004, vibración de (10+10) s.**



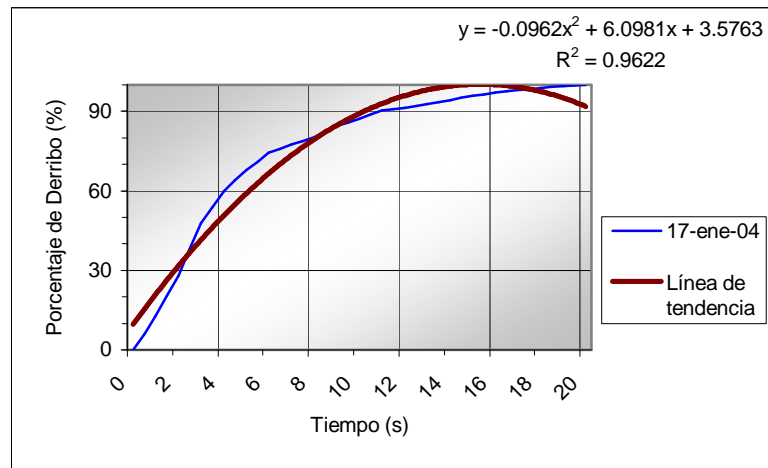
**Figura 27. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 13 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.**



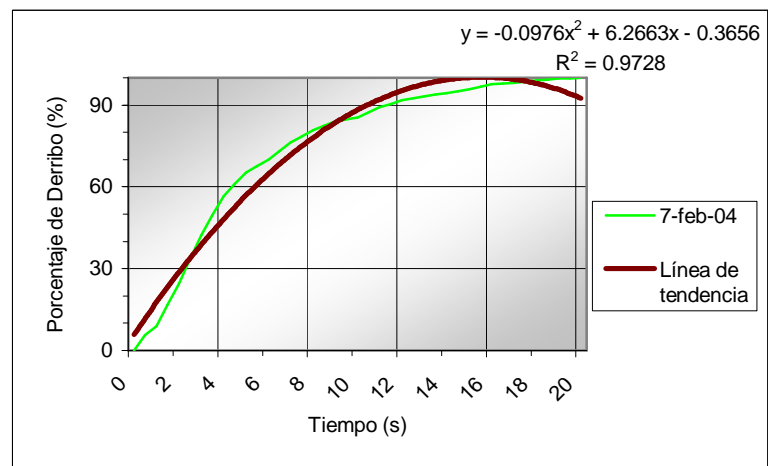
**Figura 28. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 14 de Noviembre de 2003. Línea de tendencia.**



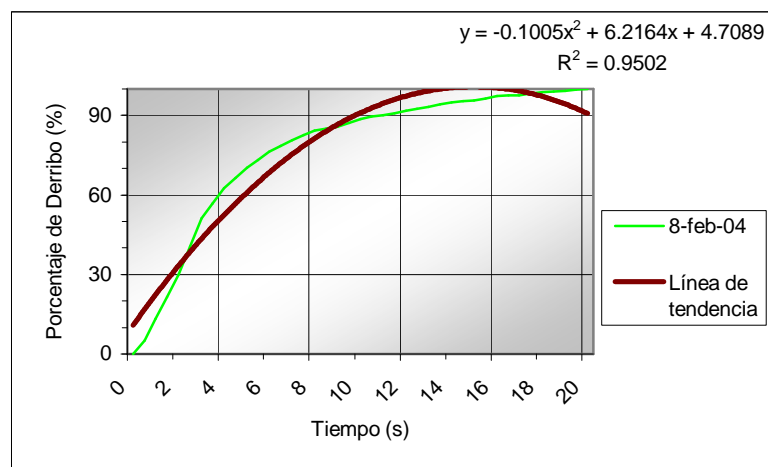
**Figura 29. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 15 de Enero de 2004. Línea de tendencia.**



**Figura 30. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 17 de Enero de 2004. Línea de tendencia.**



**Figura 31. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 7 de Febrero de 2004. Línea de tendencia.**



**Figura 32. Porcentaje acumulado de derribo de aceituna. Variedad “Hojiblanca”, 8 de Febrero de 2004. Línea de tendencia.**

## 2.3. PORCENTAJE INSTANTÁNEO DE DERRIBO DE ACEITUNA CAMPAÑA 2003-2004

### 2.3.1. Ensayos de la variedad "Picual"

Tabla 17. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 5 de  
Noviembre de 2003, vibración de 20 s.

Tiempo	A1	A4	A5	A7	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	7.05	12.70	12.26	13.41	11.35
1	15.30	9.06	5.61	8.69	9.67
1.5	4.28	8.83	9.48	12.55	8.78
2	4.28	8.83	9.48	12.55	8.78
2.5	5.46	12.02	4.44	3.84	6.44
3	5.46	12.02	4.44	3.84	6.44
3.5	5.47	1.49	3.68	5.17	3.95
4	5.47	1.49	3.68	5.17	3.95
4.5	1.20	1.93	0.88	1.30	1.33
5	1.20	1.93	0.88	1.30	1.33
5.5	1.35	0.48	4.03	2.32	2.05
6	1.35	0.48	4.03	2.32	2.05
6.5	1.00	1.23	0.77	3.30	1.58
7	1.00	1.23	0.77	3.30	1.58
7.5	3.40	3.27	2.06	1.62	2.59
8	3.40	3.27	2.06	1.62	2.59
8.5	2.67	0.88	1.52	1.03	1.52
9	2.67	0.88	1.52	1.03	1.52
9.5	2.60	1.81	0.64	1.06	1.53
10	2.60	1.81	0.64	1.06	1.53
10.5	2.17	0.09	4.20	1.00	1.86
11	2.17	0.09	4.20	1.00	1.86
11.5	2.01	1.02	0.56	0.57	1.04
12	2.01	1.02	0.56	0.57	1.04
12.5	0.85	1.14	0.40	0.54	0.73
13	0.85	1.14	0.40	0.54	0.73
13.5	0.09	0.15	3.31	0.18	0.93
14	0.09	0.15	3.31	0.18	0.93
14.5	0.37	0.02	1.27	1.25	0.73
15	0.37	0.02	1.27	1.25	0.73
15.5	0.10	1.40	1.37	0.17	0.76
16	0.10	1.40	1.37	0.17	0.76
16.5	1.72	0.46	0.51	1.54	1.06
17	1.72	0.46	0.51	1.54	1.06
17.5	0.54	0.31	0.65	0.00	0.38
18	0.54	0.31	0.65	0.00	0.38
18.5	2.67	2.48	0.96	1.11	1.81
19	2.67	2.48	0.96	1.11	1.81
19.5	0.87	0.11	0.32	0.40	0.43
20	0.87	0.11	0.32	0.40	0.43

