

Manuales FIA de Apoyo a la
Formación de Recursos Humanos
para la Innovación Agraria

Producción de nueces de nogal



PARA PROFESIONALES Y TÉCNICOS DEL ÁREA AGROPECUARIA



GOBIERNO DE
CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

CHILE*NUT*

CHILE
POTENCIA ALIMENTARIA Y FORESTAL

Manuales FIA de Apoyo a la Formación de
Recursos Humanos para la Innovación Agraria

PARA PROFESIONALES Y TÉCNICOS DEL ÁREA AGROPECUARIA

Producción de nueces de nogal



MANUAL

Producción de nueces de nogal

Dirigido a profesionales y técnicos del área agropecuaria

Registro de Propiedad Intelectual N° 194.181

ISBN N° 978-956-328-062-3

Santiago, Chile
Agosto de 2010

AUTORES:

- **Gamaliel Lemus**, Ing. Agr. M.S., INIA – CRI La Platina
- **Antonio Ibacache**, Ing. Agr. M.S., INIA – CRI Intihuasi
- **Blancaluz Pinilla**, Ing. Agr. M.S., INIA – CRI La Platina
- **Fernando Riveros**, Ing. Agr. M.S., INIA – CRI Intihuasi
- **Gabriel Sellés**, Ing. Agr. Dr., INIA – CRI La Platina
- **Raúl Ferreira E.**, Ing. Agr. M.S., INIA – CRI La Platina
- **Leoncio Martínez**, Ing. Agr. Ph. D., INIA – CRI Intihuasi
- **Rafael Ruiz**, Ing. Agr. Dr., INIA – CRI La Platina
- **Carlos Sierra**, Ing. Agr. M.S., INIA – CRI Intihuasi
- **Vittorio Bianchini**, Ing. Agr., CHILENUT
- **Carlos Rojas**, Lic. en Agr., Asesor independiente
- **Gabino Reginato**, Ing. Agr. M.S., U. de Chile
- **Andrea Albornoz**, Ing. Agr., U. de Chile
- **Mario Marin**, Ing. Agr., Fedefruta
- **Bernardo Latorre**, Ing. Agr. M.S., U. Católica
- **Eduardo Gratacos**, Ing. Agr. M.S., U. Católica
- **Tania Zaviezo**, Ing. Agr. M.S., U. Católica
- **Guillermo Valdés**, Ing. Agr., CHILENUT
- **Juan Luis Vial**, Ing. Civil, CHILENUT

DISEÑO GRÁFICO
Guillermo Feuerhake

CORRECCIÓN DE TEXTOS
Óscar Aedo I.

IMPRESIÓN
Salviat Impresores

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida,
siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Prólogo	5
Introducción	7
<hr/>	
MÓDULO I. Variedades	
1. Variedades	9
1.1. Hartley	9
1.2. Serr.....	9
1.3. Franquette.....	10
1.4. Amigo	11
1.5. Chico	11
1.6. Tulare	11
1.7. Chandler	12
1.8. Sunland	12
1.9. Vina.....	12
1.10. Howard	13
1.11. Sexton.....	13
1.12. Gillet.....	13
1.13. Forde.....	14
1.14. Ivanhoe	14
Referencias	14
<hr/>	
MÓDULO II. Nutrición, fertilización y riego del nogal	
2. Nutrición y fertilización del nogal.....	15
2.1. Elementos esenciales.....	15
2.2. Nitrógeno	15
2.3. Fósforo	17
2.4. Potasio	18
2.5. Otros problemas nutricionales del nogal ...	19
3. Riego en nogales	21
3.1. Ciclo anual de crecimiento y su relación con el riego.....	21
3.2. Excesos de agua también son perjudiciales para el desarrollo del nogal	24
3.3. El suelo	25
3.4. Métodos de riego	27
3.5. Manejo del riego	31
Referencias	36
<hr/>	
MÓDULO III. Plagas y enfermedades del nogal	
4. Pudrición del cuello y de las raíces del nogal, <i>Phytophthora</i> Spp	37
4.1. Características del hongo	37
4.2. Síntomas.....	38
4.3. Epidemiología	38
4.4. Control	38
4.5. Curación de canchros	39
4.6. Aplicación de fungicidas	39
Referencias	39
5. Control de peste negra	40
5.1. Peste negra del nogal o tizón bacteriano...	40
5.2. Características de la enfermedad.....	40
5.3. Síntomas.....	40

5.4. Daño económico	41
5.5. Epidemiología	41
5.6. Ciclo de vida	42
5.7. Control	42
Referencias	43
6. Manejo integrado de plagas (MIP)	44
Referencias	44
7. Polillas	45
7.1. Polilla de la manzana (<i>Cydia pomonella</i>) ..	45
7.2. Polilla del algarrobo (<i>Spectrobatas</i> <i>ceratoniae</i> (= <i>Ectomyelois ceratoniae</i>))	47
Referencias	48
8. Arañitas	49
Referencias	50
9. Escama de San José (<i>Quadraspidiotus Perniciosus</i>)	51
Referencias	51

MÓDULO IV. Cosecha y postcosecha de nueces de nogal

10. Normas Chilenas de calidad para nueces con cáscara y sin cáscara	53
10.1. Requisitos para las nueces con cáscara-NCH 528 2000	53
10.2. Requisitos para las nueces con cáscara-NCH 529 2001	53
11. Parámetros que determinan el valor de las nueces	54
11.1. Nueces con cáscara	54
11.2. Nueces sin cáscara	54
12. Indicadores de cosecha	55
12.1. Madurez fisiológica	55
12.2. Madurez de cosecha	55
13. Cosecha	55
13.1. Planificación de la cosecha	55
13.2. Programación de la cosecha	55
13.3. Tipos de cosecha	56
14. Maduración, cosecha y calidad de la nuez	56
14.1. Efecto del clima	56
14.2. Diferencias varietales	56
14.3. Demora en comenzar la cosecha	57
14.4. Cosecha temprana con ethephon	57
14.5. Demora en la operación de cosecha	58
14.6. Secado de las nueces	59
14.7. Rancidez	59
Resumen	60
15. Postcosecha	60
16. Secado de Nueces	60
16.1. Tipos de secadores actualmente en uso ..	60
16.2. Principios de secado	62
Referencias	63

MÓDULO V. Evaluación fenológica del nogal

17. Evaluación fenológica del nogal	65
17.1. Período de brotación	67
17.2. Porcentaje de brotación	68
17.3. Distribución de las flores y brotes a lo largo de la ramilla	69
17.4. Período de floración femenina	70
17.5. Flores pistiladas y amentos liberando polen	71
17.6. Llenado de frutos	72
Referencias	72

MÓDULO VI. Poda del nogal

18. Poda y sistema de conducción	73
18.1. Poda de nogales	73
18.2. Tipos de dardos	74
18.3. Poda fina	74
18.4. Época de poda	74
19. Poda y sistema de conducción	75
19.1. ¿Por qué podar?	75
19.2. Poda invernal	75
19.3. Formación del árbol	76
19.4. Poda de producción	77
19.5. Poda de renovación	77
Referencias	77

MÓDULO VII. Poda de formación y sistemas de conducción en el nogal

20. Crecimiento vegetativo y poda de formación	79
20.1. Aspectos a considerar en la poda de formación	79
21. Sistemas de conducción	80
Referencias	81

MÓDULO VIII. Vivero y plantación

22. Vivero y plantación	83
22.1. Selección de las semillas	83
22.2. Estratificación	83
22.3. Selección del sitio del vivero	83
22.4. Siembra	84
22.5. Cuidados del patrón	84
22.6. Injertación	84
22.7. Arranque de las plantas	85
22.8. Otros injertos	85
Referencias	85

MÓDULO IX. Floración y polinización

23. Caída de flores femeninas en nogal	87
23.1. Pistillate Flower Abortion (PFA) o Aborto de Flores Pistiladas	87
23.2. Historia	88
23.3. Polen en huertos de Serr (resultados de experimentos en California)	88
23.4. Manejo del polen en huertos de Serr	89
23.5. Factores que determinan la presencia de polinizantes	91
23.6. PFA en otros cultivares	91
23.7. Origen de las variedades	91
23.8. Situación en Chile	93
23.9. Manejo del PFA	94
23.10. Retain	94
23.11. Desarrollo del fruto	95
24. Polinización y polinizantes	96
24.1. Conceptos generales	96
24.2. Factores que afectan la polinización y fecundación	96
24.3. Floración en nogal	96
24.4. Polinizantes en nogal	98
Referencias	100

Prólogo

En el esfuerzo permanente por fortalecer la agricultura del país como una actividad fundamental no sólo desde el punto de vista económico, sino también desde la perspectiva de un desarrollo territorial socialmente justo y ambientalmente sustentable, la innovación ha tomado una importancia creciente en las políticas sectoriales y en la gestión del Ministerio de Agricultura. En concordancia con ello, se han redoblado también los esfuerzos de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), en su objetivo de impulsar la innovación en las distintas actividades de la agricultura del país.

En este sentido, se ha entendido que el fortalecimiento de los procesos de innovación tecnológica requiere fortalecer también las capacidades de todas las personas que intervienen en dicho proceso. Así, la Fundación para la Innovación Agraria, a través de sus iniciativas de formación, ha orientado una parte de sus esfuerzos en financiar la ejecución de diversos cursos, para distintos públicos objetivos, en una amplitud de temas productivos vinculados con el sector.

Específicamente, durante el año 2006, FIA llevó a cabo la ejecución de cursos dirigidos a profesionales, técnicos, profesores de Liceos Técnicos Profesionales de especialidad agropecuaria, y representantes de la Agricultura Familiar Campesina. Como resultado de estos cursos se elaboraron diversos manuales en temas tan diversos como producción ovina, compostaje, elaboración de queso, producción de flores y manejo de agua en frutales.

La Fundación para la Innovación Agraria, consciente de la importancia que tiene para los actores del sector agrícola nacional, acceder a información de calidad sobre diversos temas, se propuso editar, publicar y distribuir los manuales elaborados en el marco de los cursos de formación realizados el año 2006.

Específicamente, los manuales que FIA pone a disposición de los actores del sector agrícola son los siguientes:

1. Manuales dirigidos a profesionales y técnicos:

- “Producción ovina: desde el suelo a la gestión”
- “Técnicas de Producción Hortícola en el sur de Chile”
- “Producción de nueces de nogal”

2. Manuales dirigidos a productores pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina:

- “Técnicas de Producción Hortícola en el sur de Chile”
- “Manejo de agua en frutales”
- “Utilización de leche de vaca, cabra y oveja en la pequeña empresa”
- “Elaboración de queso chanco en la pequeña empresa”
- “El compostaje y su utilización en agricultura”
- “Producción de flores cortadas, V Región”
- “Producción de flores cortadas, IX Región”

3. Manuales dirigidos a profesores de la enseñanza media técnico profesional de especialidad agropecuaria:

- “Manejo de agua en frutales”
- “Producción ovina”
- DVD complementario al manual de “Producción ovina”
- DVD “Metodología de la enseñanza de técnicas de elaboración de queso chanco”

Finalmente, es importante señalar que estos manuales estarán disponibles para consulta en cada uno de los Centros de Documentos que FIA tiene en el país, y que también será posible acceder a ellos a través del sitio web de la Fundación.

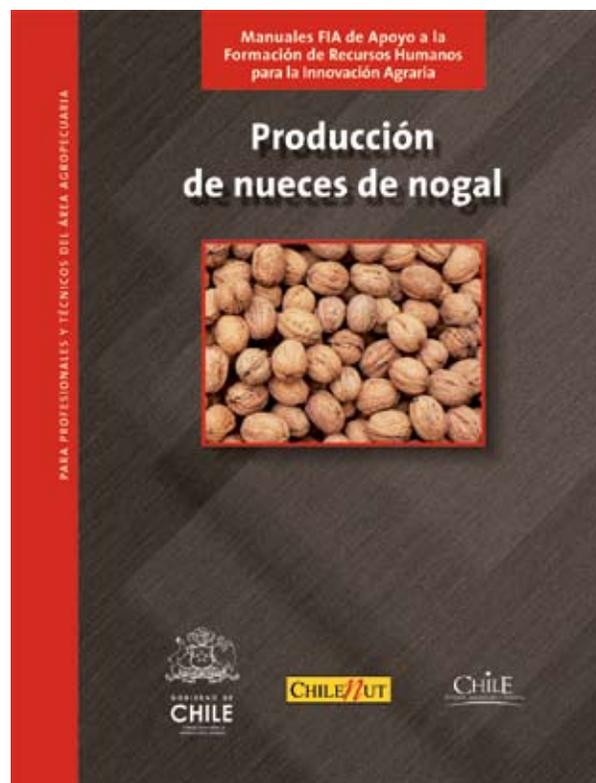
Introducción

El nogal es un frutal de antigua data en el mundo perteneciente al género *Juglans*, nombre que se originó a partir de los Romanos, quienes llamaron al fruto del nogal *Jovis glans* (la bellota de Júpiter). Actualmente se considera originario tanto de Asia, entre el Cáucaso y Turkestán, como de Europa, en épocas postglaciales, dadas las diferencias genéticas de ambos tipos de nuez.

La especie *Juglans regia* L., conocida vulgarmente como nogal común, persa o inglés, comenzó su domesticación en Persia y de ahí se llevó a Grecia, donde se le conoció como nuez persa o real (dado que fueron los reyes los que la introdujeron al imperio), para diferenciarla de algunos tipos silvestres. Desde Grecia pasó hasta China y también se distribuyó por Europa.

Llegó a Chile con los españoles, quienes cultivaban la llamada nuez portuguesa, que se diferenciaba de la francesa conocida como nuez de los Cárpatos. A la primera, hasta hoy se le conoce como “nuez Aconcagua” o “nuez chilena”. Esta comenzó a enviarse a California alrededor de 1770, junto con otros productos agrícolas que Chile vendía en la época de la fiebre del oro en California. Y durante la segunda mitad del siglo XIX, según registros de la Sociedad Nacional de Agricultura, Chile exportaba nueces a Perú, Estados Unidos, Uruguay, Argentina Brasil, Ecuador, Colombia e incluso a Europa.

En 1922, una comisión de connotadas personalidades se dirigió a Estados Unidos con el objetivo de informar a las autoridades de la realidad del comercio de la fruta en distintos Estados. A partir de este viaje surgió la necesidad de que Chile contara con variedades adecuadas. Posteriormente, a partir de una política de fomento a la fruticultura emprendida por los ministerios de Agricultura y Fomento y a tra-



vés del Decreto Número 2402 del 17 de agosto de 1928, se decide adquirir árboles frutales con el fin de ser propagados y vendidos a los agricultores. Esta iniciativa se concretó en 1929, con la introducción al país por parte del Departamento de Arboricultura del Ministerio de Agricultura, de nogales injertados desde California, donde destacaban los cultivares como Eureka, Mayette, Franquette y Payne's Seedling, que fueron plantados y estudiados desde 1935 a 1938 en la Estación Experimental de la Quinta Normal en Santiago. Los resultados fueron publicados en los boletines Números 19 y 20 del mismo departamento el año 1939 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las nueces de los cultivares importados por el Departamento de Fruticultura. Campo Experimental de Santiago, 1939.

Cultivar	Nº de Frutos/Kg.	Rendimiento de semilla (%)	Nueces extras color amarillo (%)	Nueces color amarillo (%)	Desecho, nueces negras y chupadas (%)
Eureka	76	47,7	27,3	17,1	3,3
Franquette	84	47,6	35,3	10,7	1,6
Payne's Seedling	93	51,6	32,6	13,4	5,6
Mayette	107	50,9	31,4	15	4,5

Fuente: Lemus, G; Valenzuela, J. y Lobato, A. 2001.

A partir de esta colección, el Ministerio de Agricultura de la época comenzó en 1936 a vender las nueces obtenidas en la Estación Experimental, a viveristas que se encargaron de su multiplicación. En 1928 ya se ofrecían para la venta los cultivares franceses Franquette y Mayette, en el catálogo de variedades del Vivero Santa Inés de Nos. Desde entonces los nucedales de semilla se identifican con el tipo de nuez, de acuerdo a su similitud morfológica con estos ancestros utilizados como fuentes de semillas.

En 1934, la revista "El Campesino" publicó un artículo sobre el porvenir de los nogales. En él se expone que a pesar de la demanda y el buen precio que obtienen las nueces sin cáscara en el mercado interno, esto no se refleja en el desarrollo de nuevas plantaciones. Dentro de las razones se encuentran los problemas sanitarios y la lenta entrada en producción de los huertos establecidos a partir de plantas provenientes de semillas. Esto por que si bien la técnica de la injertación ya se conocía, en Chile el porcentaje de prendimiento de los injertos era extremadamente bajo.

Esta situación comienza a cambiar a inicios de la década de los 70, con la importación de nuevos cultivares desde California por parte de la Universidad de Chile y de productores particulares, y posteriormente, con el perfeccionamiento de las técnicas de injertación, especialmente el desarrollo impulsado por el INIA desde fines de esa década.

Hacia fines de los años 80 comienza a cambiar la situación varietal y se empiezan a plantar huertos con cultivares injertados, principalmente de origen californiano, a una tasa promedio anual de 150 hectáreas. Los principales cultivares, en orden de importancia, son Serr, seguido de pequeñas superficies de Tehama, Hartley, Vina, Amigo, Chico, Pedro y SS Franquette.

Debido a la concepción actual del negocio frutícola, orientado principalmente a la exportación y a reducir los costos de producción, la elección del cultivar es una de las decisiones más importantes a las que se enfrentan los agricultores, para el éxito de la empresa.

Para realizar una correcta elección varietal, se deben conocer las características de cada cultivar, como por ejemplo, coincidencia de las floraciones entre cultivares, para una buena polinización en caso que sea necesario. Época de brotación, para evitar riesgos de heladas primaverales, etc. Por otra parte, las condiciones climáticas y de suelo juegan un rol fundamental, ya que el cultivar puede estar sujeto a variables tales como heladas primaverales u otoñales, sumatoria térmica durante la estación de crecimiento, presencia de neblinas, baja acumulación de frío invernal, o lluvias tardías en primavera o tempranas en otoño, y requerimientos de suelos profundos y bien drenados.

Otro aspecto a considerar es la calidad de la nuez, en factores tales como color de la semilla, la facilidad para abrir la nuez, buen sellado, y el porcentaje de pulpa o porción comestible.

Referencias

- Lemus, G; Valenzuela, J. y Lobato, A. 2001. Origen y botánica. pp. 9-23. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 pp.
- Gil, G. 1997. Las especies frutales: Clasificación Botánica. pp. 21-45. In: Gil, G. El Potencial Productivo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 342 pp.

MÓDULO I. Variedades

1. VARIEDADES

1.1. Hartley

Es una selección natural de semilla de parentesco francés (posiblemente Franquette x Mayette) seleccionada por el viverista William Hunter, quien plantó semillas en el huerto del productor John Hartley en el Valle de Napa, California, en 1892. La variedad ganó un premio en la feria mundial en 1915 y fue introducida finalmente como variedad en 1925 (Beede y Hasey, 1998).

Actualmente sigue siendo un cultivar muy popular en gran parte de California, aunque en términos de nueva superficie plantada ha sido sobrepasado en los últimos años por Chandler. El rendimiento en árboles adultos puede ser muy bueno, pero es menos precoz para entrar en producción que Chandler, debido a que tiene una baja fructificación lateral, que es la capacidad de producir fruto en el brote del año situado no sólo en posición apical, presentando sólo un 5 a 10% de yemas laterales fructíferas (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

La nuez es grande, con un 100% del calibre superior a 32 mm, ancha de base, chata - aplanada y de ápice puntiagudo. La cáscara es levemente coloreada, delgada y con un sellado medianamente bueno. La mariposa también es clara, con más de un 65% de Extra Light y está suelta dentro de la cáscara. Es de sabor mediano, y madura con el grupo de Mayette, antes que Franquette, posterior al 10 de abril en el Hemisferio sur (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001; Aletà 2002).

El árbol brota dos semanas después que Payne, mediados de octubre en el Hemisferio sur, es de gran tamaño y muy productivo. El área frutal es media. La floración masculina ocurre en los Tilos las últimas dos semanas de octubre, siendo un buen polinizante para 'Serr' y 'Vina'. La floración femenina es más tarde, entre la última semana de octubre y la primera de noviembre (Valenzuela *et al.*, 2001).

Su polinizador tradicional ha sido 'Franquette' o 'Sharch Franquette', lo que a menudo ha inducido una mayor tardanza en la entrada en producción, al ser estos polinizadores muy tardíos en la producción de flores masculinas. Actualmente se aconseja el uso de 'Fernette' (Aletà 2002).

En el Cuadro 1.1 se resumen las características de esta variedad.

CUADRO 1.1. Características de la variedad Hartley

Características del árbol		Características del fruto	
Vigor:	Moderado	Cosecha:	5 de abril (R.M., Chile)
Hábito de crecimiento:	Semi erecto.	Color:	90-95% categoría Light.
Época de floración:	10 de Oct. (R.M., Chile).	Forma:	Ancha y aplastada en la base con punta aguzada.
Polinizantes:	Amigo y Franquette	Nuez:	50% pulpa.
Producción:	Alta (5-10% laterales fructíferas).	Precocidad:	Medianamente precoz.

Fuente: www.chilenut.com

1.2. Serr

Originado en Davis, California por E. Serr y H-I. Forde, introducido en 1968. Corresponde a un cruzamiento de Payne y PI 159-568, realizado en 1958, y seleccionado en 1963. En California se describe que sus rendimientos son variables, pudiendo ser altos o bajos de acuerdo a la ubicación del huerto, y factores tales como la carga de polen y manejo de riego. Se ha descrito que los rendimientos no han sido buenos en el valle de Sacramento y en el norte del valle de San Joaquín, mientras que en la parte sur de éste, han sido regulares a buenos (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

Este cultivar ha exhibido una severa abscisión de flores femeninas, el exceso de polen proveniente de polinizantes como Tehama, Chico o el propio Serr, producen la abscisión de flores femeninas, y, por consiguiente, reducción de la producción. Serr es altamente susceptible a este fenómeno, también conocido como aborto de flores pistiladas (AFP), respondiendo a niveles de polen relativamente bajos, encontrándose que bastan 85 granos de polen por flor para que se produzca un 50% de AFP. Por esta razón, no se recomienda el uso de polinizantes para este cultivar e, incluso, se recomienda la remoción de amentos, mediante la sacudida de los árboles, justo cuando estos comienzan a alongarse. De esta forma

se ha logrado reducir el aborto de flores femeninas (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001). Otra herramienta para disminuir la caída de flores por exceso de polen es la aplicación del regulador de crecimiento AVG (aminoetoxivinilglicina) que inhibe la síntesis de etileno, ya que se ha demostrado que el aborto de flores pistiladas se debe a la gran cantidad de etileno liberada durante la germinación de múltiples tubos polínicos en el estilo de la flor (Lemus, 2005).

La nuez es grande, tipo Payne, de cáscara delgada, sellado medio a bueno, con semilla de buena calidad para nuez partida. El llenado es sobre 55%, de calidad muy buena, con 70 a 80% de mariposas clasificadas de color extra claro. El fruto es altamente resistente a la quemadura de sol. Es la primera en madurar en la estación (Valenzuela *et al.*, 2001).