**Tabla 18. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 6 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

Tiempo	A9	A10	A13	A14	Media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	4.92	9.39	8.04	2.58	6.23
1	4.90	2.99	29.20	12.53	12.40
1.5	14.84	11.91	10.44	4.75	10.49
2	14.84	11.91	10.44	4.75	10.49
2.5	6.46	8.64	5.42	6.60	6.78
3	6.46	8.64	5.42	6.60	6.78
3.5	2.56	3.15	4.57	6.80	4.27
4	2.56	3.15	4.57	6.80	4.27
4.5	5.61	4.11	0.06	1.85	2.91
5	5.61	4.11	0.06	1.85	2.91
5.5	1.50	0.33	0.57	0.56	0.74
6	1.50	0.33	0.57	0.56	0.74
6.5	2.37	1.09	0.33	1.62	1.35
7	2.37	1.09	0.33	1.62	1.35
7.5	1.21	0.84	0.44	3.16	1.42
8	1.21	0.84	0.44	3.16	1.42
8.5	1.75	5.25	0.21	1.39	2.15
9	1.75	5.25	0.21	1.39	2.15
9.5	0.17	1.59	1.38	0.97	1.03
10	0.17	1.59	1.38	0.97	1.03
10.5	2.14	1.49	5.49	2.60	2.93
11	0.50	0.91	4.52	1.53	1.86
11.5	0.17	0.89	0.60	1.70	0.84
12	0.17	0.89	0.60	1.70	0.84
12.5	1.65	0.90	0.11	1.70	1.09
13	1.65	0.90	0.11	1.70	1.09
13.5	0.44	0.46	0.00	2.20	0.78
14	0.44	0.46	0.00	2.20	0.78
14.5	1.56	0.87	0.42	1.27	1.03
15	1.56	0.87	0.42	1.27	1.03
15.5	0.21	0.02	0.42	0.97	0.40
16	0.21	0.02	0.42	0.97	0.40
16.5	0.32	1.16	0.01	1.89	0.84
17	0.32	1.16	0.01	1.89	0.84
17.5	1.35	0.74	0.20	1.30	0.90
18	1.35	0.74	0.20	1.30	0.90
18.5	0.58	0.51	0.64	1.07	0.70
19	0.58	0.51	0.64	1.07	0.70
19.5	1.01	0.13	0.55	0.57	0.56
20	1.01	0.13	0.55	0.57	0.56

**Tabla 19. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 19 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**

Tiempo	A24P1	A24P2	A25P1	A25P2	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	1.51	2.85	7.38	4.21	3.99
1	1.51	6.25	5.99	2.92	4.17
1.5	7.15	7.84	11.66	6.80	8.36
2	7.15	7.84	11.66	6.80	8.36
2.5	12.55	7.55	8.75	9.59	9.61
3	12.55	7.55	8.75	9.59	9.61
3.5	6.91	6.04	5.05	6.05	6.01
4	6.91	6.04	5.05	6.05	6.01
4.5	2.58	4.07	4.67	3.64	3.74
5	2.58	4.07	4.67	3.64	3.74
5.5	3.58	2.41	2.16	2.97	2.78
6	3.58	2.41	2.16	2.97	2.78
6.5	7.10	2.94	0.33	4.06	3.61
7	7.10	2.94	0.33	4.06	3.61
7.5	1.43	2.33	2.04	1.33	1.78
8	1.43	2.33	2.04	1.33	1.78
8.5	0.98	1.33	2.12	2.31	1.68
9	0.98	1.33	2.12	2.31	1.68
9.5	0.63	0.50	1.37	0.20	0.67
10	0.63	0.50	1.37	0.20	0.67
10.5	1.13	3.14	0.22	2.34	1.71
11	1.13	3.14	0.22	2.34	1.71
11.5	1.81	1.10	0.76	1.34	1.25
12	1.81	1.10	0.76	1.34	1.25
12.5	0.72	0.75	0.83	1.30	0.90
13	0.72	0.75	0.83	1.30	0.90
13.5	0.12	1.01	0.20	1.08	0.60
14	0.12	1.01	0.20	1.08	0.60
14.5	0.11	0.65	0.57	0.27	0.40
15	0.11	0.65	0.57	0.27	0.40
15.5	0.11	1.30	0.87	0.18	0.62
16	0.11	1.30	0.87	0.18	0.62
16.5	0.73	1.63	0.02	0.74	0.78
17	0.73	1.63	0.02	0.74	0.78
17.5	0.34	0.50	0.78	0.75	0.59
18	0.34	0.50	0.78	0.75	0.59
18.5	0.11	0.27	0.28	1.22	0.47
19	0.11	0.27	0.28	1.22	0.47
19.5	0.42	0.06	0.64	0.26	0.35
20	0.42	0.06	0.64	0.26	0.35



**Tabla 20. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 20 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

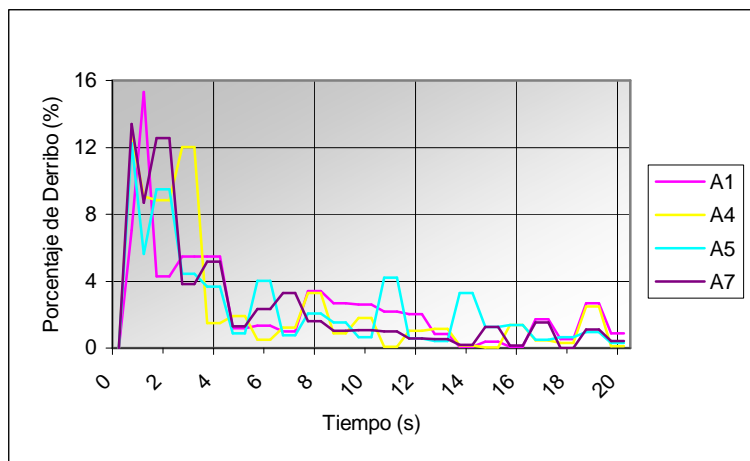
Tiempo	A28P1	A30P2	A31P1	A32P1	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.93	3.81	2.08	3.82	2.66
1	4.76	9.91	2.69	0.42	4.44
1.5	13.09	9.72	7.26	8.89	9.74
2	13.09	9.72	7.26	8.89	9.74
2.5	9.68	10.14	12.59	10.59	10.75
3	9.68	10.14	12.59	10.59	10.75
3.5	10.06	11.26	8.91	11.15	10.34
4	10.06	11.26	8.91	11.15	10.34
4.5	3.18	2.32	2.18	4.73	3.10
5	3.18	2.32	2.18	4.73	3.10
5.5	2.08	0.50	1.18	4.79	2.14
6	2.08	0.50	1.18	4.79	2.14
6.5	2.44	1.54	2.56	0.33	1.72
7	2.44	1.54	2.56	0.33	1.72
7.5	0.41	0.75	0.71	1.50	0.84
8	0.41	0.75	0.71	1.50	0.84
8.5	1.04	2.78	1.14	0.14	1.27
9	1.04	2.78	1.14	0.14	1.27
9.5	0.61	0.02	0.94	1.58	0.79
10	0.61	0.02	0.94	1.58	0.79
10.5	0.96	2.50	1.61	1.22	1.57
11	0.20	0.80	1.62	1.22	0.96
11.5	0.42	0.86	0.13	0.42	0.46
12	0.42	0.86	0.13	0.42	0.46
12.5	0.59	0.37	0.48	0.07	0.38
13	0.59	0.37	0.48	0.07	0.38
13.5	0.42	0.21	0.48	0.33	0.36
14	0.42	0.21	0.48	0.33	0.36
14.5	0.33	0.21	1.43	0.00	0.49
15	0.33	0.21	1.43	0.00	0.49
15.5	0.43	0.21	0.71	0.82	0.54
16	0.43	0.21	0.71	0.82	0.54
16.5	0.45	0.21	2.32	0.18	0.79
17	0.45	0.21	2.32	0.18	0.79
17.5	0.13	0.21	0.52	0.28	0.29
18	0.13	0.21	0.52	0.28	0.29
18.5	1.14	0.17	1.09	0.53	0.73
19	1.14	0.17	1.09	0.53	0.73
19.5	0.04	0.04	1.34	0.30	0.43
20	0.04	0.04	1.34	0.30	0.43

**Tabla 21. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 13 de Diciembre de 2003, vibración de 20 s.**

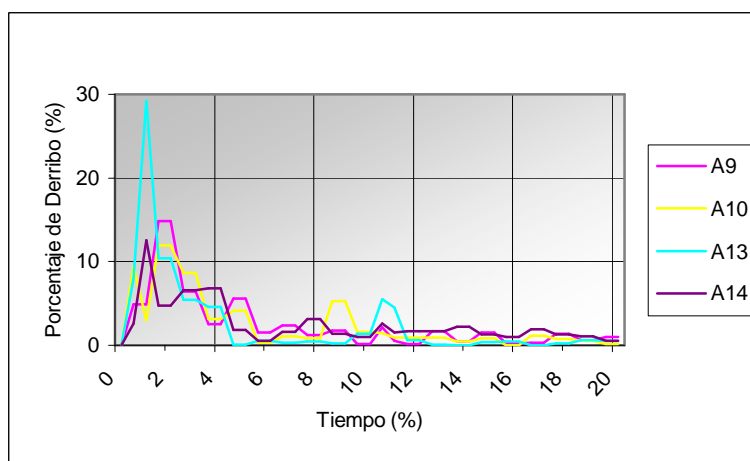
Tiempo	A33P1	A34P1	A35P1	A36P1	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	7.04	6.29	1.48	3.09	4.47
1	7.29	2.15	1.48	5.33	4.06
1.5	10.52	2.82	3.58	4.21	5.28
2	10.52	2.82	3.58	4.21	5.28
2.5	11.43	6.45	10.28	13.82	10.49
3	11.43	6.45	10.28	13.82	10.49
3.5	1.68	9.78	13.79	7.46	8.18
4	1.68	9.78	13.79	7.46	8.18
4.5	4.41	4.95	4.36	5.07	4.70
5	4.41	4.95	4.36	5.07	4.70
5.5	3.04	3.93	1.73	2.27	2.74
6	3.04	3.93	1.73	2.27	2.74
6.5	0.01	2.17	1.67	4.72	2.14
7	0.01	2.17	1.67	4.72	2.14
7.5	2.29	4.79	3.39	2.12	3.15
8	2.29	4.79	3.39	2.12	3.15
8.5	2.48	1.54	3.50	2.74	2.56
9	2.48	1.54	3.50	2.74	2.56
9.5	0.50	2.26	1.11	0.48	1.09
10	0.50	2.26	1.11	0.48	1.09
10.5	0.45	0.47	0.46	0.04	0.35
11	0.45	0.47	0.46	0.04	0.35
11.5	2.09	0.07	0.62	0.09	0.72
12	2.09	0.07	0.62	0.09	0.72
12.5	0.10	1.32	2.00	0.18	0.90
13	0.10	1.32	2.00	0.18	0.90
13.5	0.91	1.60	1.07	0.06	0.91
14	0.91	1.60	1.07	0.06	0.91
14.5	0.41	0.26	0.33	0.35	0.34
15	0.41	0.26	0.33	0.35	0.34
15.5	0.75	0.20	0.14	1.27	0.59
16	0.75	0.20	0.14	1.27	0.59
16.5	0.09	0.49	0.03	0.20	0.20
17	0.09	0.49	0.03	0.20	0.20
17.5	0.09	1.49	0.23	0.18	0.50
18	0.09	1.49	0.23	0.18	0.50
18.5	1.57	0.51	0.03	0.18	0.57
19	1.57	0.51	0.03	0.18	0.57
19.5	0.02	0.71	0.20	0.35	0.32
20	0.02	0.71	0.20	0.35	0.32