El árbol es muy vigoroso. Cuando joven crece rápidamente. Es de brotación muy precoz, anterior al 30 de septiembre en el Hemisferio sur, brotando cinco días después que Payne. Produce un 55 a 60% de yemas laterales fructíferas. La floración masculina, que es abundante, ocurre desde la última semana de septiembre hasta la última de octubre (Aletà, 2002; Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

Ver un resumen de las características de esta variedad en el Cuadro 1.2.

CUADRO 1.2. Características de la variedad Serr

Características del árbol		Características del fruto	
Vigor:	Alto.	Cosecha:	1° de abril (R.M., Chile).
Hábito de crecimiento:	Semi abierto.	Calibre:	Grande (7,8 gramos de pulpa).
Época de floración:	5 de Sept. (R.M.-Chile).	Color:	70 a 80% categoría light.
Polinizantes:	No se recomiendan	Forma:	Ovalada y lisa.
Producción:	Muy Buena (4 a 6Ton/ha en Stgo. y V Región 60% laterales).	Nuez:	56 a 59% de pulpa
Portainjertos:	<i>J. regia</i> .	Vida post cosecha:	Buena
Precocidad:	Precoz.	Usos:	Exportación sin cáscara.

Observaciones: Buena adaptación de Graneros al Norte Chico.

Fuente: www.chilenut.com

1. 3. Franquette

Selección de California de árboles estándar de 'Franquette' (variedad francesa), sembrados en 1940. La selección denominada SS Franquette (Scharsch Franquette), por E.F. Serr, fue hecha en 1951 (Valenzuela *et al.*, 2001).

La fruta de alta calidad tiende a ser más pequeña que Franquette estándar, pero de mayor producción. Madura tarde con Franquette (posterior al 20 de abril en el Hemisferio sur), y es similar a ésta en las otras características del fruto y del árbol. La nuez es de buen sellado de cáscara, y el porcentaje de llenado es bajo, no superando el 47%. Presenta, casi exclusivamente, flores femeninas en yemas terminales, no superando el 5% en yemas laterales (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

Folia tarde, en primavera (octubre en el Hemisferio sur). Florece más tarde que otros cultivares y produce poco, porque el momento de emisión de polen de la flor femenina no coincide con la de otros cultivares (Valenzuela *et al.*, 2001). En Francia se han seleccionado dos polinizantes específicos para la variedad Franquette, 'Ronde de Montignac' y 'Meylannaise'. Aparte de su baja productividad, 1.500-2.500 kg/ha, tiene una maduración muy tardía, posterior al 20 de abril en el Hemisferio sur lo que puede ocasionar problemas en la cosecha en algunas de las zonas de producción (Aletà, 2002).

Las características de esta variedad se resumen en el Cuadro 1.3.

CUADRO 1.3. Características de Variedad Franquette

Características del árbol		Características del fruto	
Vigor:	Medio a alto.	Cosecha:	15 de abril (R.M.-Chile).
Hábito de crecimiento:	Erecto.	Calibre:	Medio a bajo (5,3 gramos de pulpa).
Época de floración:	5 de Oct. (R.M.-Chile).	Color:	60-70% categoría Extra light. El resto, al menos, Light.
Polinizantes:	Desconocidos.	Forma:	Ovalada.
Producción:	Media.	Nuez:	47% de pulpa.
Portainjertos:	<i>J. regia</i> .	Post-cosecha:	Buena.
Precocidad:	Precoz.	Usos:	Exportación sin cáscara.

Observaciones: Para condiciones de la 8ª a 9ª Región o zonas con heladas tardías.

Fuente: www.chilenut.com

1. 4. Amigo

Originado en Davis, California, a partir de un cruzamiento realizado en 1955 por E.F. Serr y H-I. Forde. Fue seleccionado en 1961 e introducido a Chile en 1968. Es un cruzamiento de Sharkey por Marchetti (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

El fruto es grande y redondo. El sellado de la cáscara es pobre en algunos años, el llenado de la mariposa es de 54% y de alta calidad. Madura temprano a media estación (Valenzuela *et al.*, 2001).

El árbol es muy productivo, produce muchos ramilletes de 4 nueces, y el 60 a 65% de las yemas laterales produce flores femeninas. Folia aproximadamente 14 días después que Payne, lo que hace un buen polinizante para 'Hartley', 'Midland', 'Pioneer', 'Tehama' y 'Pedro', (Valenzuela *et al.*, 2001).

En el Cuadro 1.4 se resumen las características de esta variedad.

CUADRO 1.4. Características de la variedad Amigo

Características del árbol	Características del fruto
Vigor: Medio.	Cosecha: 10 de abril (R.M., Chile).
Época de floración: 25 de Oct. (R.M., Chile).	Calibre: 33 mm diámetro.
Color: 80% categoría light.	Forma: Grande y redondo.
Producción: Alta (60 a 65% de yemas laterales con flores femeninas).	Nuez: 54% pulpa.

Precocidad: Madura de media estación a tarde.

Fuente: www.chilenut.com

1. 5. Chico

Originado en Davis, California, a partir de un cruzamiento realizado 1948, por E.F. Serr y H.I. Forde. Fue seleccionado en 1961 e introducido en 1968. Es un cruzamiento de Sharkey por Marchetti (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

La nuez es redonda, de 33 mm de perímetro, su sellado es de adecuado a bueno. La mariposa es de excelente calidad y levemente coloreada, con un llenado de 47%. Si se deja sin podar, produce una nuez de pequeño tamaño, porque el árbol tiene tendencia a la sobreproducción. En Chile madura temprano en la estación (Valenzuela *et al.*, 2001; ver Cuadro 1.5).

El árbol folia aproximadamente una semana después que Payne, es muy precoz, con un 90 a 100% de flores femeninas, en yemas laterales. En California,

este cultivar presenta dicogamia de tipo protogínea, por lo que las flores femeninas abren antes que las masculinas. Sin embargo, en Chile, no se ha comportado de igual forma, abriendo primero las flores masculinas, a partir de la última semana de septiembre, hasta la segunda de octubre, y la floración femenina se extiende desde la segunda hasta la última semana de octubre (Valenzuela *et al.*, 2001).

CUADRO 1.5. Características de la variedad Chico

Características del árbol	Características del fruto
Vigor: Bajo	Cosecha:
Hábito de crecimiento: Erecto	Calibre: 33 mm diámetro.
Época de floración: 25 Sep.- 25 Oct.	Color: 80% categoría Extra light.
Polinizantes: Serr o. Sunland	Nuez: 47% pulpa.

Producción: Alta (90 a 100 % de flores femeninas en yemas laterales).

Precocidad: Madura temprano a media estación.

Fuente: www.chilenut.com

1. 6. Tulare

Originado en Davis, California, a partir de un cruzamiento realizado en 1966. Fue patentado e introducido por la Universidad de California en 1993. Es un cruzamiento de 'Serr' por 'Tehama' (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

Es un cultivar altamente productivo, con 72% de flores femeninas, en yemas laterales. La foliación comienza aproximadamente 12 días después que 'Payne'. Las nueces son grandes, de buen sello y excelente color. El llenado de la nuez es del orden de 54% (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001; ver Cuadro 1.6).

El hábito de crecimiento es erecto, de moderado vigor, precoz en la entrada en producción; y de alto rendimiento. En California, se produce un buen traslape entre la floración masculina y femenina, en la mayoría de los años (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

CUADRO 1.6. Características de la variedad Tulare

Características del árbol	Características del fruto
Vigor: Moderado.	Color: 80% Ligth.
Hábito de crecimiento: Recto.	Nuez: 54% pulpa.

Polinizantes: No requiere.

Producción: Alta (72% de flores femeninas en yemas laterales).

Precocidad: Alta.

Fuente: www.chilenut.com

1. 7. Chandler

Originado en Davis, California, a partir de un cruzamiento realizado en 1963, por E. F. Serr y H.I. Forde. Fue patentado e introducido por la Universidad de California en 1979. Es un cruzamiento de 'Pedro' por la línea UC 56-224 (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

Es un cultivar altamente productivo, con cerca de 90% de las flores femeninas en yemas laterales. Es moderadamente vigoroso y semierecto. Las nueces son grandes, redondas, suaves, con cáscara algo blanda, por lo que no son buenas para la venta con cáscara, aunque, al parecer, este defecto tiende a desaparecer a medida que el árbol se hace adulto. La nuez se parte con facilidad, y algunos autores describen que resiste mejor el almacenamiento que otros cultivares. El porcentaje de llenado de la nuez es del 49% (Valenzuela *et al.*, 2001; ver Cuadro 1.7).

El comportamiento productivo es bueno, si cuenta con buenos polinizantes que se traslapen con la floración femenina. En los últimos años ha sido el cultivar más plantado en California, y en opinión de H.I. Forde, es el más importante de los cultivares introducidos a partir del Programa de Mejoramiento Genético de Nueces de la Universidad de California, probablemente por su facilidad al descascarado mecánico, base de la industria estadounidense. En Chile también se está plantando extensamente (Valenzuela *et al.*, 2001).

Su polinizador habitual en California era 'Franquette', posteriormente se seleccionó un polinizador específico, 'Cisco', sin embargo la excesiva susceptibilidad a bacteriosis de este último aconseja la utilización de 'Fernette' (Aletà 2002).

CUADRO 1.7. Características de la variedad Chandler

Características del árbol	Características del fruto
Vigor: Medio a bajo.	Cosecha: 15 de abril (R.M., Chile).
Hábito de crecimiento: Semierecto.	Calibre: Grande (6,5 gr de pulpa).
Época de floración: 20 de Sept. (R.M., Chile).	Color: 90 a 100% categoría light.
Polinizantes: Cisco, Ferror.	Forma: Ovalada y lisa.
Producción: Muy Buena (90% laterales fructíferas).	Nuez: 49% pulpa.
Portainjertos: <i>J. regia</i> .	Post-cosecha: Buena.
Precocidad: Precoz.	Usos: La mejor exportación sin cáscara.

Observaciones: Algunos extremos de la mariposa pueden presentar deshidratación.

Fuente: www.chilenut.com

1. 8. Sunland

Originado en Davis, California, a partir de un cruzamiento realizado en 1965, por E.F. Serr y H.I. Forde. Fue patentado e introducido en 1979. Es un cruzamiento de 'Lompoc' por PI 159568 (Valenzuela *et al.*, 2001).

Es un cultivar vigoroso, de brotación temprana con 80 a 90% de flores femeninas, en yemas laterales. El tamaño de las nueces es muy grande, con un llenado de 57%. La forma es larga y ovalada, con cáscara suave y excelente sello. La cosecha se realiza de media estación a tarde (ver Cuadro 1.8). No resiste altas temperaturas durante el verano (Valenzuela *et al.*, 2001).

CUADRO 1.8. Características de la variedad Sunland

Características del árbol	Características del fruto
Vigor: Medio.	Cosecha: 18 de abril (R.M., Chile).
Hábito de crecimiento: Abierto.	Calibre: Muy grande (10,4 gramos de pulpa).
Época de floración: 10 de Sept. (R.M., Chile)	Color: 85% calidad light, pero bajo en extralight.
Polinizantes: Serr, Vina	Forma: Larga, ovalada.
Producción: Alta (80-90% laterales fructíferas).	Nuez: 57% pulpa.
Portainjertos: <i>J. regia</i> .	Postcosecha: Buena.
Precocidad: Precoz.	Usos: Exportación en cáscara y sin cáscara.

Observaciones: No soporta altas temperaturas sin adecuado riego.

Fuente: www.chilenut.com

1. 9. Vina

Originado en Davis, California, a partir de un cruzamiento de 'Franquette' por 'Payne', realizado en 1948 por E.F. Serr y H.I. Forde. Fue seleccionado en 1955 e introducido en 1968. En opinión de H.I. Forde, este cultivar corresponde al mejor de los diez que introdujeron a Chile en 1968 (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

La nuez es puntiaguda, algo similar en forma a Hartley pero sin la base achatada. El sellado es bueno, la mariposa ligeramente coloreada, llena un 49% de la nuez, con un fruto de alta calidad. Madura desde temprano a media estación (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001).

El árbol es muy productivo y de producción pareja a través de los años. Folia aproximadamente una se-

mana después que 'Payne' y fundamentalmente en yemas laterales. Presenta 70 a 75% de flores femeninas en yemas laterales (Hendricks *et al.*, 1998; Valenzuela *et al.*, 2001, ver Cuadro 1.9).

CUADRO 1.9. Características de la variedad Vina

Características del árbol	Características del fruto
Vigor: Medio.	Cosecha: 5 de abril (R.M., Chile).
Hábito de crecimiento: Abierto.	Calibre: Medio (6,3 gramos de pulpa).
Época de floración: 20 de Sept. (R.M., Chile).	Color: 60 a 90% categoría light (poco extra light).
Polinizantes: Hartley, Tehama	Forma: Acorazonada.
Producción: Alta (70-75% fructificación lateral).	Nuez: 49% pulpa.
Portainjertos: <i>J. regia</i> .	Post-cosecha: Buena.
Precocidad: Muy precoz.	Usos: Exportación en cáscara.

Observaciones: Producción abundante y regular.

Fuente: www.chilenut.com

1. 10. Howard

Es producto del cruzamiento de 'Pedro' con línea UC 56-224. Es precoz en producir, con cerca de un 90% de yemas laterales fructíferas. Su brotación es tardía, 16 días después de Payne (Hendricks *et al.*, 1998).

La nuez es de tamaño medio a grande (6,6 g/semilla). La calidad de la semilla es excelente, con 90 a 95% de color claro, y un porcentaje de pulpa de 49% (Hendricks *et al.*, 1998). El árbol es de tamaño pequeño a mediano. Es semierecto, de vigor moderado (Hendricks *et al.*, 1998; ver Cuadro 1.10).

CUADRO 1.10. Características de la variedad Howard

Características del árbol	Características del fruto
Vigor: Medio.	Cosecha: 10 de abril (R.M., Chile).
Hábito de crecimiento: Semierecto.	Calibre: Medio a grande (6,3 g de pulpa).
Época de floración: 20 de Sept. (R.M., Chile).	Color: 90 a 95% categoría light.
Polinizantes: Cisco	Forma: Redonda y lisa.
Producción: Muy buena (90% fructificación lateral).	Nuez: 49% pulpa.
Portainjertos: <i>J. regia</i> .	Post-cosecha: Buena.
Precocidad: Muy precoz.	Usos: Exportación sin cáscara.

Observaciones: Requiere severa poda cada año.

Fuente: www.chilenut.com

Otras variedades californianas que han tenido su importancia son 'Pedro' y 'Chico', pero su gran susceptibilidad a bacteriosis ha relegado su uso a determinadas zonas productivas (Aletà, 2002).

Un grupo de cultivares franceses fue introducido a Chile en 1999, que podrían resultar interesantes para la zona sur, debido a que su brotación es bastante más tardía que los cultivares californianos. Entre estos se encuentran: 'Ferjean', 'Fernor', 'Fernette' y 'Lara' (Valenzuela *et al.*, 2001).

1.11 Sexton (UC90-31-10)

Su nombre se origina por uno de los creadores de la industria del nogal en California, Joseph Sexton, por el año 1868.

La variedad se caracteriza por elevados rendimientos de producción en árboles jóvenes y por una cosecha de a lo menos una semana más temprano que Chandler. Su brotación asimismo, se produce una semana antes que Chandler y presenta un reducido ataque de Peste Negra (*Xanthomonas Campestris*), un porcentaje cercano al 100% de fructificación en sus yemas laterales y una muy abundante producción de flores, tanto femeninas como masculinas.

Sexton posee una canopia relativamente densa, por lo que se hace necesaria una poda de formación en árboles jóvenes y un seguimiento estricto en la poda en los años posteriores. Los polinizantes más usados para esta variedad son Howard, Tulare y Chandler.

La nuez presenta características de relativa suavidad y exteriormente circulares, con un buen sellado y resistencia en su cáscara. Sus mariposas son fáciles de remover, un 80% color claro y extra claro, poseen un buen llenado superior al 50% y un peso unitario de semilla de 8,6 gramos.

En general presenta características para plantación en alta densidad y su hábito de crecimiento es de vigor moderado.

1.12 Gillet (UC95-22-26)

Su primer cruzamiento se realiza durante el año 1995. La variedad posee altos rendimientos en árboles jóvenes y una cosecha 10-20 días antes que Chandler y su brotación alrededor de 7 a 10 días previo a Chandler.

Variedad protágena, con un 100% de fructificación lateral y un muy bajo índice de peste negra. Presenta un alto vigor y como polinizantes se utilizan Paine, Vina, Serr y Sexton.

Sus nueces son algo más rectangulares que Sexton aunque de similar sellado y rigidez en sus cáscaras; su mariposa es fácil de remover, tiene un buen porcentaje de llenado superior al 50%, presenta colores Light o mejor en un 90% y un peso de mariposa aproximado de 8,0 gramos. Su sellado es relativamente débil. Habito de crecimiento: Muy vigoroso.

1.13 Forde (UC95-26-37)

Esta variedad presenta muy buenos rendimientos en árboles jóvenes y su cosecha es en fecha similar a Chandler. La brotación de Forde se produce cinco días antes que Chandler y su fructificación en yemas laterales es de un 100%. Variedad protagena y sus polinizantes óptimos son Paine, Serr, Vina y Sexton. Sus nueces son ovaladas, de textura media, colores claro y extra claro, un llenado de 53% , un peso aproximado de 8,6 gramos y un 90% de colores Light o mejor.

Habito de crecimiento: Moderadamente vigorosa.

1.14 Ivanhoe

Ultima variedad liberada por la Universidad de California. Presenta una brotación similar a Serr y una cosecha promedio de 4 días previos a Serr. Colores claros en un 90% y excelente producción. Su rendimiento de pepa es aproximadamente de 57% y el peso de semilla de 7,6 gramos. Variedad de alta producción pero muy susceptible a Peste Negra.

Habito de crecimiento: Poco vigor y árbol de pequeña estatura.

Referencias

Aletà, N. 2002. La mejora genética en la especie *J. regia*. La elección varietal. Presentación realizada en el encuentro "Frutales de nuez: mercado y tecnología", organizado por FIA y desarrollado en Stgo. El 9 de enero de 2002.

Beede, R. and ACEI, J. 1998. The history of the walnut in California. pp. 8-15. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.

Hendricks, L.; Coates, W.; Elkins, R.; McGranahan, G.; Phillips, H.; Ramos, D.; Reil, W. and Snyder, R. 1998. Selection of varieties. pp.84-89. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.

Lemus, G. 2005. Control de la caída de flores en nogal Serr. Tierra adentro, julio-agosto, N° 63: 18-21.

Valenzuela, J.; Lobato, A. y Lemus, G. 2001. Cultivos. Pp: 41-51. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.

MÓDULO II. **Nutrición, fertilización y riego del nogal**

2. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DEL NOGAL¹

¿Qué aplicar?, ¿cuánto aplicar?, ¿cuándo aplicar? y ¿cómo aplicar? En cuanto a la primera interrogante, nos vamos a centrar en aquellos elementos más problemáticos. Para responder la segunda pregunta, el criterio principal es haber evaluado cuánto extrae una cosecha (nueces, poda, etc.). La tercera pregunta está menos estudiada en Chile para el caso del nogal, principalmente hay información californiana y sudafricana. La tercera interrogante es más práctica, se refiere a la tecnología de aplicación que es bastante común para todas las especies.

2.1. Elementos esenciales

El 90 a 92% del peso seco total de un árbol es carbohidratos (componentes de la estructura del árbol, Cuadro 2.1). En cuanto al resto de los elementos que serían el 8% del peso total del árbol, nos vamos a referir solamente a aquellos que son problema.

CUADRO 2.1². **Elementos esenciales que componen la mayor parte del peso seco del árbol**

Elementos	%	Origen
C	Representan	CO ₂ – Fotosíntesis
H	el 90-92% del	Agua
O	peso seco total	

En cuanto a los macroelementos, el déficit de N aparece como muy común aunque la gente generalmente aplica N, la deficiencia por lo general aparece en el 30-40% de los casos. Su exceso es poco común. El K y Mg se presentan comúnmente deficientes (Cuadro 2.2).

CUADRO 2.2². **Presencia de déficit y exceso de macroelementos en nogal**

Elemento	Déficit	Exceso
N	Muy común	Poco común
P	Raro	No
K	Común	No
Ca	No	No
Mg	Común	No
S	No	No

Dentro de los microelementos, en el nogal el déficit de Zn es el más común de todos (Cuadro 2.3).

CUADRO 2.3². **Presencia de déficit y exceso de microelementos en nogal**

Elemento	Déficit	Exceso
Mn	Poco común	Raro
Zn	Muy común	No
Cu	No	Común
Fe	Poco común	No
Mo	No	No
Cl	No	Común
B	Poco común	Raro

2.2. Nitrógeno

Al estudiar la extracción de nitrógeno de un huerto ubicado en Buin, cuya producción es de 3.500 kg/ha, se encontró lo siguiente (Cuadro 2.4):

CUADRO 2.4². **Extracción de N por los diferentes componentes producidos por un huerto de nogal**

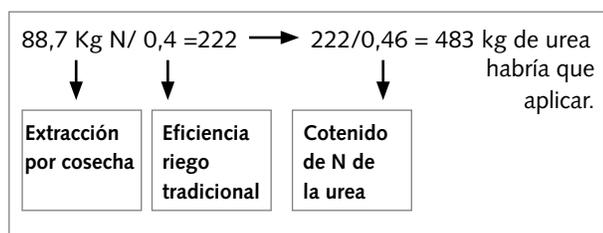
Componente	Extracción (kg de N)
Mariposa	56,2
Cáscara	3,5
Poda	14
Hojas	15
Total	88,7

El total extraído por la cosecha (88,7 kg N) es lo que debe estar dentro del árbol. Para conseguir esto se debe suministrar mucho más ya que, independiente de la forma de aplicación, siempre hay pérdidas (riego, volatilización, etc.). Se han medido las pérdidas de N con N marcado en duraznero y uva de mesa y se ha encontrado que la eficiencia de aplicación es baja, no es más de un 40% en riego tradicional (en riego por goteo es 75% según los libros, pero es un poco más ineficiente por la lixiviación). Por lo que del 100% que aplicamos solo el 40% llega al árbol, en el caso del riego tradicional. Además, si aplicamos urea, esta contiene un 46% de N. Entonces, a modo de ejemplo, el cálculo que se debiera realizar para llegar a una **aproximación** (luego esta dosis se va afinando de acuerdo a los análisis foliares que se realizan en

¹ Transcripción de presentación efectuada por Rafael Ruiz S. Ing. Agrónomo, Dr. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", Santiago, 6 de octubre de 2004.

² Cuadros y figuras reproducidos a partir de la presentación realizada por Rafael Ruiz S. Ing. Agrónomo, Dr. INIA La Platina, en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", Santiago, 6 de octubre de 2004.