**Tabla 22. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad "Picual", 15 de Diciembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

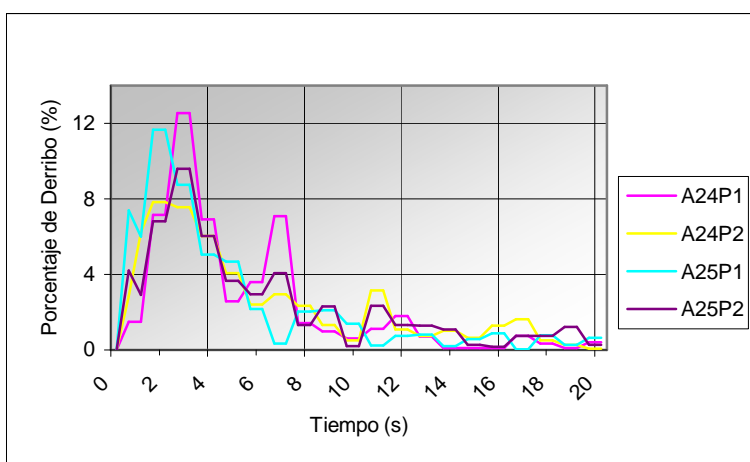
Tiempo	A42P1	A43P1	A43P2	A44P1	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	2.07	2.77	1.78	0.91	1.88
1	0.21	2.27	2.17	1.74	1.60
1.5	4.44	8.91	10.35	4.55	7.06
2	4.44	8.91	10.35	4.55	7.06
2.5	11.75	11.48	16.25	13.78	13.31
3	11.75	11.48	16.25	13.78	13.31
3.5	9.73	6.28	5.81	9.53	7.84
4	9.73	6.28	5.81	9.53	7.84
4.5	9.19	4.09	3.56	4.14	5.25
5	9.19	4.09	3.56	4.14	5.25
5.5	2.98	3.55	4.29	4.10	3.73
6	2.98	3.55	4.29	4.10	3.73
6.5	3.73	2.82	0.46	2.74	2.44
7	3.73	2.82	0.46	2.74	2.44
7.5	1.19	1.71	0.36	1.67	1.23
8	1.19	1.71	0.36	1.67	1.23
8.5	0.06	2.24	2.12	1.54	1.49
9	0.06	2.24	2.12	1.54	1.49
9.5	0.76	0.02	0.22	0.13	0.28
10	0.76	0.02	0.22	0.13	0.28
10.5	1.96	0.31	0.11	0.75	0.78
11	0.45	0.77	0.84	1.18	0.81
11.5	0.07	0.55	0.88	0.73	0.56
12	0.07	0.55	0.88	0.73	0.56
12.5	0.47	1.59	0.76	0.86	0.92
13	0.47	1.59	0.76	0.86	0.92
13.5	0.62	0.44	0.19	1.24	0.62
14	0.62	0.44	0.19	1.24	0.62
14.5	0.47	0.38	0.35	0.04	0.31
15	0.47	0.38	0.35	0.04	0.31
15.5	0.42	1.06	0.24	0.59	0.58
16	0.42	1.06	0.24	0.59	0.58
16.5	0.48	0.54	0.35	0.39	0.44
17	0.48	0.54	0.35	0.39	0.44
17.5	0.04	0.26	0.36	0.27	0.23
18	0.04	0.26	0.36	0.27	0.23
18.5	1.13	0.85	0.68	0.15	0.70
19	1.13	0.85	0.68	0.15	0.70
19.5	0.15	0.16	0.31	1.29	0.48
20	0.15	0.16	0.31	1.29	0.48



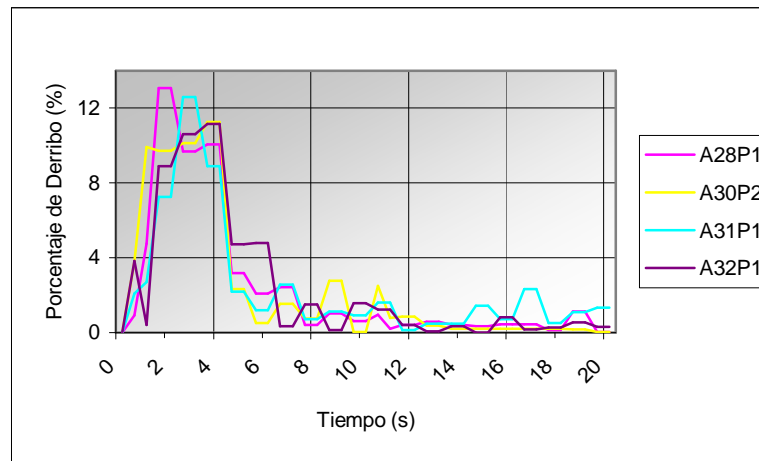
**Figura 33. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 5 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**



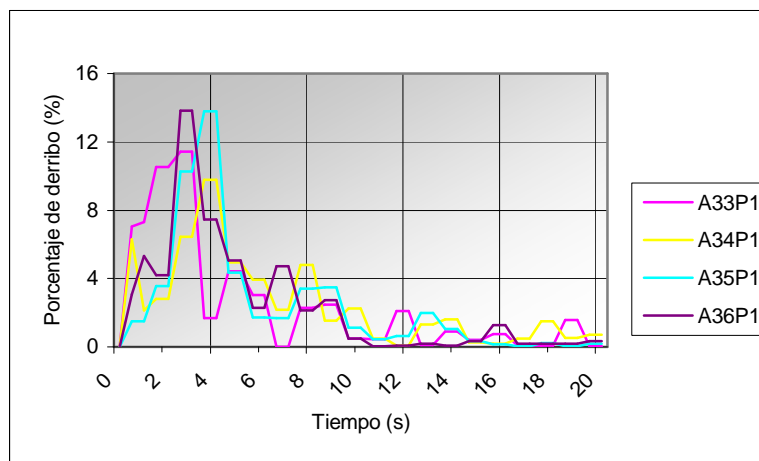
**Figura 34. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 6 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**



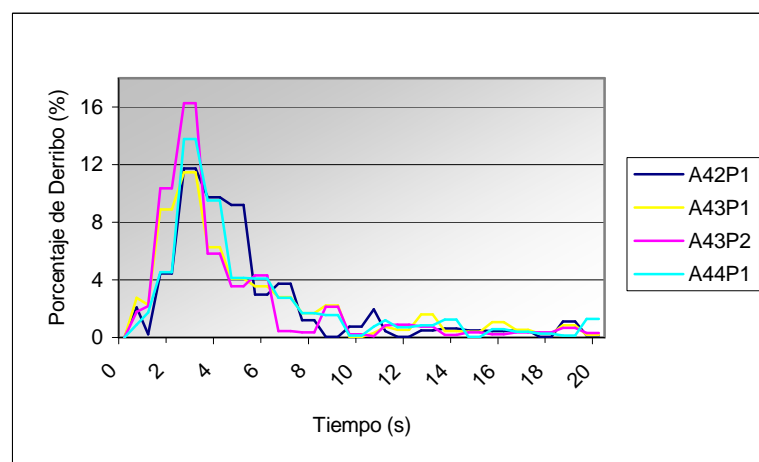
**Figura 35. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 19 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**



**Figura 36. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 20 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**



**Figura 37. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 13 de Diciembre de 2003, vibración de 20 s.**



**Figura 38. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Picual”, 15 de Diciembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

### 2.3.2. Ensayos de la variedad “Hojiblanca”

**Tabla 23. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 13 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**

Tiempo	A15P1	A15P2	A17P1	A17P2	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	5.15	9.10	9.66	3.45	6.84
1	7.86	5.77	8.22	11.28	8.28
1.5	4.89	6.06	13.42	7.59	7.99
2	4.89	6.06	13.42	7.59	7.99
2.5	4.41	6.73	4.55	7.31	5.75
3	4.41	6.73	4.55	7.31	5.75
3.5	4.41	4.37	4.24	5.60	4.66
4	4.41	4.37	4.24	5.60	4.66
4.5	5.88	2.88	4.62	1.34	3.68
5	5.88	2.88	4.62	1.34	3.68
5.5	1.10	3.15	2.89	4.98	3.03
6	1.10	3.15	2.89	4.98	3.03
6.5	4.47	2.05	2.26	2.15	2.73
7	4.47	2.05	2.26	2.15	2.73
7.5	2.88	1.04	1.25	1.84	1.75
8	2.88	1.04	1.25	1.84	1.75
8.5	2.57	1.61	1.97	0.31	1.62
9	2.57	1.61	1.97	0.31	1.62
9.5	1.10	3.72	0.34	1.94	1.78
10	1.10	3.72	0.34	1.94	1.78
10.5	1.10	5.11	1.36	0.08	1.91
11	1.10	5.11	1.36	0.08	1.91
11.5	3.68	0.47	0.00	0.35	1.12
12	3.68	0.47	0.00	0.35	1.12
12.5	0.74	0.76	0.50	1.64	0.91
13	0.74	0.76	0.50	1.64	0.91
13.5	2.57	0.54	1.88	2.32	1.83
14	2.57	0.54	1.88	2.32	1.83
14.5	0.18	1.08	0.04	1.42	0.68
15	0.18	1.08	0.04	1.42	0.68
15.5	0.37	1.17	0.19	1.67	0.85
16	0.37	1.17	0.19	1.67	0.85
16.5	0.18	1.64	0.38	-0.04	0.54
17	0.18	1.64	0.38	-0.04	0.54
17.5	1.10	0.15	0.22	0.44	0.48
18	1.10	0.15	0.22	0.44	0.48
18.5	0.52	0.02	0.58	1.34	0.61
19	0.52	0.02	0.58	1.34	0.61
19.5	1.32	0.02	0.37	0.36	0.52
20	1.32	0.02	0.37	0.36	0.52

**Tabla 24. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 14 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**

Tiempo	A20P2	A21P1	A22P1	A23P1	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.77	3.18	9.56	4.44	4.49
1	1.15	4.92	8.43	4.66	4.79
1.5	3.38	5.23	6.67	10.27	6.39
2	3.38	5.23	6.67	10.27	6.39
2.5	6.75	8.50	6.30	6.01	6.89
3	6.75	8.50	6.30	6.01	6.89
3.5	5.91	5.80	0.62	6.47	4.70
4	5.91	5.80	0.62	6.47	4.70
4.5	7.53	1.76	0.45	3.69	3.36
5	7.53	1.76	0.45	3.69	3.36
5.5	4.48	3.62	2.29	3.86	3.56
6	4.48	3.62	2.29	3.86	3.56
6.5	3.07	3.02	1.36	3.65	2.77
7	3.07	3.02	1.36	3.65	2.77
7.5	1.02	4.97	4.07	0.39	2.61
8	1.02	4.97	4.07	0.39	2.61
8.5	6.04	1.53	1.44	2.07	2.77
9	6.04	1.53	1.44	2.07	2.77
9.5	3.80	2.40	5.42	1.80	3.36
10	3.80	2.40	5.42	1.80	3.36
10.5	0.67	0.73	6.01	0.54	1.99
11	0.67	-0.03	5.68	0.46	1.69
11.5	0.16	1.01	1.37	0.43	0.74
12	0.16	1.01	1.37	0.43	0.74
12.5	1.29	1.71	0.93	1.50	1.36
13	1.29	1.71	0.93	1.50	1.36
13.5	1.45	0.86	0.11	0.48	0.72
14	1.45	0.86	0.11	0.48	0.72
14.5	0.15	1.85	0.53	0.99	0.88
15	0.15	1.85	0.53	0.99	0.88
15.5	0.88	1.63	0.27	0.68	0.87
16	0.88	1.63	0.27	0.68	0.87
16.5	0.61	0.67	0.59	0.81	0.67
17	0.61	0.67	0.59	0.81	0.67
17.5	0.61	0.99	0.63	0.76	0.75
18	0.61	0.99	0.63	0.76	0.75
18.5	0.92	0.06	1.38	1.08	0.86
19	0.92	0.06	1.38	1.08	0.86
19.5	0.31	0.00	0.73	0.01	0.26
20	0.31	0.00	0.73	0.01	0.26