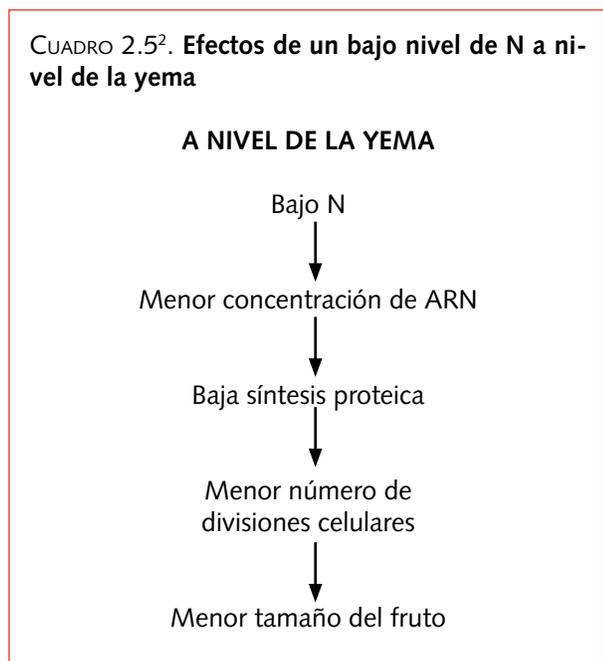
enero, etc.) de cuánto N debiéramos aplicar en este huerto es el siguiente:



Para definir los momentos de aplicación es preciso conocer:

- Dinámica del N al interior del árbol.
- Prácticamente todo el crecimiento primaveral inicial viene de reservas (Exp. N15).

El evento **floración-cuaja** requiere alta concentración localizada de N en sitios estratégicos como dardos y yemas (Cuadro 2.5).



Al comparar la concentración de N en un fruto recién cuajado y a la cosecha, se obtuvo que el primero tiene una gran concentración de este elemento; 3,38%, y el fruto a la cosecha tiene un 1,71% de N. Esto demuestra la gran necesidad de N por el fruto al momento de la cuaja, para poder sustentar las divisiones celulares que tienen lugar en ese momento.

Época de aplicación

- El grueso del requerimiento de N necesario para el **desarrollo vegetativo y reproductivo primaveral** se produce en base al **N de reserva**.

- El N de reserva se construye en la temporada anterior por movilización desde las hojas a fines de verano, hacia yemas, ramas, troncos y raíces.

En nogal la aplicación de N en cosecha es muy tarde porque en ese momento la actividad vegetativa está disminuida. Por lo tanto, se debe aplicar antes de cosecha para acumular reservas.

Las aplicaciones foliares son solo un complemento. En manzano la aplicación foliar de N es para el control de venturia, no es una estrategia de fertilización.

Al estudiar la reserva de N en el nogal, expresada como niveles de arginina en los distintos órganos de esta especie en receso, se observó que en donde más se acumula es en los dardos (Cuadro 2.6).

CUADRO 2.6². Reserva de nitrógeno expresada en mg de arginina/g de órgano, en los distintos órganos del nogal en estado de receso

Estructura	Reserva de N (mg de arginina / g de órgano)
Yemas	22,8
Madera	49,7
Dardo	69,5
Raíces	25,7

En cuanto a los niveles de carbohidratos de reserva en diferentes órganos del nogal en receso (julio) se observa (Cuadro 2.7):

CUADRO 2.7². Reserva de carbohidratos en diferentes órganos del nogal en receso

Estructura	Reserva carbohidratos (% almidón (amilasa + amilopectina))
Raíces	10,96
Dardo	4,11
Madera	5,4
Yemas	3,53

Las raíces son el principal órgano de reserva de carbohidratos. Numerosos estudios han mostrado una relación entre el nivel de reservas de carbohidratos y la conducta añera del nogal en productividad.

Ensayos recientes sobre el nivel de arginina en raíces (julio) en huertos de alta y de baja producción de vid sultanina han mostrado:

- 22-45 mg/g arginina en huertos de alto vigor y producción
- 3-16 mg/g arginina en huertos de bajo vigor y producción

A pesar de que el nivel de arginina es más bajo en

la raíz, esta última es más indicativa que el nivel de arginina en dardos.

Por otra parte, en **nogal**, el período de floración – cuaja es simultáneo con el inicio del crecimiento vegetativo, existiendo una **competencia** por N y otros nutrientes (P, K).

En nogal Serr, los californianos han determinado que la baja cuaja está relacionada con la escasez de N, producto de la competencia entre el desarrollo vegetativo y reproductivo, siendo el vegetativo un sumidero más poderoso que la parte reproductiva.

- Existe una nula o muy baja eficiencia de las aplicaciones tradicionales de inicio de primavera, invernales u otoñales. Esto porque a inicios de primavera el árbol utiliza las reservas; en invierno las aplicaciones se pierden por lluvias; y en otoño hay una baja actividad de absorción de agua por la planta.
- Épocas eficientes de aplicación:
 - a) Fines de octubre, mediados de noviembre, mediados de diciembre
 - b) Fines de verano, inicio otoño: se puede aplicar antes de cosecha (marzo), en esta época el nogal aún está activo vegetativamente, entonces, el N aplicado es absorbido y dirigido a las reservas. En nodedales jóvenes, con gran crecimiento vegetativo, esta aplicación puede tener problemas al promover más el crecimiento vegetativo, con el peligro de que se presente una helada, por lo cual en este caso se debiera parcializar más esta aplicación.

Efectos del déficit de N

- Amarillez o palidez del follaje (en nogal no es muy evidente) unido a poco crecimiento del brote.
- Fruta chica, llenado pobre, más precoz.
- Aumento del porcentaje de frutos con golpe de sol y nuez seca.
- Mala cuaja al año siguiente.

En nogal es difícil notar visualmente el déficit de N, pero si el análisis foliar realizado en enero detecta deficiencia se debe aplicar en marzo, después de la cosecha. Actualmente hay una máquina que mide clorofila y con ella se puede saber si hay deficiencia.

Efectos del exceso de N

- Follaje verde intenso, con gran tamaño de hojas
- Gran crecimiento de brotes

- Áreas interiores sombreadas con muy baja fructificación en dardos
- Reacción de achuponamiento intenso al podar
- Fruta de mayor tamaño, más tardías, pero baja cosecha

Cómo aplicar los fertilizantes nitrogenados

- Los fertilizantes nitrogenados son muy solubles y se pueden aplicar incorporándolos, aprovechando una labor de suelo, o
- Agregarlos al fondo del 1º o 2º surco de riego, en un tramo de 1,5 a 2 m, frente a los árboles **antes** del riego. En riego por microaspersión aplicar el N disuelto en el agua es óptimo.
- Experimentos del INIA demuestran que para efectos prácticos en cultivos establecidos mediante riego por surco no hay arrastre, predomina el movimiento de infiltración.
- En relación a la incorporación de prácticas BPA es conveniente una mayor parcialización (3 o 4 veces), centradas en las épocas indicadas, con el fin de minimizar las pérdidas por lixiviación.
- Asimismo, es conveniente que la etapa inicial del riego sea con caudal reducido.

2.3. Fósforo

- Déficit no es común pero aparece cada vez con más frecuencia en suelos bajos en P, y/o
- Asociado a daños en el sistema radicular y en general a sistema radicular pobre.

A diferencia del N que se disuelve y se mueve con el agua, los fertilizantes fosfatados se mueven poco, por lo tanto la planta debe tener un sistema radicular rico para que pueda interceptar el P. Si el sistema radicular es pobre será difícil que capte P, creándose un círculo vicioso, ya que si la planta no tiene P, las raíces no crecen.

El fósforo tiene acciones relevantes en:

- Floración – cuajado
- Proliferación radicular (raíces de extensión)
- ATP y glucosa G-P proporcionan la energía para la división celular en los meristemas

Al comparar la concentración de P en un fruto recién cuajado y a la cosecha, se obtuvo un 0,39% de P en el primer caso y un 0,19% de P en el fruto cosechado. Por lo tanto el P debe estar disponible en el momento de la cuaja.

Al evaluar la extracción de P en un huerto de nogales cuya producción es 3.500 kg/ha se obtuvo (Cuadro 2.8):

CUADRO 2.8². **Extracción de P por los diferentes componentes producidos por un huerto de nogal**

Componente	Extracción (kg de P)
Mariposa	6,4
Cáscara	0,2
Poda	1,0
Hojas	1,5
Total	9,1

Aplicación de Fósforo

- La aplicación de P se debe realizar al inicio de los "peaks" radiculares o inmediatamente antes del inicio de ellos. Son 2 "peaks":
 - Septiembre-octubre según zona, y/o
 - Febrero-marzo
- Fuentes: las más móviles en suelos alcalinos y/o calcáreos
 - MAP (10-50-0): granulado para uso convencional
 - MAP (s) (12-60-0): para microaspersión o goteo
 - Ácido fosfórico (54-62% P_2O_5): para microaspersión o goteo.
 - Fertilizantes complejos que los contengan: en este caso se debe preguntar a los vendedores qué forma de P trae el producto, ya que generalmente, para abaratar los costos, traen DAP (fosfato diamónico) cuya movilidad en suelos alcalinos, calcáreos, es muy baja.

2.4. Potasio

El potasio tiene acciones relevantes en:

- Abertura estomática y control hídrico interno
- Presión, turgencia y flujo de agua al interior del fruto

En nogal, el déficit de K leve apenas se nota, se ve un encarrujamiento de las hojas. Un déficit más agudo se confunde con estrés hídrico y problemas de sales (cloruros); se ve la hoja encarrujada y con la punta seca.

Al comparar la concentración de K en un fruto recién cuajado y a la cosecha, en el primero fue 2,0% y a la cosecha 0,29%.

Déficit de K

- Se presenta en suelos arenosos y suelos franco arcillosos de alta retención de K, o en suelos nivelados ya que el K se acumula en la capa superficial del suelo

- Otros factores:
 - Déficit hídrico
 - Problemática de permeabilidad y/o drenaje (el K requiere oxígeno para absorberse)
 - Sobrelaboreo en suelos delgados
 - Patógenos e insectos de sistema radicular

Al evaluar la extracción de K en un huerto de nogales cuya producción fue de 3.500 kg/ha, se obtuvo lo siguiente (Cuadro 2.9):

CUADRO 2.9². **Extracción de K por los diferentes componentes producidos por un huerto de nogal**

Componente	Extracción
Mariposa	6,9
Cáscara	3,3
Poda	6,0
Hojas	10,0
Total	26,2

Dosis para corregir

- Está basada en información californiana
- Si el suelo es liviano; arenoso, areno franco, franco arenoso, las dosis correctivas son del orden de 150 kg de K_2O /ha
- Si el suelo es del tipo franco a franco arcilloso las dosis son mayores, del orden de 300 kg de K_2O /ha
- Si el suelo es de las texturas anteriores y es de alta fijación, se requiere de dosis muy altas, 600 kg de K_2O /ha
- Con posterioridad a la aplicación se requiere un chequeo vía análisis foliar

La estrategia más conveniente es llevar un registro de los análisis foliares y si se observa que el nivel de K se va acercando al nivel crítico, se debe aplicar. En análisis de K sirve más una muestra del subsuelo (30 cm de profundidad) que de la superficie.

En experiencias del Valle Aconcagua se ha visto que el fenómeno de fijación de K se incrementa en el tiempo.

Época de aplicación de K

Las épocas adecuadas son:

- Activa absorción (fines octubre, noviembre)
- Postcosecha

Forma de aplicación

Localizada, profundizando levemente el 1° o 2° surco de riego.

El K cristalizado es más soluble, se puede aplicar por

goteo. El K granulado es más probable que se mueva antes de solubilizarse.

Las aplicaciones foliares no corrigen el problema de déficit, son una ayuda.

Fuentes de K

- Nitrato de K (13-0-44)
- Sulfato de K (0-0-50)
- Muriato de K (0-0-60): se usa solo en suelos de buena permeabilidad para evitar la acumulación de cloruros

2.5. Otros problemas nutricionales del nogal

a) Deficiencia de Magnesio

- El nogal tiene especial sensibilidad al déficit de magnesio
- Déficit se presenta en:
 - Suelos nivelados
 - Suelos arenosos
 - Suelos arcillosos
- Síntoma: clorosis intervenal desde el ápice de la hoja, que avanza en forma de V invertida. Puede llegar a afectar la producción en casos extremos de déficit

Solución déficit de Mg

- A pesar de la baja extracción (5,7 kg/ha) la solución es difícil
- Nitrato de magnesio (1-2 kg/árbol) localizado en el surco e incorporado en riego. El sulfato de magnesio no ha resultado para corregir deficiencias en suelos de pH alcalino
- Aspersiones foliares (2-3) con pleno follaje, con nitrato de Mg al 0,1-0,2%

b) Calcio

La extracción es alta, sin embargo lo que se lleva la fruta es bajísimo y afortunadamente no existen grandes problemas con este elemento ya que es aportado por el agua de riego.

c) Microelementos

Hierro

- Déficit se ve en hojas nuevas.
- Consecuencia del pH del suelo y/o presencia de suelos calcáreos.

- Solución:
 - Acidificar
 - Quelatos de hierro

La deficiencia de hierro en nogales se ha visto asociado a excesos de Cu.

Zinc

- Muchos roles enzimáticos.
- Uno muy relevante en síntesis del ácido indolacético (AIA).
- Déficit se ve en hojas nuevas. El síntoma son hojas de tamaño pequeño y cloróticas.
- Consecuencia de pH alcalino y/o presencia de CaCO_3 , aplicación de guano de ave.
- Déficit de Zn en el subsuelo.

Corrección del déficit de Zn:

- Difícil por mala absorción de Zn en las hojas.
- Estrategia vía aspersiones foliares en primavera y postcosecha.
- Primavera: productos formulados específicos (ZinTrac, Nutraphos-Zn, quelatos-Zn). Experiencia californiana recomienda también sulfato de Zn al 0,1%.
Momento de aplicación: al comenzar a secarse el estigma de la flor pistilada. Repetir luego 2 a 3 veces más en primavera (noviembre-diciembre).
- Fines de verano o postcosecha:
 - Aplicar productos formulados con Zn o
 - Sulfato de Zn al 0,8% neutralizado con KOH al 0,015% (15 g/100L)

Boro

- No se conoce exactamente cómo actúa bioquímicamente, pero su déficit conduce a serios problemas productivos y calidad de la nuez.
- Boro es altamente inmóvil en el nogal, por lo que análisis foliar no es un buen indicador. En almendro hacen análisis del pelón para evaluar el nivel de boro. En nogal no se ha estudiado.
- Déficit produce problemas en el crecimiento del tubo polínico por lo que no hay fecundación y no hay cuaja. Si se produce la cuaja se obtienen mariposas deformadas.

Corrección deficiencia de Boro:

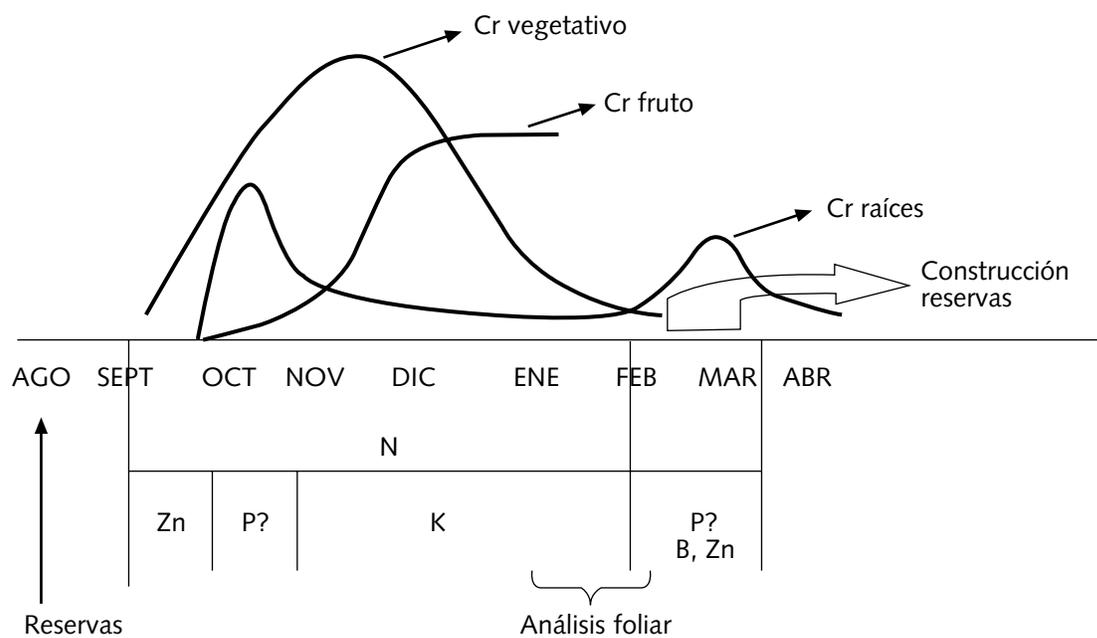
- A fines de verano o postcosecha aplicar ácido bórico al 0,1% o productos formulados (Bortrac, Solubor).



En el tema de fertilización se deben considerar los eventos fenológicos (Figura 2.1):

- Crecimiento vegetativo: con un “peak” entre noviembre y diciembre. Posteriormente también se presenta un crecimiento de verano.
- Crecimiento de raíces: presentan 2 “peak” (octubre-noviembre y marzo), en estos momentos es importante la presencia del fósforo.
- crecimiento del fruto: prácticamente el tamaño del fruto está definido a fines de diciembre. El potasio se debe aplicar de manera de cubrir el periodo de crecimiento del fruto.
- El nitrógeno se debe aplicar de manera parcializada entre mediados de primavera y postcosecha.
- El potasio se debe aplicar cubriendo el periodo de crecimiento del fruto
- El fósforo se debe aplicar en dos momentos que corresponden a los “peak” de crecimiento radicular.
- El zinc se aplica en primavera y postcosecha.
- El boro se aplica en postcosecha

Figura 2.1². Representación esquemática de estados fenológicos y la necesidad de fertilización



3. RIEGO EN NOGALES³

Regar implica responder tres preguntas básicas: ¿Cómo regar?, ¿cuándo regar?, ¿cuánto regar? La primera pregunta se refiere a qué sistema se va a ocupar para regar (tradicional, mecanizado). La segunda se refiere al momento de riego, a la frecuencia. La última, a qué cantidad de agua se va a aplicar.

3.1. Ciclo anual de crecimiento y su relación con el riego

3.1.1 Crecimiento de raíces

La base de todo desarrollo de una planta está en las características de su sistema radicular. Si el sistema radicular es sano, bien desarrollado, lo más probable es que la parte aérea de la planta también presente esa condición. Muchas veces la expresión vegetativa de las plantas es el reflejo del sistema radical. Un pobre desarrollo en el sistema radicular puede estar asociado a problemas de enfermedades de ésta, a suelos extremadamente compactados, a problemas de falta de aire en el suelo o a falta de agua. Muchas veces los problemas se deben más a problemas físicos del suelo (compactación) que a falta de agua. Por lo tanto, siempre debemos conocer las características físicas de nuestro suelo.

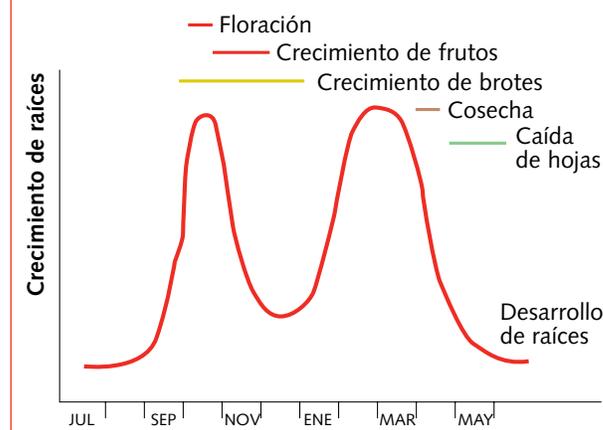
Las raíces del nogal tienen dos "peak", o dos períodos de crecimiento (Figura 3.1). El primero parte temprano en la primavera (septiembre), cuando comienza a aumentar la T° para disminuir cuando la fruta está en su máximo crecimiento. El segundo "peak" radicular es al final de la temporada. Esto indica que, aproximadamente, las raíces crecen cuando el resto del árbol no lo está haciendo.

El "peak" radicular de primavera puede estar sujeto a dos situaciones. Una es que la planta venga de un invierno seco y por lo tanto el suelo no tiene agua, y las raíces podrían comenzar su desarrollo en una condición de déficit hídrico, teniendo un menor desarrollo y por ende problemas para absorber agua, y el crecimiento vegetativo va a ser más lento. El otro extremo, es estar en presencia de un invierno lluvioso, donde hay mucha agua en el suelo. Si no sabemos detectar estas dos situaciones, podemos tomar una decisión equivocada de riego. En el segundo caso podríamos empezar a regar temprano en primavera,

provocando anoxia en el sistema radicular y por ende un menor desarrollo de las raíces.

El primer aspecto es saber cuándo inicio mi primer riego. Esta respuesta es bastante difícil de contestar si no se tienen los antecedentes de lluvias que se presentaron en invierno y si no se realiza una observación directa en el suelo para conocer las condiciones de humedad.

FIGURA 3.14. Representación esquemática del crecimiento de raíces del nogal. Conjuntamente se presenta el desarrollo de otros períodos fenológicos (Adaptada de Catlin, 1998).



Entonces, un punto importante es que en primavera (septiembre) se abran calicatas en el huerto para examinar el contenido de humedad en el suelo y hasta qué profundidad se encuentra. Porque efectivamente si hay problemas de déficit de agua, un riego en este período puede ser útil para el desarrollo de la planta. Pero si hay exceso de humedad y se riega, se provocará un fenómeno de anoxia, frenando el desarrollo radicular, lo que se reflejará en la parte aérea. En el caso de inviernos secos, en el que no hay posibilidades de lluvias en agosto, un riego invernal para dejar el suelo con condiciones de humedad adecuadas al crecimiento de raíces en primavera puede ser de gran utilidad.

Características del sistema radicular del nogal

- Las raíces del nogal son altamente sensibles a la falta de oxígeno en el suelo.
- Excesos de humedad desplazan el oxígeno (riegos muy frecuentes y napas altas).
- En suelos saturados las raíces mueren entre 1 a 3 días.

³ Transcripción de la presentación efectuada por Gabriel Sellès van S. Ing. Agrónomo, Dr. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 6 de octubre de 2004.

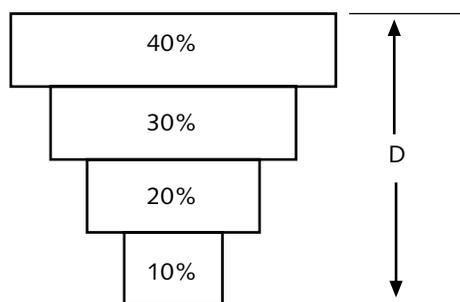
⁴ Cuadros y figuras reproducidos a partir de la presentación efectuada por Gabriel Selles van S. Ing. Agrónomo, Dr. INIA La Platina, en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", Santiago, 6 de octubre de 2004.

Distribución de raíces en profundidad

El nogal profundiza bastante su sistema radicular, se habla de 1,5 a 2 m dependiendo de las limitantes físicas que tenga el suelo.

En cualquier frutal el 70% de sus raíces está en el primer metro de profundidad (Figura 3.2). Por lo tanto debemos conocer qué pasa con la humedad en este primer metro de profundidad.

FIGURA 3.2⁴. Presentación esquemática de la distribución de raíces de un frutal (Sellés y Ferreyra, 2001)



En los nogales, al tener un sistema radicular muy profundo, se debe tener cuidado con los impedimentos físicos del suelo (toscas, compactación) y con el nivel freático. El nogal es más sensible al exceso de agua que a la falta de agua. Si el suelo tiene un estrato impermeable que no deja pasar el agua o hay presencia

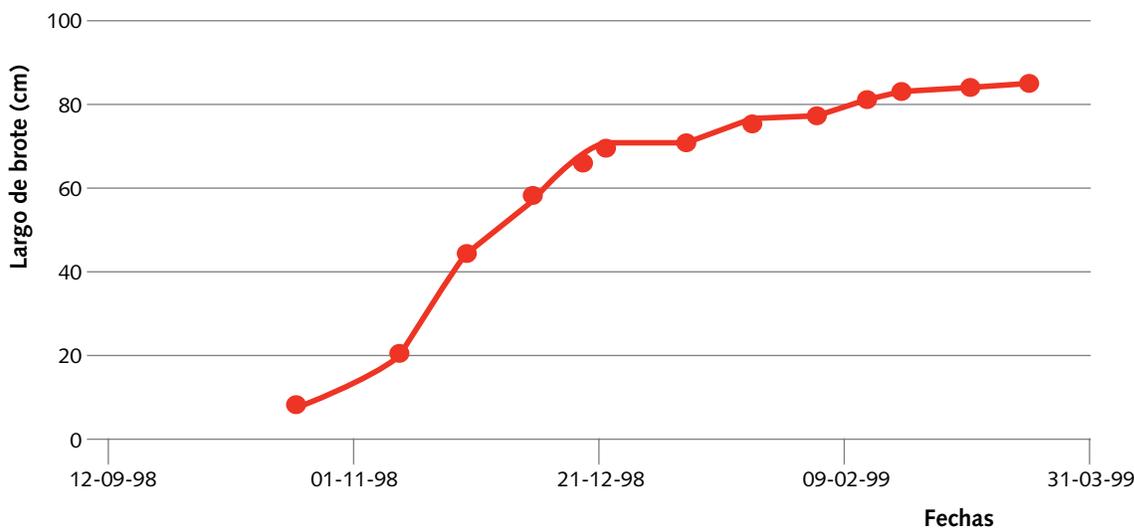
de un nivel freático permanente muy cercano a la superficie (0,8 a 1,2 m), vamos a tener problemas en el desarrollo del árbol. Entonces, estos aspectos se deben considerar previo a la plantación, por lo que es importante hacer calicatas para conocer la secuencia del perfil del suelo, para ver el estado de las raíces; por el color de las raíces se sabe si están sanas o no, las raíces sanas tienen un color blanco y las raíces sujetas a anoxia o enfermas van cambiando a un color rojizo hasta llegar a un color negro.

3.1.2 Crecimiento de brotes

Es otro aspecto que se debe tener en cuenta. Aproximadamente a fines de diciembre está prácticamente todo el crecimiento vegetativo ya realizado (Figura 3.3). Posteriormente, hasta marzo, lo que aumenta es el follaje de la planta. Entonces para tener un buen desarrollo de este crecimiento vegetativo en primavera hay que tener un equilibrio agua-aire en el suelo. En el crecimiento vegetativo de una temporada vamos a tener las flores la próxima temporada, por lo que mientras menor sea el crecimiento vegetativo van a existir menos puntos donde tener fruta la próxima temporada. También al tener un menor crecimiento vegetativo van a existir menos hojas, menos fotosíntesis y menos acumulación de hidratos de carbono y va a haber una mayor penetración directa de luz y por ende problemas de golpe de sol.

El crecimiento vegetativo a inicios de verano ya se cumplió y por lo tanto todo lo que pase con la disponibilidad de agua en la primavera va a ser determinante en los resultados de la temporada.

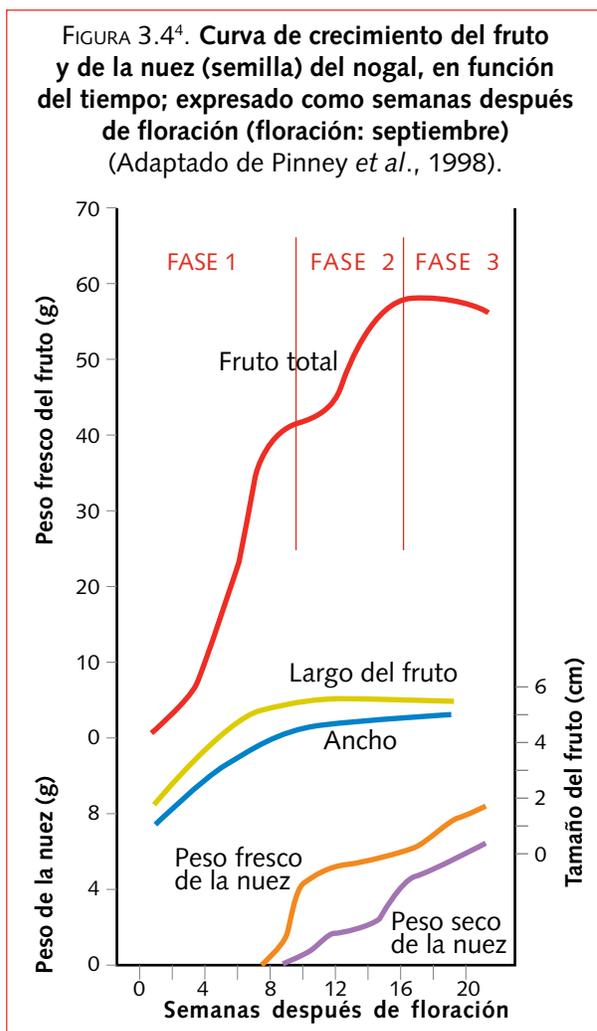
FIGURA 3.3⁴. Crecimiento de brotes (Sellés y Ferreyra, 2001)



3.1.3 Crecimiento del fruto

Prácticamente a las 8 semanas después de floración ya está definido el tamaño final de la nuez (Figura 3.4). Si en primavera hay problemas con los aportes de agua (déficit o exceso) van a tener efectos sobre el tamaño del fruto. Después de las 8 semanas lo único que hace el fruto es acumular materia seca para aumentar su peso, pero su tamaño ya quedó definido.

FIGURA 3.4⁴. Curva de crecimiento del fruto y de la nuez (semilla) del nogal, en función del tiempo; expresado como semanas después de floración (floración: septiembre) (Adaptado de Pinney *et al.*, 1998).

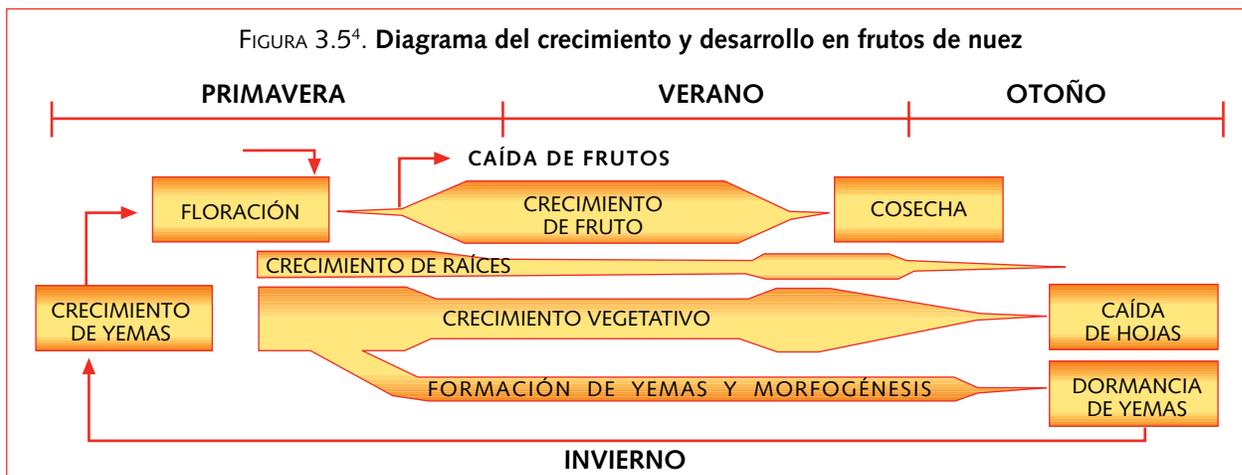


Hay que tener en cuenta sin embargo que lo que en materia de riego suceda un año, va a repercutir también en la siguiente temporada, ya que el proceso productivo es una cadena (Figura 3.5). Paralelo al desarrollo de la fruta del año está ocurriendo la formación de yemas para el año siguiente. Entonces si tenemos un problema de riego este año, dependiendo de la magnitud del problema, este nos podría acompañar al año siguiente. Por lo tanto es importante llevar un buen control de todas las prácticas que se realicen. Si año a año llevamos un manejo inadecuado de la plantación vamos a tener una situación en cadena que nos llevará a un decaimiento productivo de las plantas y una de las razones está asociada al riego.

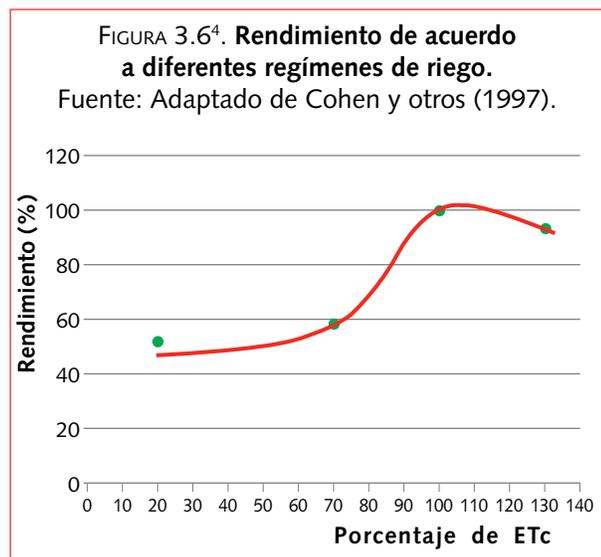
Entonces hay que preguntarse cuánto es lo que potencialmente se puede producir en la zona donde está el huerto. Si se riega poco se va a producir poco y si se riega en exceso también la producción será baja.

Revisando en la literatura sobre la relación existente entre el agua aplicada y la producción de los árboles (funciones de producción), se encontró que en España, Cataluña, hicieron experimentos de largo plazo, comparando el aporte de agua que se le daba a las plantas, representado como un porcentaje respecto a la evapotranspiración del cultivo (la máxima cantidad de agua que la planta puede extraer) (Figura 3.6). Fueron estableciendo regímenes de riego que aplicaron un 20, 70, 100 y 130% del máximo que la planta podía consumir (ETc), observando que si variaba entre un 20 y un 70% la producción era alrededor de un 55 a 60% del máximo que podría tener. La máxima producción la obtenían cuando le aplicaban a las plantas el agua que efectivamente ellas requerían (100%). Si aplicaban más agua tenían una caída en la producción. Por lo tanto si todo el manejo del huerto es adecuado (fertilizantes, control de plagas, poda, etc.) pero se está regando en forma deficiente, no se va a lograr el 100% del

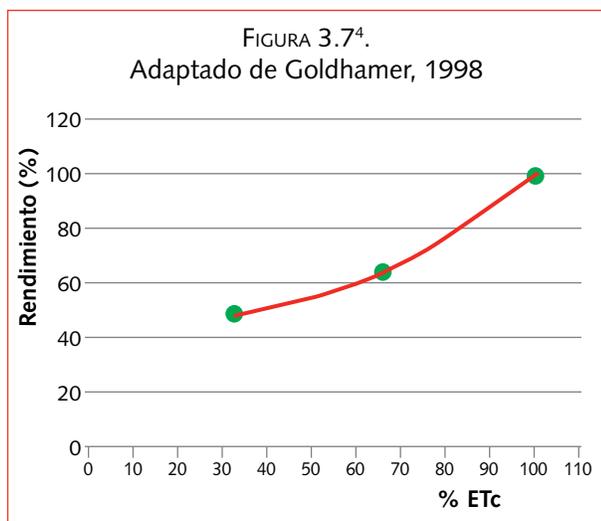
FIGURA 3.5⁴. Diagrama del crecimiento y desarrollo en frutos de nuez



potencial productivo de la planta, es decir, vamos a estar limitando su productividad por problemas de aporte hídrico.



En California realizaron un experimento similar (Figura 3.7), aplicando agua en un porcentaje de la evapotranspiración de la planta y evaluando el rendimiento. El mayor rendimiento lo obtuvieron también al aplicar el agua que la planta requería (100% de ETc). En la medida que iba disminuyendo la cantidad de agua, la productividad iba disminuyendo casi en forma lineal. Entonces, al regar en forma óptima y no tener otro tipo de problemas, la productividad debería ser la máxima para las condiciones agroclimáticas locales.



Para lograr un buen resultado productivo de la aplicación del riego se debe estimar la cantidad de agua que la planta va consumiendo en sus diferentes períodos fenológicos y controlar el riego (asegurar la infiltración del agua, conocer hasta qué profundidad

llegó el agua) y contar con un método cuantitativo para saber cuándo comenzar a regar.

Algunos agricultores están sujetos a sistemas de turno no pudiendo regar cuando ellos quieren, entonces para solucionar este problema pueden construir un acumulador de agua y colocar riego localizado, evaluando por supuesto los costos, ya que si no se está regando bien no se va a llegar al óptimo productivo a pesar de que el resto de los factores productivos estén bien.

3.2. Excesos de agua también son perjudiciales para el desarrollo del nogal

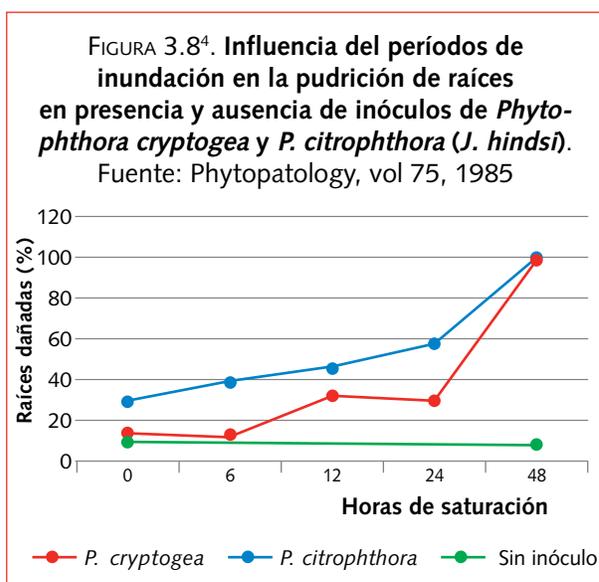
- Dentro de los frutales de hoja caduca, los patrones utilizados en nogal son de los más sensibles a la falta de aireación del suelo.
- Daño de raíces en huertos sujetos a períodos de saturación prolongados por:
 - Exceso de lluvia
 - Exceso de riego
 - Problemas de drenaje (superficial o subsuperficial)
 - Suelos de propiedades físicas limitantes (baja macroporosidad)

Se debe hacer un trabajo previo de preparación de suelo antes de la plantación.

Excesos de humedad favorecen el desarrollo de enfermedades (*Phytophthora*)

- Evitar riegos prolongados que causen sobre saturación de suelos
- Evitar la acumulación de agua en la base de los troncos

En la literatura se menciona un experimento realizado en macetas (Figura 3.8); sin inóculo de *Phytophthora*, con inóculo de *P. criptogea* y con inóculo de *P. citrophthora*. Las distintas macetas las regaron con cierta periodicidad pero de cada cierto tiempo se hacían regímenes de inundación y dejaban los maceteros inundados por período de 6, 12, 24 y 48 hrs. Cuando estaba presente el inóculo en las macetas, era suficiente un período de inundación de 6 a 12 hrs para facilitar el desarrollo del hongo. A partir de esta información, un experto californiano en riego recomendaba a los agricultores no regar por más de 6 a 8 hrs en riego superficial y si falta agua que aplicar se deben hacer riegos más frecuentes pero no prolongados (más de 6 a 8 hrs.).



Se debe analizar cada condición. Si en un huerto se riega 12 hrs y el perfil de suelo no se satura, no se tendrán problemas.

3.3. El suelo

Previo a la plantación es importante realizar un examen físico del suelo, ya que estas propiedades (textura, estructura, densidad aparente, profundidad efectiva), definen la capacidad de retención de agua, la resistencia mecánica a la penetración de raíces, y la capacidad de aire del suelo

Propiedades físicas del suelo

- **Textura:** se refiere al tamaño que tienen las partículas del suelo (arenoso, arcilloso etc.). Dependiendo de la textura los suelos van a tener propiedades distintas en relación a la aireación y retención de agua.

Al hacer una plantación se debe saber si el suelo del huerto es homogéneo o no, conocer la variabilidad espacial del suelo.

- **Estructura:** se refiere a cómo se asocian las partículas del suelo entre sí. La estructura del suelo es muy responsable de la macroporosidad del suelo.
- **Profundidad efectiva.**
- **Presencia de napas freáticas:** en términos generales los nogales no debieran tener napas freáticas (agua libre) a una profundidad menor a 0,8-1 m. Si existe este problema, debiera buscarse una solución como drenar (hacer un pozo para evacuar el agua), hacer camellones.

Factores del suelo que afectan directamente el desarrollo de las raíces y la producción

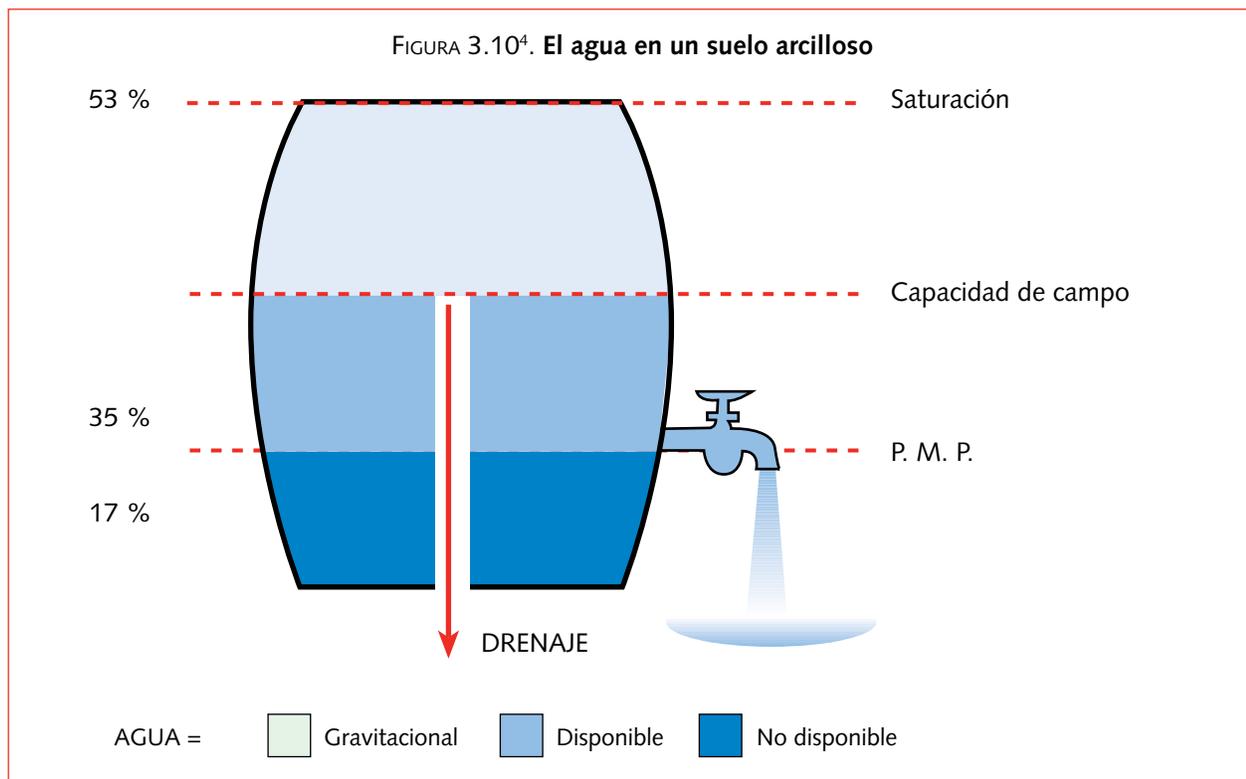
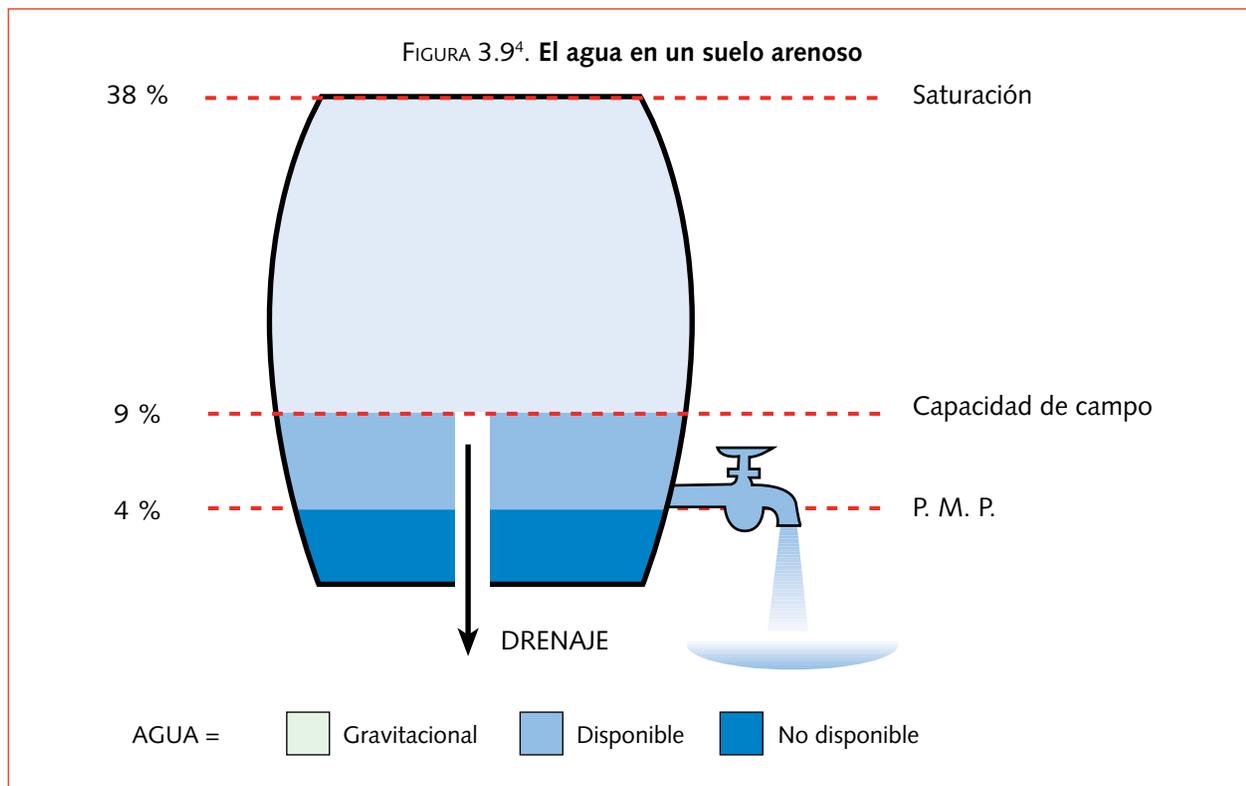


Al tener un buen desarrollo radicular vamos a tener también una buena expresión de la parte aérea. Y el desarrollo de las raíces depende principalmente de la disponibilidad de agua. Si existe una alta disponibilidad de agua, las raíces la van a poder extraer muy fácilmente y la resistencia mecánica que ofrece el suelo al desarrollo de las raíces va a ser menor, por lo tanto, el sistema radicular se podría potencialmente desarrollar mejor. Sin embargo, al aumentar el agua en el suelo, ésta desplaza al oxígeno que está presente y si tengo un suelo muy compactado o con baja macroporosidad se va a provocar una anoxia en el sistema radicular.