**Tabla 25. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 15 de Enero de 2004, vibración de 20 s.**

Tiempo	A45P2	A46P1	A46P2	A47P1	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	5.51	2.88	6.17	6.64	5.30
1	3.18	7.17	3.75	8.40	5.63
1.5	4.58	7.11	9.61	12.90	8.55
2	4.58	7.11	9.61	12.90	8.55
2.5	8.51	9.85	9.37	9.18	9.23
3	8.51	9.85	9.37	9.18	9.23
3.5	4.51	8.06	9.99	6.21	7.19
4	4.51	8.06	9.99	6.21	7.19
4.5	6.12	2.69	1.41	4.00	3.55
5	6.12	2.69	1.41	4.00	3.55
5.5	1.88	5.39	2.53	1.77	2.89
6	1.88	5.39	2.53	1.77	2.89
6.5	3.07	4.34	3.59	1.24	3.06
7	3.07	4.34	3.59	1.24	3.06
7.5	0.64	0.59	2.54	2.10	1.47
8	0.64	0.59	2.54	2.10	1.47
8.5	6.97	0.04	0.00	1.31	2.08
9	6.97	0.04	0.00	1.31	2.08
9.5	-0.09	0.47	1.37	0.43	0.55
10	-0.09	0.47	1.37	0.43	0.55
10.5	0.22	0.94	0.08	0.05	0.32
11	0.22	0.94	0.08	0.05	0.32
11.5	0.20	1.69	0.58	1.32	0.95
12	0.20	1.69	0.58	1.32	0.95
12.5	1.54	0.35	0.48	1.22	0.90
13	1.54	0.35	0.48	1.22	0.90
13.5	1.12	0.42	0.16	0.33	0.51
14	1.12	0.42	0.16	0.33	0.51
14.5	4.38	0.04	0.16	0.10	1.17
15	4.38	0.04	0.16	0.10	1.17
15.5	1.14	0.32	0.80	0.12	0.59
16	1.14	0.32	0.80	0.12	0.59
16.5	0.12	1.19	0.35	0.04	0.42
17	0.12	1.19	0.35	0.04	0.42
17.5	0.17	0.70	0.77	0.06	0.43
18	0.17	0.70	0.77	0.06	0.43
18.5	0.02	0.79	0.93	0.02	0.44
19	0.02	0.79	0.93	0.02	0.44
19.5	0.53	0.00	0.31	0.08	0.23
20	0.53	0.00	0.31	0.08	0.23



**Tabla 26. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 17 de Enero de 2004, vibración de (10+10) s.**

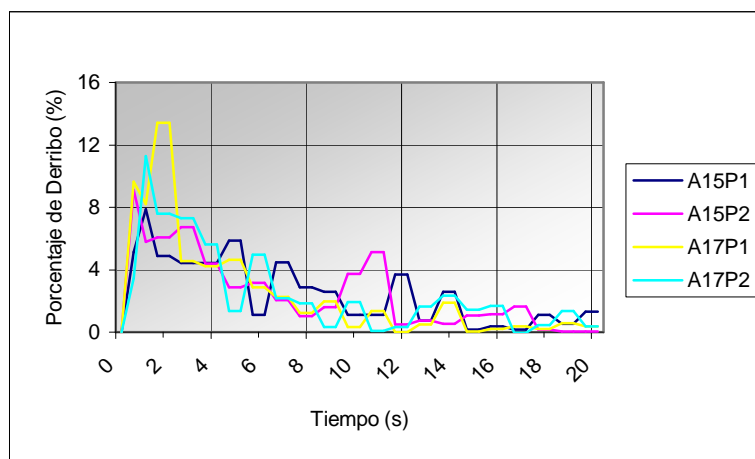
Tiempo	A48P1	A48P2	A49P2	A51P1	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	12.66	0.97	5.77	5.16	6.14
1	4.67	4.89	10.65	6.66	6.72
1.5	8.67	7.33	5.08	9.44	7.63
2	8.67	7.33	5.08	9.44	7.63
2.5	6.45	13.40	7.09	12.31	9.81
3	6.45	13.40	7.09	12.31	9.81
3.5	6.53	7.73	4.90	5.12	6.07
4	6.53	7.73	4.90	5.12	6.07
4.5	4.28	4.92	2.98	3.87	4.01
5	4.28	4.92	2.98	3.87	4.01
5.5	1.87	3.51	5.87	1.52	3.19
6	1.87	3.51	5.87	1.52	3.19
6.5	0.04	3.08	0.68	2.64	1.61
7	0.04	3.08	0.68	2.64	1.61
7.5	1.68	0.37	2.30	0.86	1.30
8	1.68	0.37	2.30	0.86	1.30
8.5	0.24	1.72	4.25	2.40	2.16
9	0.24	1.72	4.25	2.40	2.16
9.5	3.55	0.05	1.74	0.02	1.34
10	3.55	0.05	1.74	0.02	1.34
10.5	1.49	2.08	1.50	2.51	1.89
11	2.20	1.65	0.40	1.48	1.44
11.5	0.03	0.50	1.04	0.02	0.40
12	0.03	0.50	1.04	0.02	0.40
12.5	1.53	0.77	0.40	0.34	0.76
13	1.53	0.77	0.40	0.34	0.76
13.5	0.88	0.13	0.62	1.30	0.73
14	0.88	0.13	0.62	1.30	0.73
14.5	0.88	0.99	0.58	0.98	0.86
15	0.88	0.99	0.58	0.98	0.86
15.5	0.64	0.13	1.14	0.30	0.55
16	0.64	0.13	1.14	0.30	0.55
16.5	0.74	0.05	0.94	0.17	0.47
17	0.74	0.05	0.94	0.17	0.47
17.5	0.28	0.37	0.73	0.21	0.40
18	0.28	0.37	0.73	0.21	0.40
18.5	1.20	0.16	0.15	0.19	0.42
19	1.20	0.16	0.15	0.19	0.42
19.5	0.00	0.00	0.33	0.40	0.18
20	0.00	0.00	0.33	0.40	0.18