Entonces al regar, se debe tratar de mantener un equilibrio entre la disponibilidad de agua y la aireación. Esto es bastante más difícil de lograr en los suelos más arcillosos que en los suelos más arenosos.

Los suelos más arenosos se caracterizan por tener poros de gran tamaño que retienen poca agua pero que tienen una alta cantidad de aire presente. Entonces, en este tipo de suelo, lo más probable, es que si cometan errores de riego sea por falta de agua. Un suelo arenoso (Figura 3.9) tiene un estanque de reserva de agua que es muy pequeño, por lo tanto, se debiera regar con mayor frecuencia que un suelo arcilloso (Figura 3.10) que tiene un estanque de reserva de agua de mayor tamaño y un menor contenido de aire. Por esto, es importante conocer nuestro suelo. En un suelo arcilloso lo más probable es cometer errores de riego por aplicaciones excesivas de agua

Por lo tanto la recomendación es que antes de la plantación se realice un estudio de suelo, cada cierta distancia, por ejemplo cada 100 metros, hacer calicatas y observar el suelo. Así, se puede construir un plano con los distintos tipos de suelo del huerto, conocer qué franjas son homogéneas en cuanto a las características físicas del suelo y realizar un manejo de riego definido para cada sector del predio.



Desde el punto de vista de retención de agua del suelo, es necesario conocer dos valores, que definen la humedad aprovechable del suelo:

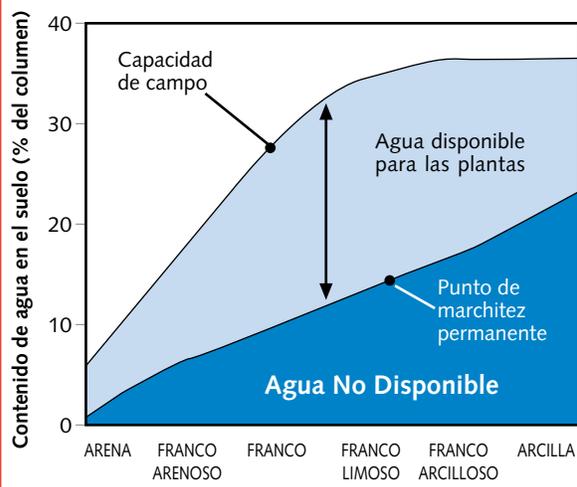
Capacidad de Campo, que representa la mayor cantidad de agua que retiene el suelo contra la atracción

de fuerzas de gravedad, y corresponde a la humedad que presenta el suelo cuando (después de riego profundo o lluvia) el exceso de agua a drenado.

Porcentaje de marchitez permanente corresponde a un contenido de agua que limita la absorción por

las plantas. Entre capacidad de campo y porcentaje de marchitez permanente se encuentra la humedad aprovechable por las plantas (figura 3.10 A). Normalmente se riega cuando se ha agotado 50% de la humedad aprovechable.

FIGURA 3.10A⁴. Capacidad de Campo y Porcentaje de marchitez permanente para suelos de distintas clases texturales. La Humedad Aprovechable es aquella comprendida entre Capacidad de campo y Porcentaje de marchitez permanente



Se debe llevar a cabo una buena preparación de suelo inicial, previo a la plantación, en el momento de hacer el diagnóstico, realizando un subsolado del suelo. El subsolado debe realizarse con una máquina que nos permita romper las capas compactadas del suelo y debe ocuparse para esto una máquina potente, que permita romper las estructuras del suelo, soltando y resquebrajando el suelo. De esta manera, los primeros años de la plantación vamos a dar las mayores facilidades para que se desarrollen las raíces y colonicen el suelo. Si no hacemos un buen subsolado al principio, el suelo mostrará sus limitaciones y las plantas van a detener su crecimiento, se pueden presentar problemas de asfixia radicular y se estará obligado a subsolar después. El subsolado posterior a la plantación requiere de ciertos cuidados, como la oportunidad en que se va a realizar. Para que un subsolado tenga efectividad, el suelo debe estar bastante seco, por lo que hay que dejar que el suelo se seque. Generalmente el suelo está más seco en marzo, lo que coincide con el período de cosecha, lo cual podría ser una ventaja, ya que la cosecha se realiza mejor en suelo seco. El subsolado también significa un daño al sistema radicular de las plantas, por lo que la labor es bastante más compleja que el subsolado previo a la plantación.

Otra opción es utilizar cubiertas vegetales para que sus raíces vayan mejorando la estructura del suelo, pero esto ayudará en los primeros 15 a 20 cm.

Por lo tanto es importante conocer las características del suelo, previo a la plantación.

Si se planta en camellón igual es recomendable subsolar el suelo, porque el camellón es de 40-60 cm.

En relación a los camellones, estos deben ser anchos de manera de aprovechar el volumen de agua y si se está regando en forma localizada, exista un soporte para recibir el agua. También es importante darle una cierta inclinación a los camellones para que el agua escurra y no se acumule cerca de los troncos.

3.4. Métodos de riego

- Gravitacional
 - Riego por surcos
 - Riego por platabanda (tendido)
- Riego localizado de alta frecuencia
 - Riego por goteo
 - Riego por microaspersión

Criterios para seleccionar el método de riego

I. Criterios técnicos

a) Suelo

- Textura
- Profundidad
- Capacidad de retención de agua
- Limitaciones físicas en el perfil de suelo. Topografía.

b) Disponibilidad de agua

- Cantidad:
 - Caudal continuo.
 - Sistema de turnos (si se quiere cambiar a riego localizado, se debe necesariamente construir un tranque).
- Calidad:
 - Física (basuras).
 - Química (Na, Ca, K, sales).

II. Criterios económicos

- Costos de inversión
- Costos de operación
- Disponibilidad de mano de obra
- Calidad de la mano de obra

3.4.1 Riego superficial

Dentro de los riegos superficiales está el riego por surcos (Figura 3.11) y por platabandas (tendido, Figura 3.12)).

FIGURA 3.11⁴. Riego por surcos



FIGURA 3.12⁴. Riego por platabandas (tendido)



El riego superficial es un buen sistema de riego si se hace bien. La primera preocupación para poner riego superficial es la **nivelación del suelo**, asegurándose

de dos cosas: 1) que el agua escurra de un extremo a otro del paño que se va a regar y 2) que no existan apozamientos de agua.

Por lo tanto la nivelación de suelos es una labor que está absolutamente ligada a los riegos superficiales. Entonces, después de hacer el estudio de las características del suelo, si la decisión es colocar riego superficial hay que realizar una nivelación de suelo (son movimientos de tierra del orden de 300 a 350 m³/ha).

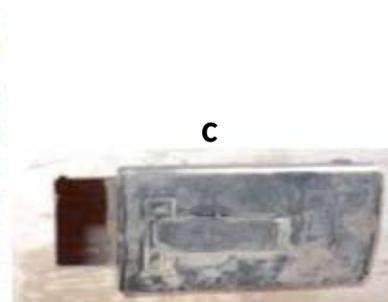
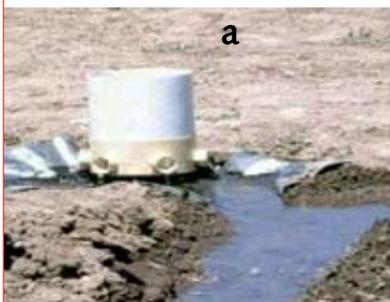
Otro punto importante en el manejo del riego superficial, sobre todo para tener las acequias en buenas condiciones, es utilizar **sistemas de distribución de las aguas a los surcos de riego**, que pueden ser sistemas californianos; tuberías enterradas (Figura 3.13a) o bien superficiales (Figura 3,13b). Esto sistemas ayudan a 2 cosas: 1) controlar la cantidad de agua que le están aplicando a los surcos y 2) para el tránsito de la maquinaria (se evitan las acequias).

Diseño de riego por surcos

- Espaciamiento entre surcos. Nos interesa que se moje todo el perfil del suelo
- Largo de los surcos
- Tiempo de riego; se refiere a cuántas horas debe estar escurriendo el agua para mojar el suelo a la profundidad que nos interese
- Caudales de riego:
- Caudal máximo
- Caudal reducido



FIGURA 3.13⁴. Sistemas de distribución de las aguas a los surcos de riego. a) sistema californiano enterrado; b) sistema californiano superficial; c) compuerta de la tubería del sistema superficial, mediante la cual se regula la cantidad de agua que se aplica a los surcos de riego.

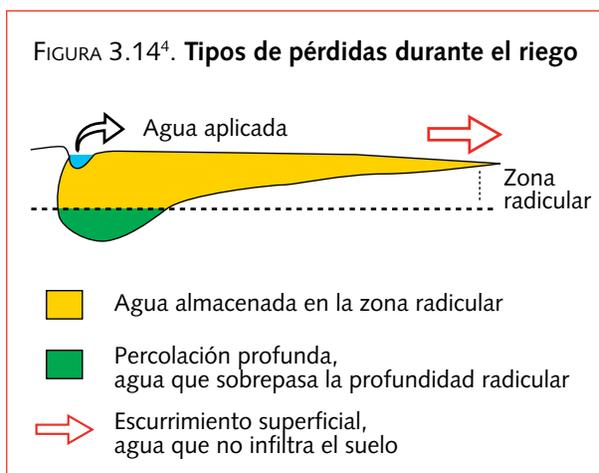


Espaciamiento entre surcos

La distancia a dejar entre los surcos se puede determinar aplicando agua a los surcos de riego durante 7 u 8 horas, abriendo posteriormente una calicata y observando el traslape del agua y la profundidad a la que llegó.

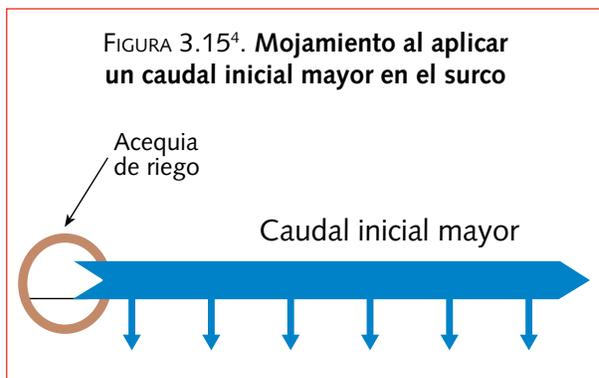
Largo de los surcos

Al regar por surco o por cualquier sistema de riego superficial, la cabecera siempre recibe más agua que el final del surco. Tradicionalmente el encargado del riego corta el agua cuando ésta llega al final del surco, quedando solo una parte bien regada (el inicio del surco). Por lo tanto el tiempo de riego debe sobrepasar el tiempo que el agua se demora en llegar al final del surco, ya que el riego superficial es disparejo (Figura 3.14).

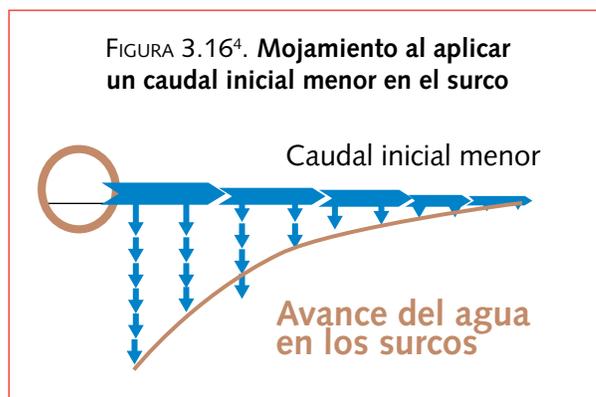


La disparidad de mojamiento se puede solucionar con la **cantidad de agua** que se está aplicando o con la **longitud del surco**. Hay que considerar la profundidad a la que se quiere mojar (en nogal 70-80 cm).

En cuanto a la cantidad de agua, mientras más agua se aplica al surco de riego, ésta se mueve más rápido por el surco y la oportunidad de mojamiento es más pareja (Figura 3.15).



Si al inicio del riego aplica poco caudal y el agua avanza muy lento por el surco, ésta se va a ir infiltrando en el suelo y por lo tanto el riego será más disparejo (Figura 3.16).



Entonces, como regla general, el riego superficial se debe iniciar con más agua y una vez que el agua llega al final del surco se debe disminuir la entrada del agua (no cortarla) para mantener solamente el fenómeno de infiltración.

Mientras más fina es la textura del suelo, más largos pueden ser los surcos de riego, ya que se pierde menos agua en la cabecera. La pendiente va a influir en la velocidad de movimiento del agua por el surco de riego.

La longitud máxima del surco va a depender de la textura del suelo, de la pendiente y de la profundidad de riego (Cuadro 3.1).

CUADRO 3.1⁴. Longitud máxima de surco según textura pendiente y profundidad de riego (m).

Pendiente (%)	Arenoso		Franco		Arcilloso	
	Prof. riego (cm)	90	Prof. riego (cm)	90	Prof. riego (cm)	90
0,25	50	110	165	300	210	450
0,75	40	65	90	170	120	250
1,00	30	55	80	145	105	210
2,00	15	35	50	95	70	125

Cuando el surco de riego es extremadamente largo, para asegurar el mojamiento de toda la profundidad de raíces, hasta el final del surco, es necesario aplicar mucha agua, existiendo una gran pérdida por percolación; más allá de la zona de raíces. En la cabecera del surco se produce sobresaturación existiendo pérdidas por percolación no solo de agua sino que también de nutrientes. Para evitar esto se puede dividir la superficie de riego en dos, para disminuir el largo de los surcos aminorando la pérdida de agua.

Se debe lograr un equilibrio entre la profundidad de riego y el largo del surco. Mientras más largos son los surcos, más disperejo es el riego, las plantas que están al final del surco reciben menos agua y las del principio reciben exceso de agua sometiéndose a fenómenos de anoxia.

Tiempo de riego

Se refiere al número de horas que debe escurrir el agua para retornar al suelo a capacidad de campo a la profundidad deseada.

En riego superficial el tiempo de riego depende de las características de infiltración del suelo (Cuadro 3.2). Un suelo franco tiene mayor capacidad de infiltración que uno arcilloso, por lo que en este último habrá que regar más horas para mojar a una misma profundidad. Pero se debe considerar que el tiempo de riego no debe ser muy largo ya que se favorece el desarrollo de enfermedades como *Phytophthora* sp., por lo que se puede favorecer la infiltración.

CUADRO 3.2⁴. Tiempo de riego (+), según textura y profundidad de riego (horas).

Profundidad de riego	TEXTURA				
	Arenoso	Franco arenoso	Franco	Franco arcilloso	Arcilloso
30	0,2	0,7	1,8	3,8	7,2
40	0,3	1,0	2,5	5,0	9,6
50	0,4	1,2	3,1	6,3	12,0
60	0,5	1,4	3,7	7,5	14,4
70	0,6	1,7	4,3	8,8	16,8
80	0,6	1,9	4,9	10,0	19,2
90	0,8	2,2	5,5	11,3	21,6
100	0,9	2,4	6,2	12,5	24,0
110	1,0	2,6	6,8	13,8	26,4
120	1,0	2,9	7,4	15,0	28,8
130	1,1	3,1	8,0	16,3	31,2
140	1,1	3,4	8,6	17,5	33,6
150	1,2	3,6	9,2	18,8	36,0

El tiempo de riego se puede definir en la práctica regando distintos surcos durante diferentes tiempos (8, 14 horas, etc.) y abriendo calicatas al día siguiente del riego observando hasta qué profundidad llegó el agua. Esto se puede realizar por 2 temporadas para tener claro que cierto número de horas de riego equivalen a cierta profundidad.

Prácticas para mejorar la infiltración del suelo

- Laboreo superficial del suelo. Rotura de costra superficial del suelo, mediante rastraje, confección de surcos de riego.
- Uso de cubiertas vegetales invernales, como por ejemplo avena o avena con vicia, lo que mejora la estructuración del suelo.

- Uso de acondicionadores químicos, como por ejemplo el uso de yeso que favorece la estructuración del suelo.

El problema más corriente durante la temporada de riego es el de la costra superficial. Para solucionar este problema existe una máquina denominada descostrador (Figura 3.17) que tiene ruedas con púas móviles, ajustables a la separación entre surcos, evitando el tener que desarmar los surcos. Para el riego por platabanda existe una máquina llamada aireador (Figura 3.18) que consta de ruedas más grandes que se pasan en la entre hilera rompiendo las costras superficiales (no remueve el suelo), mejorando la infiltración del agua.

FIGURA 3.17⁴. Descostrador. Máquina que rompe la costra superficial del suelo sin necesidad de remover los surcos de riego.



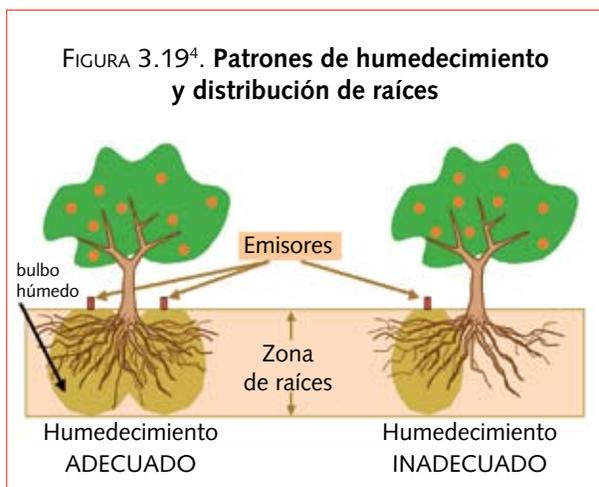
FIGURA 3.18. Aireador. Máquina diseñada para romper la costra superficial del suelo en un sistema de riego por platabanda.



3.4.2 Riego localizado

Puede ser riego por goteo o por microaspersión

En riego por goteo se debe saber cuál es el volumen mínimo de suelo mojado que deseamos tener con los emisores. Se necesita tener un mínimo de área mojada para que las raíces se puedan desarrollar adecuadamente, particularmente en zonas muy lluviosas donde en primavera el suelo se encuentra en capacidad de campo y la planta no distingue si la temporada anterior fue regada por surco o por goteo, entonces si regamos un área muy pequeña podemos producir estrés hídrico en la planta (Figura 3.19).



La microaspersión nos permite mojar un mayor volumen de suelo.

El tema del área mojada por los emisores no es un tema menor; que el área de suelo que se moje estará estrechamente relacionada con el desarrollo de los árboles. Por ello, en el caso de riego por goteo, en función de la distancia de plantación se pueden llegar a requerir hasta cuatro líneas de riego por planta, cuando son adultas, o bien pueden requerir dos microaspersores. Este tema hay que tenerlo claro desde el principio, para que estas condiciones sean consideradas al momento del diseño hidráulico de los equipos de riego localizados.

Se debe evitar el mojamiento permanente de los troncos utilizando emisores que tengan algún tipo de deflector.

3.5. Manejo del riego

Consiste en la programación y el control.

3.5.1 Programación

Define el tiempo y la frecuencia de riego y depende de:

- Clima (ET_o)
- Cultivo (K_c)
- Suelo (aireación y retención de humedad)

Para determinar la evapotranspiración potencial (ET_o), se ocupa el evaporímetro de bandeja (Figura 3.20) que tiene características estándar y va registrando el agua que la atmósfera está demandando o una estación meteorológica (Figura 3.21) que además entrega otros datos, como temperatura, características del viento etc. Esto se relaciona con el agua demandada por las plantas por medio del coeficiente de cultivo (K_c) que depende de la planta y de su estado de desarrollo (Cuadro 3.3). Al multiplicar ambos factores se obtiene evapotranspiración máxima diaria del cultivo (ET_{max}), que se refiere a la demanda de agua de la planta en mm/día (Figuras 3.22; 3.23, Cuadro 3.4). A su vez, el equipo de riego entrega la información en mm/hora, entonces uno puede calcular cuántas horas al día debe regar.

FIGURA 3.20.
Bandeja
evaporimétrica



FIGURA 3.21.
Estación
meteorológica



CUADRO 3.3⁴. Coeficientes de cultivo (Kc) para nogal (adaptado de Goldhamer, 1998).

Período	Kc
15-30 sept.	0,12
1-15 oct.	0,53
16-31 oct.	0,68
1-15 nov.	0,79
16-30 nov.	0,86
1-15 dic.	0,93
15-31 Dic.	1,00
1-15 Ene.	1,14
16-31 Ene.	1,14
1-15 Feb.	1,14
16-28 Feb.	1,14
1-15 Mar.	1,08
16-31 Mar.	0,87
1-15 Abr.	0,88
16-30 Abr.	0,51
1-15 May.	0,28

CUADRO 3.4⁴. Ficha de control y procedimiento para determinar frecuencia de riego (riego por surcos). Mes: enero; Cultivo: nogal; Cuartel: 2; Almacenamiento útil del suelo: 75 mm; Kc: 1,14.

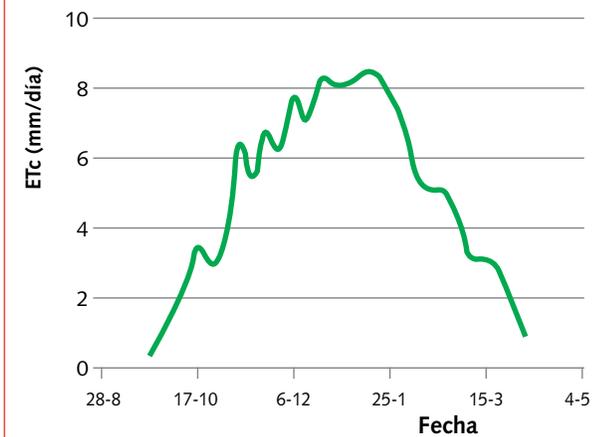
Días	ET (mm/día)	ETM(mm/día) ETM=ET ^o x Xc	ETM acumulada
1	5,0	5,7	5,7
2	5,9	6,7	12,4
3	6,2	7,1	19,5
4	5,5	6,2	25,7
5	4,7	5,4	31,1
6	6,6	7,5	38,6
7	6,2	7,1	45,7
8	6,6	7,5	53,2
9	5,8	6,6	59,8
10	5,1	5,8	65,6
11	6,2	7,1	68,2
12	6,2	7,1	75,3 Riego
13	5,5	6,3	6,3
14	5,8	6,6	12,9

FIGURA 3.22⁴. Estimación de la evapotranspiración máxima diaria del cultivo (ET_{max}) a partir de la evapotranspiración potencial (ET_o) y el coeficiente de cultivo (K_c).

$ET_{max} = ET_o \cdot K_c$

Kc: coeficiente de cultivo que relaciona la evapotranspiración de cultivo con la evapotranspiración

FIGURA 3.23⁴. Evolución de la evapotranspiración máxima del cultivo (ETc) para un huerto en la zona central.