**Tabla 27. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 7 de Febrero de 2004, vibración de 20 s.**

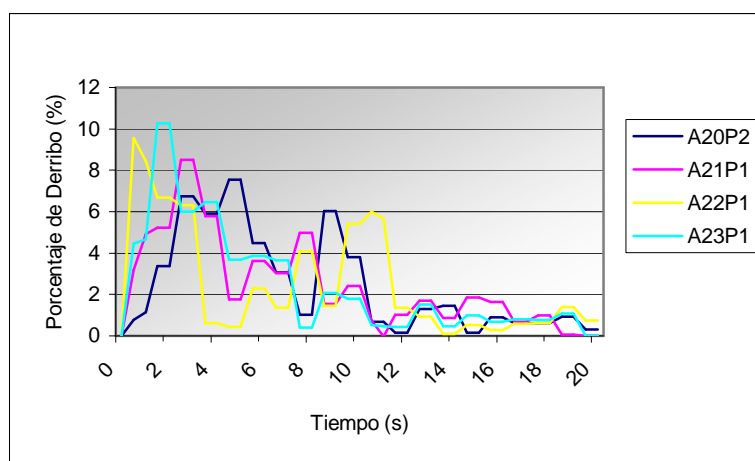
Tiempo	A53P1	A53P2	A53P4	A54P1	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	10.30	1.59	4.76	4.39	5.26
1	2.26	3.41	4.63	3.85	3.53
1.5	7.28	5.91	9.87	6.45	7.38
2	7.28	5.91	9.87	6.45	7.38
2.5	9.19	8.00	9.53	7.59	8.58
3	9.19	8.00	9.53	7.59	8.58
3.5	4.64	8.62	8.51	6.96	7.18
4	4.64	8.62	8.51	6.96	7.18
4.5	3.28	5.95	3.76	2.81	3.95
5	3.28	5.95	3.76	2.81	3.95
5.5	2.69	3.25	0.80	4.56	2.82
6	2.69	3.25	0.80	4.56	2.82
6.5	4.37	2.33	2.92	2.14	2.94
7	4.37	2.33	2.92	2.14	2.94
7.5	3.43	1.88	1.31	2.80	2.36
8	3.43	1.88	1.31	2.80	2.36
8.5	1.48	1.92	1.63	2.18	1.80
9	1.48	1.92	1.63	2.18	1.80
9.5	0.39	1.27	0.50	0.26	0.60
10	0.39	1.27	0.50	0.26	0.60
10.5	3.87	1.38	0.29	4.18	2.43
11	3.87	1.38	0.29	4.18	2.43
11.5	0.02	0.87	3.04	0.95	1.22
12	0.02	0.87	3.04	0.95	1.22
12.5	0.06	1.88	0.20	0.37	0.63
13	0.06	1.88	0.20	0.37	0.63
13.5	0.30	1.12	0.32	0.47	0.55
14	0.30	1.12	0.32	0.47	0.55
14.5	1.10	1.02	0.06	0.19	0.59
15	1.10	1.02	0.06	0.19	0.59
15.5	0.36	0.43	1.83	0.01	0.66
16	0.36	0.43	1.83	0.01	0.66
16.5	0.40	0.28	0.15	0.76	0.40
17	0.40	0.28	0.15	0.76	0.40
17.5	0.70	0.29	0.29	0.78	0.52
18	0.70	0.29	0.29	0.78	0.52
18.5	0.03	0.95	0.07	2.40	0.86
19	0.03	0.95	0.07	2.40	0.86
19.5	0.10	0.15	0.20	0.02	0.12
20	0.10	0.15	0.20	0.02	0.12

**Tabla 28. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 8 de Febrero de 2004, vibración de (10+10) s.**

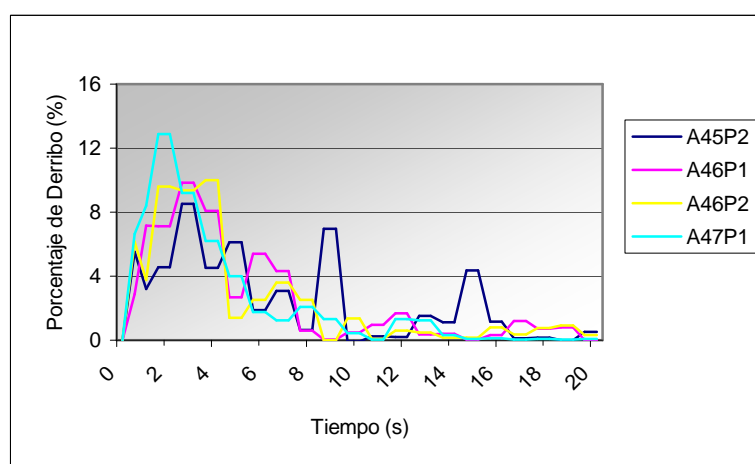
Tiempo	A55P1	A56P1	A57P1	A61P1	media
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.64	7.16	2.43	10.08	5.08
1	6.20	10.59	2.90	12.72	8.10
1.5	9.31	8.11	8.62	7.32	8.34
2	9.31	8.11	8.62	7.32	8.34
2.5	11.27	11.99	10.35	8.89	10.62
3	11.27	11.99	10.35	8.89	10.62
3.5	4.97	4.68	10.10	3.00	5.69
4	4.97	4.68	10.10	3.00	5.69
4.5	5.11	3.45	4.49	2.57	3.91
5	5.11	3.45	4.49	2.57	3.91
5.5	3.41	4.07	2.94	1.42	2.96
6	3.41	4.07	2.94	1.42	2.96
6.5	1.03	1.66	2.91	3.40	2.25
7	1.03	1.66	2.91	3.40	2.25
7.5	1.99	1.34	2.12	1.93	1.85
8	1.99	1.34	2.12	1.93	1.85
8.5	1.31	0.26	0.44	0.84	0.71
9	1.31	0.26	0.44	0.84	0.71
9.5	1.81	0.76	1.41	1.58	1.39
10	1.81	0.76	1.41	1.58	1.39
10.5	0.41	1.05	1.27	1.72	1.11
11	0.54	0.25	0.08	0.23	0.28
11.5	0.93	0.79	0.38	1.64	0.93
12	0.93	0.79	0.38	1.64	0.93
12.5	0.99	0.40	0.46	0.87	0.68
13	0.99	0.40	0.46	0.87	0.68
13.5	0.46	0.75	0.42	1.79	0.85
14	0.46	0.75	0.42	1.79	0.85
14.5	0.54	0.44	0.43	0.09	0.37
15	0.54	0.44	0.43	0.09	0.37
15.5	1.08	0.71	0.35	1.05	0.80
16	1.08	0.71	0.35	1.05	0.80
16.5	0.02	0.04	0.58	0.13	0.19
17	0.02	0.04	0.58	0.13	0.19
17.5	0.88	0.97	0.14	0.44	0.61
18	0.88	0.97	0.14	0.44	0.61
18.5	0.50	0.05	0.17	0.16	0.22
19	0.50	0.05	0.17	0.16	0.22
19.5	0.49	0.00	0.34	0.50	0.33
20	0.49	0.00	0.34	0.50	0.33



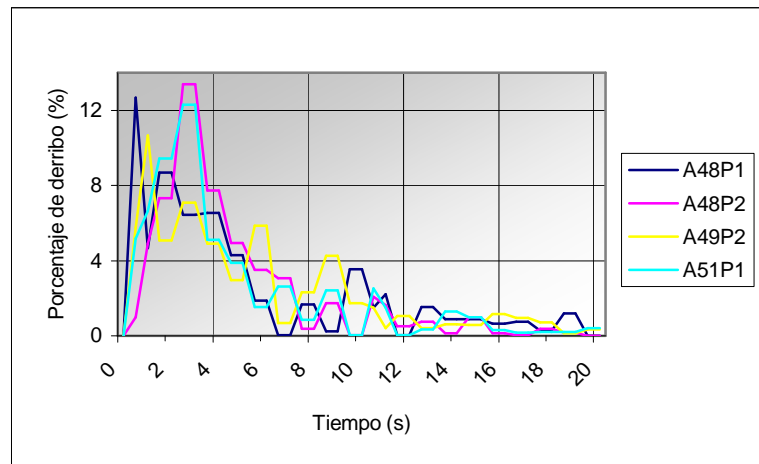
**Figura 39. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 13 de Noviembre de 2003, vibración de 20 s.**



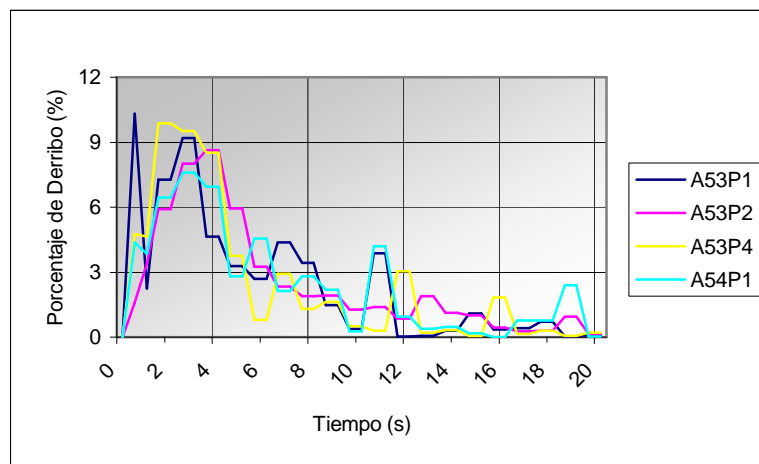
**Figura 40. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 14 de Noviembre de 2003, vibración de (10+10) s.**



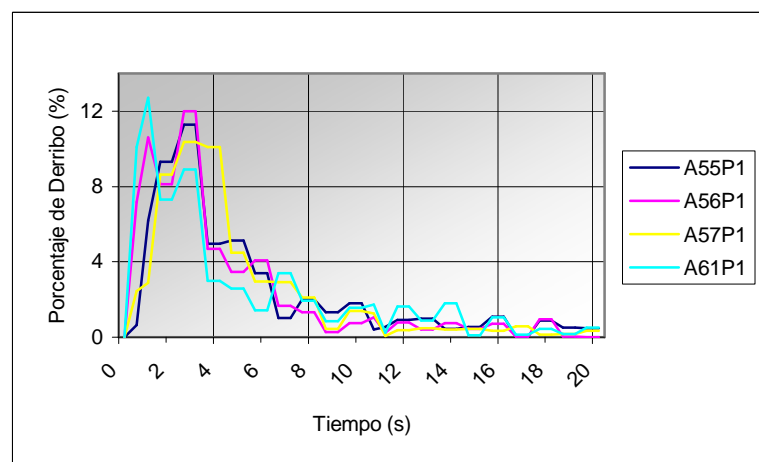
**Figura 41. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 15 de Enero de 2004, vibración de 20 s.**



**Figura 42. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 17 de Enero de 2004, vibración de (10+10) s.**



**Figura 43. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 7 de Febrero de 2004, vibración de 20 s.**



**Figura 44. Porcentaje instantáneo de derribo de aceituna, variedad “Hojiblanca”, 8 de Febrero de 2004, vibración de (10+10) s.**