La bandeja evaporimétrica funcionará en la medida que el encargado realice las mediciones en forma responsable. La bandeja debe ubicarse sobre una cubierta de césped y se debe limpiar cada cierto tiempo para que no acumule algas. La bandeja tiene un marcador, una aguja en el centro y diariamente a las 8:00 AM debe medirse el agua evaporada, que generalmente varía desde 0,1 mm hasta 10-12 mm en verano. Para medir el agua evaporada el encargado debe ocupar dos recipientes, de 1 mm y 0,1 mm, respectivamente. Con éstos se vacía agua a la bandeja hasta que ésta alcance la aguja, determinando de esta manera la cantidad de agua evaporada.

Lo que mide la bandeja se debe corregir por un coeficiente de bandeja que varía entre 0,7 y 0,8 dependiendo del entorno, se puede ocupar un valor promedio (0,75). Una vez que se ha multiplicado la evaporación de bandeja por este factor de corrección (coeficiente de bandeja) se multiplica por el coeficiente de cultivo.

Si no se cuenta con una bandeja de evaporación se puede solicitar información histórica de evaporaciones de bandeja que existan en la estación meteorológica más cercana al predio, obteniendo un promedio de lo que ocurre mes a mes. Luego esto se puede ajustar con las observaciones en el campo llegando a definir finalmente las horas adecuadas de riego.

Entonces, a partir de la evaporación de bandeja o de la información entregada por la estación meteorológica es posible programar el riego. Pero se debe tener en cuenta de que esto es solo una aproximación de cuántas horas se debe regar. Esto se debe controlar observando el suelo y las plantas, para ver si la hu-

medad es la adecuada, de manera de ir ajustando el tiempo de riego a las condiciones particulares de cada predio.

3.5.2 Control del riego

Se realiza observando el:

- Estado hídrico del suelo
- Estado hídrico de la planta

El estado hídrico del suelo se evalúa mediante evaluaciones de calicatas y barreno. La magnitud de la calicata debe ser desde el eje de la planta hasta 40-45% de la distancia entre hilera y lo más profunda posible.

Uso de instrumentos

- Instrumentos que miden **la energía del agua en el suelo**, y que han sido los más clásicos utilizados hasta ahora:
 - Tensiómetros (Figura 3.24)
 - Watermarker (Figura 3.25)

FIGURA 3.24.
Tensiómetro



FIGURA 3.25.
Watermarker



Estado del agua en el suelo según lectura (cb) en el vacuómetro de tensiómetros y Watermark

Lectura en centíbaros (cb)	Estado del agua en el suelo
0-20	Suelo saturado
30-40	Suelo adecuadamente mojado en riego localizado
40-60	Rango usual de riego en riego superficial
80-100	Rango de suelo seco
100-200	Rango de suelo muy seco

- Instrumentos que miden **el contenido de humedad del suelo**

En los últimos años se han desarrollados equipos que permiten medir directamente el contenido de humedad de suelo, los que entregan valores de humedad en porcentaje volumétrico o mm de agua. Este tipo de equipos recibe el nombre de sondas capacitivas. Existen de varios tipos y modelos.

Sondas capacitivas (Figura 3.26)

Son instrumentos que permiten medir la humedad del suelo, para lo cual se deben instalar tubos de Pvc en el suelo, dentro de los cuales se introduce la sonda. Se coloca la sonda en la hilera de plantas, a un tercio de la proyección de la copa del árbol y a la mitad de la entrehilera. Ej. En la hilera, a los 2 m de la hilera y a los 3,5 m si la distancia de plantación es 7 x 7 m.

Para saber dónde colocar la sonda es necesario conocer la distribución de las raíces en el suelo y la variabilidad espacial del suelo. Se colocan mínimo 3 tubos de observación por sitio y mínimo 3 sitios por suelo homogéneo, dependiendo de la superficie.

Este instrumento se debe calibrar. Se puede trabajar con la curva estándar que entrega el instrumento del contenido de humedad y para saber cómo se maneja en un suelo dado se hacen pretilas alrededor de los tubos de Pvc y se llenan de agua, luego se espera 24 a 48 horas para que el agua drene y miden el contenido de humedad, asociando el valor que entrega el instrumento a capacidad de campo. Así en cada medición posterior saben en qué porcentaje de humedad se encuentran alejados de capacidad de campo.

FIGURA 3.26. Sondas capacitivas.
A) Delta-T PR1 y B) Deviner 2000.

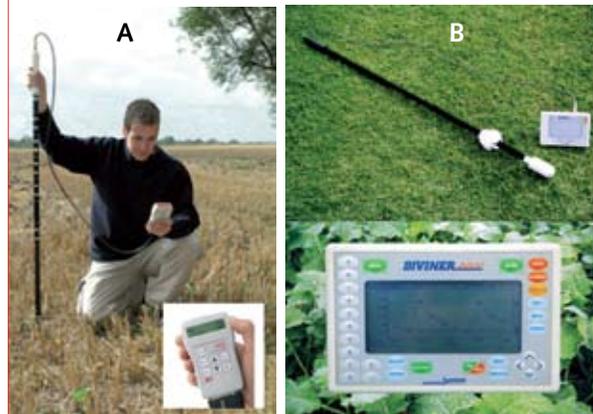
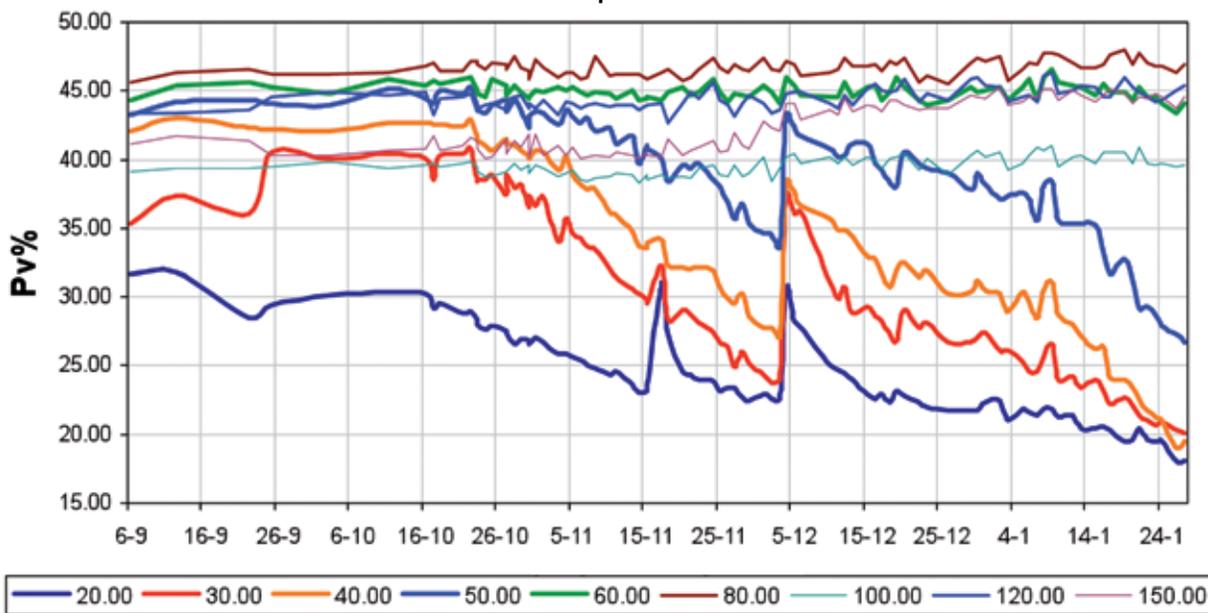


FIGURA 3.26 A. Variación de contenido de agua del suelo, medido con sonda capacitiva, a diferentes profundidades



En la figura 3.26 A se presenta la variación de la humedad de suelo a distintas profundidades registradas con una sonda capacitiva. En ella se puede ver que la mayor variación de contenido de humedad se produce en los primeros 60 cm de suelo

Dentro de las sondas capacitivas existen modelos que se pueden utilizar directamente en calicatas. El sensor se pincha en el suelo y entrega el contenido de agua (Figura 3.26 B)

Cabe recordar que estas sondas deben ser calibradas, a lo menos al contenido de humedad a capacidad de campo del suelo

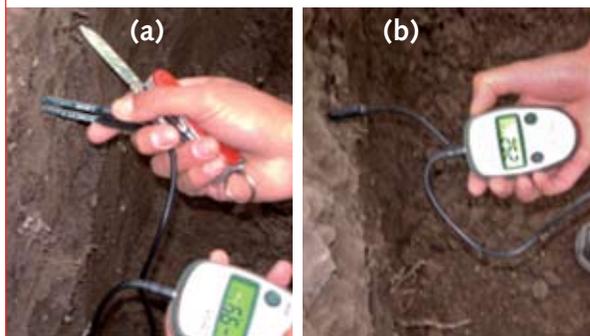
• Control hídrico de la planta

Uso de la cámara de presión (bomba de Schollander o bomba de presión): mide el potencial hídrico xilemático de la hoja.

Potencial hídrico xilemático

- El potencial hídrico se mide con una cámara de presión que, en términos simples, mide la “la presión sanguínea” de la planta. Por supuesto, en la planta circula agua en lugar de sangre, y la presión en su interior corresponde a una tensión (presión negativa) producto de la evaporación del agua desde las hojas.

FIGURA 3.26 B. Sonda capacitiva que permite medir contenido de humedad en calicatas. La sonda se introduce en el perfil de suelo (a) y se puede obtener lecturas de humedad volumétrica (b) en diferentes partes del sistema radicular (c).



(c)

Trat. 5 Distancia desde eje de la planta					
Prof.	20	40	60	80	100
20	20,3	21,6	17,1	15,3	17,8
40	20,8	20,9	16,0	14,5	16,9
60	21,4	19,1	15,4	14,3	16,6
80	21,6	19,8	16,8	15,6	16,6
100	18,5	16,5	15,3	14,5	14,8

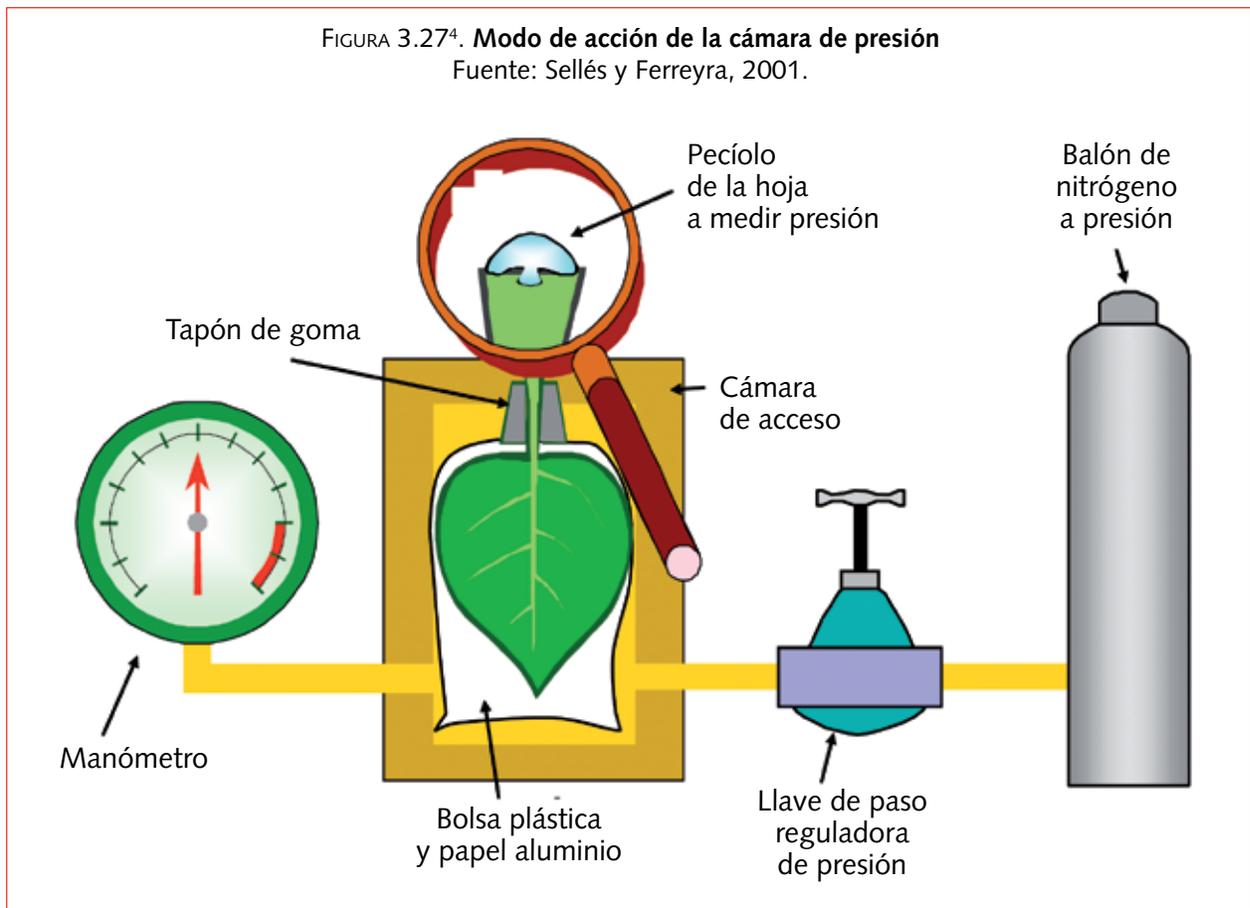
- El potencial hídrico es más negativo en la medida que aumenta la transpiración de la planta o bien disminuye la humedad del suelo explorado por el sistema radicular.

El agua dentro del tejido vegetal está a presión subatmosférica. El uso de la cámara de presión consiste en cortar una hoja y como el agua está a una presión inferior a la de la atmósfera, la columna de agua al interior de la hoja se retrae. La hoja se coloca en la

cámara y se le aplica presión hasta que aparece una gota de agua en el pecíolo (Figura 3.27). La presión que fue necesaria aplicar para que saliera agua de la hoja indica cuál era la presión de agua que tenía la hoja antes del corte y esto está relacionado con la disponibilidad de agua en el suelo y con la transpiración. Lecturas de potencial xilemático a medio día entre $-0,6$ a $-0,7$ MPa, indican un buen estado hídrico de las plantas

FIGURA 3.27⁴. Modo de acción de la cámara de presión

Fuente: Sellés y Ferreyra, 2001.



Referencias

- Catlin, P. 1998. Root physiology and rootstock characteristics. pp. 8-15. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.
- Cohen, M.; Valancogne,C.; Dayau, S.; Ameglio, T.; Cruiziat, P. and Archer, P. 1997. Yield AND physiological responses of walnut trees in semi-arid conditions: application to irrigation scheduling. Acta Horticulturae 449: 273-280.
- Goldhamer, D. 1998. Irrigation scheduling for walnut orchards. pp. 159-166. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.
- Pinney, K; Labavitch, J. and Polito, V. 1998. Fruit growth and development. pp. 139-143. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.
- Sellés, G. y Ferreyra,R. 2001. Riego. pp: 103-117. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.

MÓDULO III. Plagas y enfermedades del nogal

4. PUDRICIÓN DEL CUELLO Y DE LAS RAÍCES DEL NOGAL, *Phytophthora* spp.⁵

Es la principal enfermedad de los nogales en Chile, siendo los organismos causales un conjunto de especies de hongos pertenecientes al género *Phytophthora*.

Las especies del género *Phytophthora* que afectan al nogal son:

- *Phytophthora cinnamomi*
- *Phytophthora citrophthora*
- *Phytophthora cactorum*

Phytophthora cinnamomi se caracteriza por provocar pudrición en las raíces, principalmente en las raicillas de la planta huésped, la que pierde la capacidad de absorción.

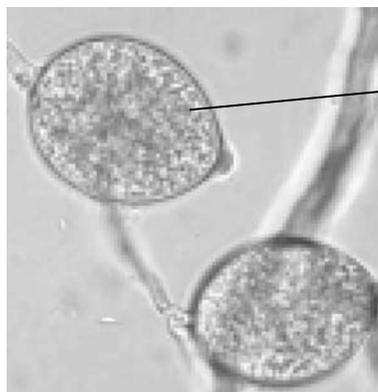
Phytophthora citrophthora y *P. cactorum* provocan la pudrición del cuello o base del tronco, formándose canchales.

4.1. Características del hongo

- Todas las especies de *Phytophthora* son fitopatógenas.
- Son hongos Oomicetes, con micelio, cenocítico (sin tabiques) que se ramifica formando los esporangióforos, característicos de cada especie, que soportan también esporangios típicos (Figura 4.1), y que bajo condiciones de humedad y temperatura producen zoosporas.
- Su hábitat natural es el suelo. Permanece indefinidamente en el suelo, incluso sin huéspedes,

FIGURA 4.1. Esporangios ovoides papilados producidos en forma simpódica por *P. cactorum*.

(Fuente: Latorre, B. y Viertel, S. 2004)



Las especies de *Phytophthora* se reconocen por la forma de los esporangios.

ya que el hongo forma estructuras de resistencia llamadas clamidosporas, que además constituyen una de las principales fuentes de inóculo para iniciar nuevas infecciones.

- Es un hongo acuático (sin agua muere).

Cuando no hay agua, lo que muere es la capacidad del hongo para atacar, pero el hongo permanece en el suelo. Por lo tanto, *Phytophthora* se presenta cuando tenemos problemas con la humedad del suelo. Suelos húmedos, saturados, causan asfixia radical, produciendo heridas en las raíces que serán puerta de entrada para el hongo.

Los nematodos también están relacionados con el problema de *Phytophthora*, ya que los nematodos parásitos tienen un estilete que también daña a la raíz.

El golpe de sol también abre la puerta a *Phytophthora*, por lo que se deben pintar los troncos blancos.

⁵ Transcripción de la presentación realizada por Blanca Luz Pinilla C. Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", efectuado en Santiago el 2 de septiembre de 2004.

4.2. Síntomas

Phytophthora afecta a plantas individuales o grupos de plantas, por lo que los síntomas se expresan como manchones en el huerto.

- El período de incubación es variable, depende de:
 - Edad del huésped; las plantas jóvenes son más sensibles
 - Estado nutricional del árbol
 - Virulencia del hongo
- Tres niveles de ataque:
 - Cuello (interfase tierra-aire)
 - Corona (punto de nacimiento de raíces principales)
 - Raíces (*P. cinnamomi* ataca raicillas, *P. citrophthora* y *P. cactorum* atacan la base del tronco o cuello)
- Pérdida de vigor
- Marchitamiento y muerte del árbol
- Cancros en corona y cuello

El cancro es una pudrición o muerte de tejido que puede afectar una parte del tronco o todo el perímetro del tronco, pudiendo llegar a estrangular el árbol y causar su muerte. El cancro está inmediatamente debajo de la corteza, es de color pardo y exhala un olor característico (fermentación). El cancro se va profundizando a medida que aumenta la edad de la enfermedad (Figura 4.2).

FIGURA 4.2. **Cancro en la base del tronco**
(Foto gentileza de Ing. Agr. Andrea Albornoz Z.).



- Pudrición de raíces o raicillas.
- Exudación de líquido negro en el cuello.
- Caída prematura de hojas (dando la impresión de falta de agua).
- Los frutos son pequeños y deformes.
- Las raíces afectadas (principales o raicillas) presentan un aspecto más oscuro.

- Las raicillas son escasas.
- Las puntas de las ramas se secan.
- Las partes atacadas se pudren, apareciendo los cancos y una tinta negra en la base del tronco.

No todas las manchas negras en el tronco son por *Phytophthora*, también pueden deberse a otro tipo de heridas.

- Síntomas en la parte aérea: se ven ramas secas y sin hojas. La enfermedad afecta a una planta o a un sector del huerto, nunca a todo el huerto.

4.3. Epidemiología

- El hongo está presente en el suelo.
- Pueden venir plantas de vivero enfermas.
- Penetra a través de heridas en las raíces provocando lesiones e incluso su destrucción.
- Estas lesiones pueden alcanzar la zona del cuello y extenderse alrededor del tronco, anillándolo y ocasionando la muerte del árbol.
- La temperatura óptima para el desarrollo del hongo es 25-26 °C y alta humedad en el suelo (lo que se presenta generalmente a fines de primavera y verano).

4.4. Control

Cultural

- Plantar en camellones o platabandas, con el objetivo de mejorar el drenaje.
- El injerto no debe quedar en contacto con el suelo (lo que en el vivero estaba al aire debe quedar al aire).
- Evitar que el agua llegue al cuello o tronco.
- Evitar plantar en suelos de textura arcillosa.
- Manejo adecuado del sistema de riego.
- Controlar humedad excesiva del suelo.
- Evitar anegamientos.
- Controlar malezas alrededor del tronco ya que éstas mantienen humedad.
- No provocar heridas en el tronco y cuello.

Control preventivo

- Utilizar patrones más resistentes; los clonales han mostrado ser más susceptibles a la enfermedad.
- Arrancar los árboles afectados.
- Evitar replantación.
- Cuando los síntomas son incipientes en un árbol (menor vigor y hojas de color amarillo) es preciso descalzar el cuello y raíces, con el objeto de que el tejido dañado se seque.

4.5. Curación de canchros

- Determinar localización y extensión del cancro.
- Extirpar los tejidos enfermos con cuchillo.
- Una vez limpios, desinfectar los tejidos con solución de permanganato de potasio (1g permanganato de potasio/1L de agua).
- Preparar pintura con fosetil aluminio (500g/L) y pincelar la herida (lugar donde se encontraba el cancro).
- Posteriormente, aplicar una pasta fungicida de poda cuando los tejidos estén secos para ayudar a cicatrizar.
- Control químico: es curativo y consiste en aplicar fungicidas específicos para hongos fomicetos.

Los hongos fomicetos no tienen esterol en su pared celular por lo que los fungicidas con inhibidor de esterol no sirven.

Antes de aplicar fungicida (Cuadro 4.1) hay que saber dónde está localizada la pudrición (raíz, cuello o corona). Si está en la corona se debe aplicar al tronco o follaje. Si está en el cuello, se puede aplicar al suelo.

El fosetil-aluminio es un inductor de los mecanismos de resistencia de la planta. Se moviliza tanto acropétala como basipétalmente dentro de la planta.

El metalaxil se aplica al suelo y se moviliza acropétalmente.

Es importante considerar los períodos de carencia de los productos a utilizar.

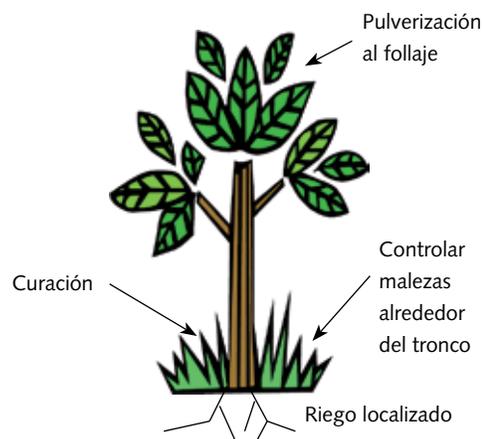
4.6. Aplicación de fungicidas

Las épocas recomendadas para aplicar son:

- Otoño (antes del receso vegetativo)
- Primavera (al inicio de la actividad metabólica)

Formas de aplicación

- Al suelo en aplicaciones granuladas Ej.: metalaxil.
- Mediante riego.
- Pulverizaciones al follaje.



Referencias

- Latorre, B. y Viertel, S. 2004. Presencia de *Phytophthora cactorum* en frutillas, (Fragaria x ananassa) conservadas en frío. Ciencia e investigación agraria, 31 (2): 111-117.
- Pinilla, B. y Álvarez, M. 2001. Enfermedades. pp: 133-137. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.
- Pinilla, B. y Álvarez, M. 2003. Principales enfermedades del nogal en Chile. Tierra adentro, enero-febrero, N° 48: 40-43.
- Pinto, A.; English, H. y Alvarez, M. 1994. Enfermedades de los frutales de hoja caduca en Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias, INIA; Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 311 p.

CUADRO 4.1. Fungicidas utilizados en la curación de canchros⁶

Grupo químico	Ingrediente activo	Sistema	Formulado comercial
Fosfonatos	Fosetil-aluminio	acropétala	Aliette 80 WP
		basipétala	Defense 80WP
Acilalaninas	Metalaxil	acropétala	Metalaxil 25 DP
			Ridomil 5 GR

⁶ Cuadro reproducido a partir de la presentación realizada por Blanca Luz Pinilla C. Ing. Agrónomo, M.Sc. INIA La Platina, en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", efectuado en Santiago el 2 de septiembre de 2004.

5. CONTROL DE PESTE NEGRA⁷

5.1. Peste negra del nogal o tizón bacteriano (*Xantomonas campestris* pv. *Juglandis*)

Es una enfermedad de origen esporádico; no se presenta todos los años.

Tiene una alta especificidad; se encuentra solo en *Juglans* sp. (*J. regia*, *J. hindsii*, *J. nigra* y *J. ailantifolia*).

A diferencia de *Phytophthora* spp., es causada por una bacteria.

Existen muy pocas enfermedades causadas por bacterias. En Chile hay 3:

- Agallas del cuello: *Agrobacterium tumefaciens*
- Cáncer bacteriano: *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae*
- Peste negra del nogal; *Xantomonas campestris* pv. *Juglandis*

5.2. Características de la enfermedad

- Afecta principalmente al nogal inglés.
- En menor grado a híbridos del nogal inglés.
- Raramente al nogal negro.
- Amplia distribución mundial; California, Oregón, Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica y México.
- Principal enfermedad en zonas lluviosas en floración.
- Chile 1917 antecedentes en la zona central.
- 1926 Santiago y Catemu pérdidas 50% producción.
- Actualmente toda la zona de producción.

Xantomonas campestris pv. *juglandis*

- Es un microorganismo **unicelular**, flagelado (se divide en dos, multiplicándose rápidamente, creciendo en proporción geométrica).
- Fácil de cultivar en el laboratorio.
- Produce un pigmento amarillo, que permite identificarla.
- Años con primavera lluviosa favorecen la multiplicación e infección.
- Cuando los nocedales no están injertados la floración es desuniforme, lo que dificulta las pulverizaciones.
- La altura de los árboles también dificulta el control. El control es preventivo.

5.3. Síntomas

- Tizón y ennegrecimiento: el tejido afectado toma un color negro y se destruye.
- Los órganos afectados o susceptibles son todo tejido tierno y succulento (flores masculinas, femeninas y frutos jóvenes).
- Secundariamente ocurre en hojas nuevas (pedicelos y nervaduras) y brotes (Figura 5.1).

FIGURA 5.1. Daño en brote
(Fuente: UC IPM Online).



- En frutos se producen manchas acuosas que cambian a café oscuro, a medida que la enfermedad avanza las heridas se vuelven necróticas produciendo depresiones en los frutos y las lesiones crecen y se juntan. La lesión se va profundizando hasta alcanzar la semilla (Figura 5.2).

FIGURA 5.2. Mancha acuosa en fruto (izquierda). Mancha necrótica y deprimida en el fruto, y daño en hoja (derecha) (Fuente: UC IPM Online).



- Lámina foliar desarrollo de pequeñas manchas necróticas de color café
- En ramas y hojas produce manchas cloróticas.
- Afecta el pelón y en ataques más tardíos también a la nuez (semilla)

⁷ Transcripción de la presentación realizada por Blanca Luz Pinilla C. Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", efectuado en Santiago el 22 de septiembre de 2004.

- En daños más graves produce la caída de las nueces.
- Primeros síntomas ocurren a inicios de brotación.
- Flores son infectadas apenas aparecen en primavera.
- En la flor pistilada produce una lesión acuosa en el estigma, causando necrosis y deteriorando la flor (Figura 5.3).

FIGURA 5.3. Daño en el estigma
(Fuente: UC IPM Online).



- La infección puede ocurrir en amentos en fase de elongación y folíolos recién expuestos.
- En los amentos produce un ennegrecimiento parcial o total (Figura 5.4).
- Los amentos infectados (de color negro) no producen polen, o este está contaminado, convirtiéndose en un vector de la enfermedad.

FIGURA 5.4. Amento infectado
(Fuente: UC IPM Online).



- El patógeno es capaz de permanecer de un año a otro; es una infección latente producida en la temporada anterior. En los amentos se presentan pequeñas depresiones (casi imperceptibles), las que luego avanzan con la enfermedad.

- Dispersión: polen, viento, insectos y lluvias.
- Fuentes de inóculo: yemas y amentos infectados. Poblaciones epífitas en hospederos y malezas (poblaciones epífitas: bacterias que viven sobre el tejido vegetal, sin causar síntomas).
- Variedades más tardías tienen mayor resistencia, por que escapan a las lluvias de primavera.
- Variedades de hábito más abierto tienen menor susceptibilidad (por menor humedad, mejor aplicación y ventilación).

5.4. Daño económico

- Frutos susceptibles desde sus primeros estados de crecimiento.
- Infección ocurre antes del endurecimiento de la cáscara.
- Patógeno se localiza en el embrión provocando la caída del fruto.
- Infección tardía post endurecimiento.
- Ataque superficial con lesiones que afectan parcial o totalmente la nuez.

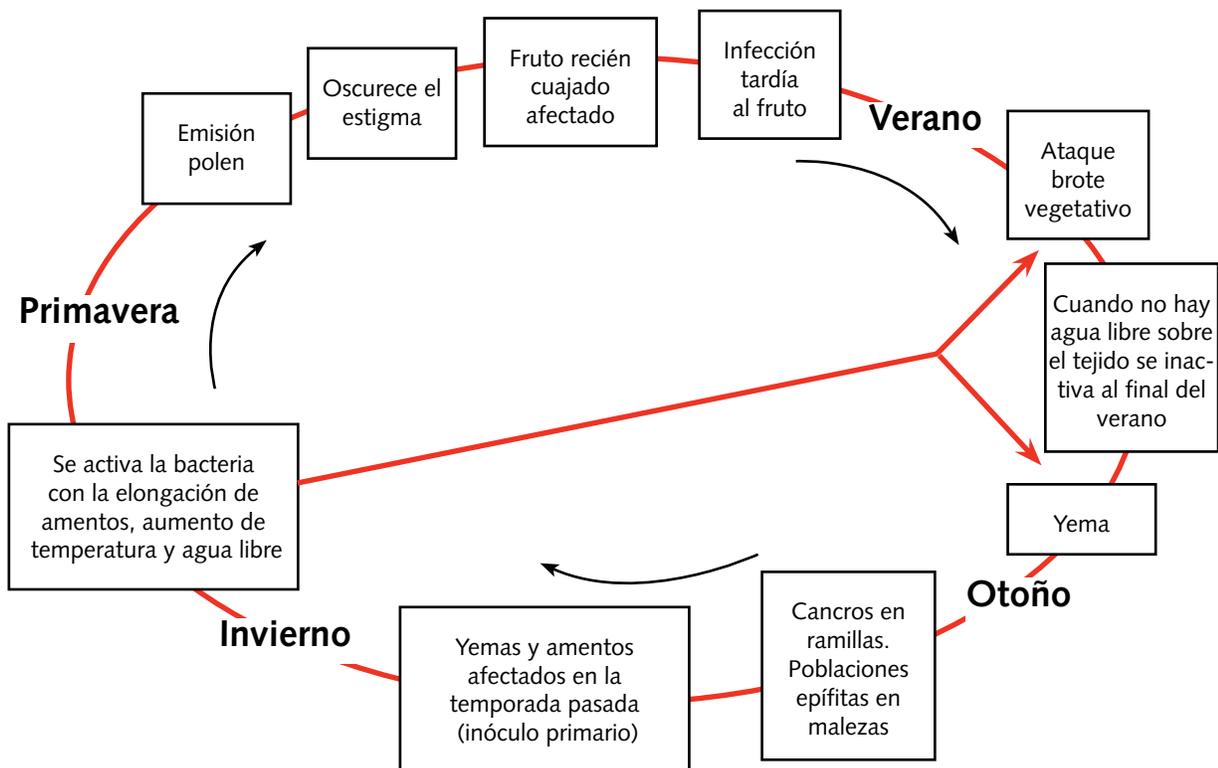
Períodos críticos de infección

- Elongación de amentos
- Exposición de flores pistiladas
- Frutos formados hasta endurecimiento de la cáscara

5.5. Epidemiología

- Fuente de inóculo: población epífita de la bacteria en el propio nogal; yemas y amentos infectados durante la temporada anterior, contaminados superficialmente, canchales en ramillas y restos de poda.
- Dinámica del desarrollo: poco cíclica y muy errática. La humedad es fundamental para el desarrollo de la bacteria.
- Diseminación: polen, agua de lluvia y pasivamente por insectos.
- Penetración: aberturas naturales como estomas en las hojas y lenticelas en los frutos. También estigmas florales y heridas.
- Factores que la favorecen: agua libre, lluvias o humedad relativa de 95% y temperaturas templadas.

5.6. Ciclo de vida



5.7. Control

Hoy se usa el control integrado, que es un sistema de manejo del huerto, usa todas las medidas de control posibles (cultural, química y biológica).

Control cultural

- Control de malezas.
- Remoción de material infectado; amentos, canchales.
- Evitar excesos de nitrógeno, ya que favorece el crecimiento vegetativo, las plantas tienen más follaje, demorándose en madurar, por lo tanto los tejidos son más suculentos y por ende más susceptibles.

Control químico

- Es un complemento al control cultural
- Aplicación de fungicidas cúpricos (productos que no son selectivos, matan hongos y bacterias), en los siguientes estados fenológicos:
 - Yema hinchada
 - Inicio de elongación del amento
 - Flores pistiladas
 - Cuaja
- Antibióticos: son cuestionados porque su efecto residual es extremadamente corto y se dice que afecta a la salud humana.

Control preventivo⁸

Yema hinchada	10% amentos elongados	1-10% flor pistilada expuesta	Fruto formado 80-100%	Endurecimiento de la cáscara
Óxido cuproso	Óxido cuproso 200-250 g/HL	Streptoplus 60 g/HL	Óxido cuproso 200 g/HL	Óxido cuproso 200 g/HL

⁸ Cuadro reproducido a partir de la presentación realizada por Blanca Luz Pinilla C. Ing. Agrónomo, M.Sc. INIA La Platina, en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", efectuado en Santiago el 22 de septiembre de 2004.

Antibiótico	Ingrediente activo	Acción	Concentración por HL	Época de aplicación	Intervalo
Streptoplus (mezcla de 2 antibióticos)	Sulfato de streptomina 25% + clorhidrato oxitetraxiclina 3,2%	Sistémico, preventivo y curativo	60-80 g	Aparición de amentos. Repetir después de una lluvia	7 días

Las aplicaciones son hechas tipo calendario; son independientes de las condiciones climáticas.

El óxido cuproso es de partículas pequeñas adhiriéndose mejor a la madera y se usa en dosis menores con la misma eficiencia. El oxiclورو de cobre es de partículas más grandes, adhiriéndose menos a la madera y se utilizan mayores concentraciones.

Referencias

- Pinilla, B. y Álvarez, M. 2001. Enfermedades. pp: 133-137. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.
- Pinilla, B. y Álvarez, M. 2003. Principales enfermedades del nogal en Chile. Tierra adentro, enero-febrero, N° 48: 40-43.
- Pinto, A.; English, H. y Álvarez, M. 1994. Enfermedades de los frutales de hoja caduca en Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias, INIA; Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 311 p.
- UC IPM Online. 2008. Managing pests in gardens: Walnut Blight. Consultado el 4 de diciembre de 2008. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu>

6. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)⁹

La producción sustentable obliga a que el manejo de las plagas no sea solamente a través del método de control químico, sino más bien bajo el concepto de manejo integrado.

Se define como: “Estrategia económicamente viable en la que se combinan varios métodos para reducir el nivel de las plagas a niveles tolerables, minimizando los efectos adversos en el medio ambiente”.

Componentes del MIP

- Control biológico: control que ciertos organismos ejercen sobre otros.
- Control químico: involucra el uso de pesticidas.
- Umbral económico: nivel de una plaga que se justifica un programa de control.
- Prevención y prácticas culturales: como por ejemplo mantener la limpieza de las bodegas.
- Reconocimiento y biología de la plaga: cuando aparece, conocer los estadios de la plaga, en qué lugares de la planta se encuentra, número de generaciones por temporada.
- Monitoreo: conocer la real presencia y densidad en que se encuentra la plaga en el huerto.
- Toma de decisiones: determinar el momento y acciones a utilizar.

El monitoreo es una herramienta clave para la toma de decisiones. Consiste en la determinación periódica de la densidad y distribución de las plagas y sus enemigos naturales en el huerto.

En cada huerto debiera existir una persona que se dedique al monitoreo de las plagas y tenga conocimiento sobre éstas. Esta persona debe llevar registros sobre las plagas presentes en el huerto. En el caso de cítricos el INIA está entregando un software sobre el uso de registros, que trae instrucciones de uso y planillas que son llenadas en Excel.

El monitoreo sistemático

- Detecta cambios importantes en la densidad y distribución de las plagas y enemigos naturales.
- Evalúa el efecto de los pesticidas sobre las plagas.
- Establece registros periódicos necesarios para la toma de decisiones.

- Cumple con normas de las buenas prácticas agrícolas (BPA), con la trazabilidad.

Control biológico

Se debe usar en los huertos. En el caso de los nogales está el ejemplo de los ácaros araña roja y bimaclada que tienen como enemigo natural a otro ácaro (*Neoseiulus*). El control biológico tiene aspectos claves:

- Hospederos alternativos: debemos conocer dónde viven los enemigos naturales, para así incluir en el huerto un cultivo que hospede al enemigo natural en el período que los árboles están sin hojas. Por ejemplo en el caso de los nogales, la alfalfa es un hospedero de los enemigos naturales de las arañas.
- Alimento-néctar.
- Control de hormigas: la presencia de hormigas en el huerto debe llamar la atención, ya que se puede deber a la presencia de un Homóptero, en el caso de los nogales puede indicar escamas o pulgones. La hormiga protege a la plaga, atacando a los enemigos naturales, ya que se alimenta de ella.
- Sustitución de pesticidas/selectividad
- Eliminación de polvo en el follaje

En el nogal se puede hablar de MIP debido a que se encuentra libre de muchas plagas presentes en otros países. Sin embargo, la más importante la tenemos bien distribuida, es la polilla de la manzana (*Cydia pomonella*). Otras plagas que afectan al nogal son la Polilla del algarrobo (*Spectrobates ceratoniae* (= *Ectomyelois ceratoniae*)), la Araña bimaclada (*Tetranychus urticae*), la Araña roja europea (*Panomychus ulmi*), y la Escama de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*).

Una nueva plaga que se ha detectado en La Cruz es la polilla minadora del Nogal (*Caloptilia* sp.)

En Chile, el nogal se encuentra libre de muchas plagas presentes en otros países por lo que el uso de manejo integrado es más plausible.

Referencias

Zaviezo, T. y Romero, A. 2005. Manejo integrado de plagas del nogal (MIP). Chilenut. 44 p.

⁹ Transcripción de la presentación realizada por Gamalier Lemus S. Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua “Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal”, efectuado en Santiago el 26 de enero de 2004.

7. POLILLAS¹⁰

7.1. Polilla de la manzana (*Cydia pomonella*)

- Es la plaga más importante que tiene el nogal en Chile.
- El adulto es una mariposilla gris con los extremos de las alas cobrizas (aspecto que la diferencia de la polilla del algarrobo, ver Figura 7.1).

FIGURA 7.1. Adulto de *Cydia pomonella*
(Fuente: UC IPM Online).



- En el último período de la temporada, la larva pupa para pasar el invierno en grietas, cortes de poda, bins y madera en descomposición. Es importante pintar los cortes de poda, ya que esto contribuye a disminuir el inóculo de polilla.
- Vuela al atardecer.
- El adulto ovipone (coloca los huevos) cerca de las nueces (en las hojas). Es difícil ver el huevo en primavera ya que éste es pequeño, aplanado, hialino (Figura 7.2).

FIGURA 7.2. Huevo de *Cydia pomonella*
(Fuente: UC IPM Online).



- Al nacer, la larva (Figura 7.3) reptará y se introduce en el pericarpio perforando el pelón. El daño se reconoce por las fecas que quedan sobre el pelón. Luego la larva perfora la cáscara dependiendo de su dureza, buscando la semilla. Por lo tanto el problema será más grave cuando la cáscara esté todavía blanda. Una vez que la cáscara se endurece la larva no puede llegar a la semilla, a no ser que encuentre una fisura como puerta de entrada, pero produce manchas en la cáscara.

FIGURA 7.3. Larva de *Cydia pomonella*
(Fuente: UC IPM Online).



7.1.1 Muestreo y seguimiento

- Se realiza a través de trampas (Pherocon CM) con feromonas de la hembra para atraer a los machos (Figura 7.4).

FIGURA 7.4. Trampa de feromona
(foto gentileza de Ing. Agr. Andrea Alborno).



¹⁰ Transcripción de la presentación realizada por Gamalier Lemus S. Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", efectuado en Santiago el 6 de octubre de 2004.

- Las trampas se deben colgar a 5 o más metros de altura, ya que la feromona es más pesada que el aire. Si las trampas se colocan a menor altura, las lecturas serán subestimadas, ya que las polillas que están volando a mayor altura no serán capturadas.
 - Colocar mínimo 3 trampas por huerto (12 ha), luego, si el huerto es de mayor tamaño, colocar 1 trampa por cada 4 ha.
 - Seguir recomendaciones del fabricante.
 - La lectura de las trampas se debe realizar cada 3 a 5 días, contando las polillas que se han capturado. Con estos datos se construye un gráfico que indique el número de individuos capturados por lectura. Cuando se observe una baja en la población de machos, por ejemplo cuando la lectura pase de 50 individuos capturados a 40, significa que hay un plazo de 8 días para aplicar. El método no se basa en el número de individuos sino que en la tasa de crecimiento y decrecimiento de los individuos capturados.
 - La trampa consiste de una base impregnada con pegamento y tiene una cápsula o emisor de feromona. Si se compra un pegamento adicional a la trampa y se procura mantener la base de ésta limpia e impregnada con pegamento, la trampa puede durar toda una temporada (evitando el costo de reemplazar la trampa), a pesar de que las indicaciones del fabricante recomienda reemplazarla a las 10 semanas. La cápsula emisora de feromona se debe reemplazar a las 10 semanas. La cápsula vieja no se debe botar, porque si queda en el huerto va a ser un atractivo para las polillas, será un emisor falso. Entonces, al reemplazar la cápsula, la vieja se debe guardar en un frasco sellado y este se debe sacar del huerto.
 - La trampa es un elemento de precisión; para un lugar donde no se conocen los vuelos de la polilla. En lugares donde ya se han colocado trampas en años anteriores, por lo que se conocen los períodos de vuelo, es posible realizar un control en base a calendario. Sin embargo, actualmente las trampas son necesarias en las buenas prácticas agrícolas, para que sea posible certificar que se están realizando las mínimas aplicaciones posibles.
- determina la oportunidad del tratamiento.
- El insecticida debe depositarse antes que la larva comience a horadar el pelón.
 - El tratamiento se realiza cuando la captura de machos alcanza el máximo, más precisamente a la siguiente lectura del máximo (después del "peak"), cuando se observa una disminución en la captura.
 - Primera generación ocurre a fines de octubre en la V Región.
Segunda generación en diciembre.
Tercera generación fines de enero a comienzos de febrero.
Cuarta generación es ocasionalmente a fines de marzo.
(Todo esto depende de los efectos del clima)
Esta última generación es difícil de distinguir porque el "peak" no es muy claro, pero puede ser importante.
 - Creencia popular: cáscara dura, la polilla no logra penetrar (prueba del alfiler). Si un alfiler no logra penetrar la cáscara, la polilla no entrará a la semilla. Esta prueba la utilizan para saber hasta cuando aplicar. Sin embargo, las larvas pueden penetrar por la unión de la cáscara o por alguna fisura, por lo que parte importante del daño ocurre a mediados de enero o febrero; las larvas se encuentran adentro durante la cosecha. Las larvas que no logran entrar a la semilla se alimentan en el pelón depreciando el producto al dejar una mancha oscura en la superficie de la cáscara.
 - Las aplicaciones del insecticida deben realizarse sin viento; para cubrir bien la parte alta de los árboles.
 - Utilizar maquinaria en óptimo estado (reposición y limpieza de boquillas).
 - Utilizar pitón especializado o nebulizadora.
 - Uso combinado de aplicación terrestre y por avión.
 - Dentro de los productos permitidos para el control de polilla, el clásico es el Azinphos metil. Se ha ocupado durante muchos años por lo que hay que tener cuidado con la resistencia, utilizando un producto diferente intercalado con Azinphos metil en una misma temporada o, controlando con un producto diferente cada 2 o 3 temporadas.
 - Algunos de los productos utilizados se describen en el Cuadro 7.1.

7.1.2 Manejo

- La primera generación de adultos ocurre en octubre, a partir de las larvas que pasaron el invierno.
- El apareamiento tiene un umbral de T° de 11,5° C. El vuelo de las polillas ocurre al atardecer, en la penumbra. Por lo tanto, esta T° debe estar presente a las 5 o 6 de la tarde.
- Desde hembra fecundada hasta las primeras larvitas transcurren al menos 8 días, lo que

CUADRO 7.1.¹¹ **Productos utilizados para el control de *Cydia pomonella***

i. activo	Producto comercial	Grupo	Dosis i.a. 100 litros
Azinphos metil	Gusathion Cotnion	Fosforado	30 g Cuidar resistencia
Phosmet	Imidan Fosdan	Fosforado	50 g
Clorpirifos	Lorsban, Pyrinex Fantom, Troya	Fosforado	50 g
Diazinon	Diazinon	Fosforado	50 g

Uso de insecticidas

Fosforados:

- Dentro de estos se encuentra el Azinphos metil.
- Período de actividad varía de 15 a 25 días.
- Algunos causan ataques de arañas. El uso reiterado de Azinphos metil ha permitido que los enemigos naturales de la araña adquieran resistencia. Pero otros fosforados que se ocupan para controlar polilla y escama, como el Clorpirifos y Diazinon, van a eliminar a los enemigos naturales de la araña.

Piretroides:

- Son efectivos para controlar polilla.
- Causan ataques de arañas al destruir a sus enemigos naturales.

Inhibidor de quitina y regulador de crecimiento:

- Son productos que matan al insecto al afectar su metabolismo.
- Son inocuos desde el punto de vista ambiental.
- Además de estar en la superficie del vegetal cuando el huevo es colocado, requieren de mayor sintonización con la biología del insecto (las experiencias realizadas con estos productos no han sido tan exitosas como el Azinphos metil).

Revisar registro en países de destino.

Otros métodos de control

Siren CM o LastCall CM

- Mezcla de grasa con feromona y piretroide (Permetrina).
- Las polillas llegan, se contaminan y mueren.
- Se colocan 2.000 a 4.000 gotas de 50 µl/ha.
- Escaso efecto sobre enemigos naturales.

Trastorno del apareamiento (confusión sexual)

- Uso de feromonas: se utilizan emisores o productos asperjables (Check Mate CM-F) y la idea es inundar el ambiente de feromonas para que los machos se trastornen, no encuentren a las hembras y no se produzca el apareamiento.
- Da buenos resultados en huertos jóvenes. En la práctica resulta difícil colocar los emisores en árboles grandes.
- El problema en los nogales es que la feromona que se utiliza sirve para controlar la polilla de la manzana pero no la del algarrobo que también ataca al nogal.

Virus granulosis:

- Enfermedad causada por virus que mata a las polillas. Carpovirusine®
- Requiere ser ingerido por la larva neonata.
- El virus tiene un corto período de sobrevivencia en la planta.

7.2. Polilla del algarrobo (*Spectrobates ceratoniae* (= *Ectomyelois ceratoniae*))¹⁰

- Detectada en 1982 por el SAG en Los Andes.
- Su ataque es similar a la polilla de la manzana.
- La larva se diferencia de la polilla de la manzana por poseer **anillos esclerosados en setas** (que no presenta la polilla de la manzana). El tejido esclerosado de la cabeza de la larva de la polilla del algarrobo es mayor que el tejido endurecido de la cabeza de la larva de la polilla de la manzana.
- Pupa en el interior de la nuez en capullo con **abundante seda**.
- Posee una **carena dorsal en el tórax**.
- El adulto es de **color grisáceo**.

Hospederos

- Algarrobo y semillas de leguminosas
- Naranjas

¹¹ Cuadro reproducido a partir de la presentación realizada por Gamalier Lemus S. Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal", efectuado en Santiago el 6 de octubre de 2004.

- Manzanas
- Almendras
- Frutos secos: ciruelas, higos, duraznos

Oviposición

- Enero a febrero (mucho más tarde que la polilla de la manzana que parte en octubre). Se recomienda seguir con las trampas de feromona de la polilla de la manzana, pero aunque no existan capturas de polilla de la manzana se debe realizar una aplicación en el momento de la resquebrajadura del pelón para controlar la polilla del algarrobo.

Manejo

- La aplicación de insecticidas para la polilla de la manzana hasta marzo, también controla la polilla del algarrobo.
- Ocurre ataque con el uso de feromonas para polilla de la manzana.
- Aplicar insecticida una vez que el pelón comienza a abrirse.

Referencias

González, R. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Ed. Universidad de Chile. 310 p.

Prado, E. 2001. Plagas. pp: 139-149. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.

UC IPM Online. 2008. Pest management guidelines apple codling moth. Consultado el 4 de diciembre de 2008. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu>

Zaviezo, T. y Romero, A. 2005. Manejo integrado de plagas del nogal (MIP). Chilenut. 44 p.



8. ARAÑITAS¹²

El nogal es afectado por dos especies de araña:

- Araña bimaclada (*Tetranychus urticae*)
- Araña roja europea (*Panonychus ulmi*)

La hembra de la araña bimaclada se caracteriza por poseer dos manchas oscuras en el dorso y setas dorsales blancas, no implantadas en tubérculos (Figura 8.1A). La hembra de la araña roja europea se caracteriza por tener el dorso con tubérculos blancos donde se implantan las setas dorsales, blancas y gruesas (Figura 8.1B).

La araña bimaclada produce tela, la roja europea no.

FIGURA 8.1. (A) Hembra adulta de *Tetranychus urticae* (Koch) y (B) hembra adulta de *Panonychus ulmi* (Koch)

(Fuente: (A) Entomology UC Davis y (B) UC IPM Online).



La araña bimaclada pasa el invierno en malezas o en el suelo. El incremento de la población suele ocurrir de enero en adelante. En su aparición inciden: el nivel de polvo sobre las hojas, la aplicación de insecticidas no selectivos y la ausencia de enemigos naturales. En condiciones normales las arañas (ambas especies) no debieran ser plagas, porque están en equilibrio con sus depredadores o enemigos naturales, pero este equilibrio se rompe principalmente cuando se controla la escama y polilla. Esto por que lamentablemente los productos utilizados para controlar escama y polilla matan de todo (incluidos los depredadores de araña), pero no matan arañas.

La araña roja europea, a diferencia de la bimaclada, siempre está en el árbol, justificando la aplicación de aceite en invierno. La araña roja europea inverna como huevo en ramillas y yemas del árbol. Sus

huevos son de color rojo brillante con un pedicelo dorsal blanco (Figura 8.2). Estos comienzan a eclosionar la segunda quincena de septiembre. Las generaciones se suceden, según la temperatura, cada 30 días, completando cerca de 6 generaciones al año.

FIGURA 8.2. Huevos de araña roja europea (Fuente: UC IPM Online).



El daño en el nogal ocurre sólo con muy altas poblaciones de araña; con más de 10-15 ácaros por hoja se debe realizar algún tratamiento. Al momento de endurecimiento de la nuez, la población debe estar bajo 8 ácaros/hoja. La hoja atacada queda con un punteado de color blanquecino debido a que la araña saca la clorofila (Figura 8.3).

FIGURA 8.3. Daño causado por arañas (Fuente: Entomology UC Davis).



Ambas arañas caminan a cierta velocidad y los *Phytoseiidos* (también son ácaros) que son depredadores de esta arañas corren. Los *Phytoseiidos* se ubican junto a la nervadura de las hojas y en condi-

¹² Transcripción de la presentación realizada por Gamalier Lemus S. Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", efectuado en Santiago el 3 de noviembre de 2004.

ciones normales son de color crema, pero al alimentarse toman un color rojo.

Manejo de arañas (bimaculada y roja europea)

- Monitoreo: octubre-noviembre. Se debe saber cuándo empiezan los ataques y en qué sector del huerto.
- Eliminar el polvo:
 - Lavados con detergente
 - Evaluación de siliconados
 - Aceite mineral: se emplea en verano a bajas concentraciones; 0,2 a 0,5% y en invierno al 2%.
- Acaricidas:
 - Dicofol
 - Abamectina (Vertimec, Fast)
 - Fenpyroximato (Acaban; mata adultos y huevos, no es selectivo)
 - Clofentezina (Acaristop; inhibidor de quitina, mata sólo huevos)
 - Flufenoxuron (Cascade; inhibidor de quitina, mata sólo huevos)
 - Pyridaben (Sanmite; actúa sobre ninfas y adultos)
 - Fenazaquin (Magíster)

Los productos que eliminan huevos (Acaristop, Cascade y Acaban) deben aplicarse a principios de octubre, si se aplican después del 10-12 de octubre no tendrán efecto sobre los huevos.

La araña se puede manejar con un uso racional de los productos que controlan polilla y escama. Los productos que contienen Azinphos metil (Gusathion, Cotnion) no afectan a los enemigos naturales de las arañas. El sistema se desordena cuando ataca la escama, para la cual se aplican productos distintos al Azinphos metil como Clorpirifos o Diazinon que matan a los enemigos naturales, produciendo un desequilibrio en el sistema. Las aplicaciones de aceite también matan a los enemigos naturales.

Referencias

- Department of Entomology. 2008. *Tetranychus urticae*. Consultado el 4 de diciembre de 2008. Disponible en: <http://entomology.ucdavis.edu>
- González, R. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Ed. Universidad de Chile. 310 p.
- Prado, E. 2001. Plagas. pp: 139-149. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.
- UC IPM Online. 2008. Pest management guidelines European red mite. Consultado el 4 de diciembre de 2008. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu>
- Zaviezo, T. y Romero, A. 2005. Manejo integrado de plagas del nogal (MIP). Chilenut. 44 p.



9. ESCAMA DE SAN JOSÉ (*Quadraspidiotus perniciosus*)¹³

La hembra está cubierta por un escudo grisáceo de 1,5 mm de diámetro (Figura 9.1A) y su cuerpo es amarillo (Figura 9.1B).

FIGURA 9.1. (A) Hembra adulta de escama de San José y (B) cuerpo de la hembra adulta sin la cubierta (Fuente: UC IPM Online).



En ataques severos puede secar ramas.

La aplicación contra escama se realiza a salidas de invierno, en yema hinchada, con aceite reforzado (aceite miscible 1-2%). Esta aplicación va a matar sólo algunos estados, las hembras adultas, que están muy protegidas, se van a salvar y van a liberar nuevas ninfas. Por lo tanto, la aplicación en yema hinchada no controla al 100% de la población. Por esto es necesario, realizar otra aplicación antes de ésta (35 a 45 días antes), que coincida con el inicio del nacimiento de huevos de arañitas, que controlará al sector de la población que en yema hinchada correspondería a las hembras adultas que no son controladas con la aplicación de esa época.

Referencias

- González, R. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Ed. Universidad de Chile. 310 p.
- Prado, E. 2001. Plagas. pp: 139-149. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.
- UC IPM Online. 2008. Pest management guidelines Apple San Jose Scale. Consultado el 4 de diciembre de 2008. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu>
- Zaviezo, T. y Romero, A. 2005. Manejo integrado de plagas del nogal (MIP). Chilenut. 44 p.

¹³ Transcripción de la presentación realizada por Gamalier Lemus S. Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", efectuado en Santiago el 3 de noviembre de 2004.

MÓDULO IV. Cosecha y postcosecha de nueces de nogal

10. NORMAS CHILENAS DE CALIDAD PARA NUECES CON CÁSCARA Y SIN CÁSCARA¹⁴

Son establecidas por el Instituto Nacional de Normalización, INN, que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la Internacional Organization for Standardization (ISO) y de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), representando a Chile ante estos organismos. Para el caso de las nueces con cáscara, la norma es NCH 528. Of2000 y para las nueces sin cáscara es NCH 529. Of2001 (Norma chilena oficial NCH 528. Of2000 y NCH 529. Of2001).

10.1. Requisitos para las nueces con cáscara - NCH 528 2000

Las nueces con cáscara se clasifican de acuerdo a su tamaño, según el diámetro ecuatorial, en pequeñas,

medianas y grandes. Y de acuerdo a sus requisitos de calidad en Categoría Extra, Categoría I y Categoría II. Dentro de los requisitos de calidad, la tolerancia a los diferentes defectos para cada categoría se muestra en la Tabla 10.1.

10.2. Requisitos para las nueces con cáscara - NCH 529 2001

Las nueces sin cáscara se clasifican de acuerdo a su presentación en Mariposas, Cuartos, Cuartillos y Trozos. Y de acuerdo a sus requisitos de calidad, las nueces de los tipos mariposas, cuartos y cuartillos se clasifican en Categoría Extra, Categoría I y Categoría II. Dentro de los requisitos de calidad la tolerancia a los diferentes defectos para cada categoría se muestra en la Tabla 10.2.

TABLA 10.1.¹⁵ Tolerancia para defectos en nueces con cáscara para todas las categorías (%) (NCH 528. Of2000).

Defectos considerados	Categoría Extra			Categoría I			Categoría II		
	10	8	7	10	8	8	13	12	10
1. Casco abierto									
2. Manchas leves									
3. Cáscara imperfecta									
4. Trizadas									
5. Nuez quebrada									
6. Nuez partida									
7. Manchas graves									
8. Pelón adherido									
Suma de 1 a 8		10%			10%			13%	
Suma de 2 a 8		8%			9%			12%	
Suma de 3 a 8		7%			8%			10%	
Suma de 7 a 8		5%			7%			8%	
Resultado de 8		3%			5%			6%	
Defectos internos	Categoría Extra			Categoría I			Categoría II		
1. Reseca leve	10	6		15	8		15	10	
2. Hongo inactivo									
3. Daños de insectos									
4. Reseca grave-vana									
5. Rancidez									
6. Hongo activo									
Suma de 1 a 6		10%			15%			15%	
Suma de 2 a 6		6%			8%			10%	
Suma de 3 a 6		5%			5%			7%	
Suma de 4 a 6		3%			4%			6%	
Suma de 5 a 6		2%			2%			3%	
Resultado de 6		1%			1%			2%	

¹⁴ Transcripción de la presentación realizada por Vittorio Bianchini J. en el curso de formación continua "Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal", realizado en la V Región el 25 de enero de 2005.

¹⁵ Tablas y figuras presentadas por Vittorio Bianchini J. en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", realizado en la V Región el 25 de enero de 2005.

Tabla 10.2.¹⁵ Tolerancias para defectos de mariposas, cuartos y cuartillos (máximo porcentaje en masa) (NCH 529.Of2001).

Defectos considerados	Categoría Extra	Categoría I	Categoría II
1. Reseca leve	4	6	9
2. Manchas	2	4	6
3. Hongo inactivo	1	2	3
4. Reseca grave	0,5	0,5	1
5. Daño por insectos	0,02	0,02	0,02
6. Rancidez			
7. Hongo activo, pudrición			
8. Impurezas, materias extrañas			
Suma de 1 y 2	4	6	9
Suma de 3 y 4	2	4	6
Suma de 5 y 6	1	2	3
Resultado de 7	0,5	0,5	1
Resultado de 8	0,02	0,02	0,02

11. PARÁMETROS QUE DETERMINAN EL VALOR DE LAS NUECES¹⁴

11.1.. Nueces con cáscara

Porcentaje de descarte

El valor del descarte es equivalente al 25% del valor de venta.

Ejemplo:

85% * 2,20 = 1,87 /kg 95% * 2,20 = 2,09 /kg
 15% * 0,55 = 0,08 /kg 5% * 0,55 = 0,03 /kg
 Total USD 1,95/ Kg. USD 2,11 /Kg.

Si se asume un margen de exportación de un 10% y un costo de proceso de USD 0,18, los valores a productor son de 1,58 y 1,72 USD/Kg.

Por cada 1% de descarte menos, el valor del producto aumenta en un 1%.

Condición de la cáscara

Las nueces de variedades para cáscara que sin tener ningún problema en la pulpa, pero que se deben partir por la condición de la cáscara, tienen un valor del 50%. Factor = 0,5%.

Composición del calibre

La diferencia en el valor de venta final de las nueces con cáscara es de aproximadamente USD 0,30 entre cada calibre. Factor = 0,4%.

11.2. Nueces sin cáscara

Porcentaje de pulpa

Este es el parámetro de calidad más importante en la determinación del precio (un 1% más de rendimiento es igual a un 2,1% más en el precio). EJ: 2,10 aumenta a 2,144.

Porcentaje de descarte

Este es el segundo en importancia. Por cada 1% menos en descarte, el precio aumenta en un poco más de un 1%.

Color de la pulpa

De menor importancia que los anteriores, pero muy relevante en la determinación del precio, por cada 5% más de color extra claro (Extra Light), el precio aumenta aproximadamente en un 1%.

Los colores utilizados en Chile son: Extra light, Light, Light ambar y Ámbar (Figura 11.1).



Calibre

Los calibres mayores son más rápidos de partir en relación a los calibres más chicos. Partidora promedio mejora su rendimiento en un 15% al partir un calibre más grande.

12. INDICADORES DE COSECHA¹⁴

12.1. Madurez fisiológica

Es el estado en que el fruto ha alcanzado su completo desarrollo (Figura 12.1).



12.2. Madurez de cosecha

Es posterior a la madurez fisiológica y es cuando se reúnen las condiciones para poder realizar la cosecha (Figura 12.2).



13. COSECHA¹⁴

Lo más práctico es realizar la cosecha cuando exista un porcentaje determinado de pelones quebrados. Este porcentaje lo debe determinar cada productor, dependiendo de su realidad e intereses.

También es bueno medir el porcentaje de pelones adheridos. En el caso que el productor no cuente con algún sistema de despelonado mecánico, éste no debe superar el 5% (distribución de la maduración).

13.1. Planificación de la cosecha

Para poder planificar la cosecha hay que considerar algunos factores como: capacidad de secado diario, presión de robo local, condiciones climáticas locales.

Uso de Ethephon para adelantar la cosecha

Debido a que hoy las diferencias en precios de acuerdo a los colores han disminuido, no es económicamente aconsejable adelantar la cosecha con este objetivo, pero sí es importante cuando existe una alta presión de robo o cuando se debe programar la cosecha (volúmenes).

13.2. Programación de la cosecha

Cuando se está trabajando con grandes volúmenes y con una capacidad de cosecha y de postcosecha limitadas, se deben tomar ciertas medidas para poder conseguir un producto de alta calidad.

Una buena medida es adelantar la cosecha en un tercio de la superficie, emparejar el quebramiento del pelón en el segundo tercio y dejar el último tercio en condiciones normales.

Errores que generan serios problemas:

- Dejar nueces en el suelo por un largo período.
- Adelantar la cosecha si no se tienen condiciones adecuadas.
- Esperar el secado en la bodega (sacos o bins).
- Almacenar nueces con pelón.

13.3. Tipos de cosecha

Mecanizada

Consiste en realizar el remecido mecánico y la recolección de la misma manera.

Semimecanizada

Remecido mecánico y recolección manual.

Manual

En este tipo, todas las labores de cosecha se realizan de forma manual.

Factores que determinan el tipo de cosecha

- Volumen de cosecha
- Condiciones del terreno
- Inversión en equipos
- Disponibilidad de mano de obra

14. MADURACIÓN, COSECHA Y CALIDAD DE LA NUEZ¹⁶

La cosecha de nueces debería comenzar cuando tanto el pelón como la semilla están maduros. La apertura o dehiscencia del pelón y su separación de la cáscara indican la madurez de éste. La semilla está madura justo en el momento en que tejido de envase (tejido que envuelve a la semilla, cuyo volumen está formado por las septas) se torna café. Generalmente el pelón madura más tarde que la semilla retrasando la cosecha hasta después del momento en que la semilla ha tenido su color más claro y mayor valor comercial. La pérdida de calidad de la semilla va a ocurrir en mayor grado en la medida que el productor espere por más tiempo la madurez del pelón.

14.1. Efecto del clima

Todas las variedades de nogal maduran influenciadas por el clima. En climas fríos el pelón y la semilla maduran al mismo tiempo; en climas calurosos la semilla puede madurar hasta 3 semanas antes que el pelón. Una alta humedad relativa o lluvia va a acelerar grandemente la dehiscencia del pelón. En las zonas costeras de California, donde las temperaturas del día son moderadas y las noches son relativamente frías y con alta humedad, nieblas y quizás lluvia, la diferen-

cia entre el momento de maduración del pelón y la semilla no pasa de unos pocos días. Sin embargo, en el interior del valle, donde se cultiva la mayor parte de las nueces, las temperaturas del día y la noche son relativamente cálidas y con poca humedad. En estos lugares, las semillas maduran rápidamente, pero la madurez del pelón es retrasada hasta el arribo del clima de otoño con noches frías y alta humedad. Bajo estas condiciones, el intervalo entre la madurez del pelón y la semilla puede alcanzar a varias semanas.

Normalmente, en Chile la septa se torna café a fines de febrero y la cosecha se inicia a mediados de marzo.

14.2. Diferencias varietales

Generalmente las nueces comienzan a cosecharse a fines de agosto en algunos lugares del Valle de San Joaquín y puede continuar hasta mediados de noviembre en las zonas costeras. La diferencia en el tiempo de cosecha se debe al efecto del clima y de la variedad. Las variedades difieren en su capacidad para producir nueces de color claro bajo diferentes condiciones de clima. Algunas variedades, (por Ej. Chandler, Hartley y Serr tienen semillas de color claro a la madurez. En cambio otras variedades (como Vina y Eureka) tienen semillas más oscuras, particularmente en climas cálidos. El tamaño también varía de acuerdo a la variedad; Serr, Sunland y Lompoc son naturalmente grandes; otras, como Chico, son de menor tamaño. Los pelones de algunas variedades (Hartley y Ashley) se abren y exponen la nuez como los pétalos de una flor (Figura 14.1). En cambio en Chico y Eureka solamente se pierde el contacto entre la cáscara y el pelón. Las variedades que exponen la nuez antes de la cosecha parecen ser más propensas al ataque de la Polilla de la Naranja Navel (NOW). Estas mismas variedades, sin embargo, están menos propensas a la aparición de hongos, debido a que el pelón húmedo esta parcialmente separado de la cáscara.

FIGURA 14.1. Apertura del pelón tipo flor
(Foto gentileza de Ing. Agr. Andrea Albornoz Z.).



¹⁶ Transcripción de la presentación realizada por Carlos Rojas. en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 26 de enero de 2005. Esta presentación está complementada con la traducción del capítulo 33: Maduration, Harvesting, and Nut Quality, del libro Walnut Production Manual (1998). Autores: William H. Olson, John M. Labavitch, George C. Martin, and Robert H. Beede.

En el Cuadro 14.1 se muestran las diferencias en cuanto a porcentaje de semilla y porcentaje de color claro de ésta, entre las distintas variedades.

CUADRO 14.1. Porcentaje de semilla y de color claro de ésta para las diferentes variedades
(Adaptado de Hendricks, L. *et al*, 1998)

Variedad	Porcentaje de semilla	Porcentaje de color claro
Payne	50	68
Eureka	50	40
Hartley	46	76
Franquette	47	90
Serr	57	73
Sunland	57	85
Vina	49	90
Tulare	53	86
Howard	49	96
Chandler	49	100
Cisco	46	86
Sexton	50	
Guillet	50	
Forde	54	

Payne, Serr y Vina están en retirada en EE.UU., ya que se ha tendido a plantar variedades de mayor porcentaje de color claro, como Chandler, Howard y Hartley. Sin embargo, la variedad Serr si es bien manejada puede obtener un mayor porcentaje de color claro que Chandler debido a que esta última se cosecha a partir del 10 de abril corriendo el riesgo de lluvia y humedad.

14.3. Demora en comenzar la cosecha

Optimizar la calidad de la nuez es esencial para maximizar los retornos. Los cuatro factores de calidad más importantes que afectan el valor de la nuez son: (1) tamaño de la nuez, (2) color claro de la semilla, (3) bajo daño interno de polilla y hongos; y (4) bajo daño externo, tal como pelón adherido o cáscara rota. De estos cuatro, el color claro de la semilla y el daño interno por insectos y hongos son adversamente afectados por las demoras en la cosecha.

Independiente de la localidad o variedad, es importante cosechar en la fecha más temprana posible para obtener las semillas más claras y de mayor valor, libres de daños de insectos y hongos (principalmente NOW).

Las semillas están maduras y las testas (la piel o cubierta de la semilla) están en su color más claro justo cuando el tejido de envase que está entre y alrededor de la semilla cambia de color blanco a café oscuro. Este estado de maduración es nombrado como *Packing tissue brown* (PTB). Cosechar en este momento

asegura lograr el color más claro de la semilla y la mejor calidad. Desafortunadamente, y como se mencionó antes, los pelones de muchas nueces no maduran en este momento, particularmente en el interior de los valles de California. Por lo tanto se debe esperar hasta que se pueda obtener una cosecha práctica y económica. Generalmente se considera que la cosecha es económica cuando cerca del 80% de las nueces pueden ser removidas y el 95% de estas son despelonas. En el interior de los valles de California esto puede ocurrir 2 a 3 semanas después de la maduración de la semilla. Una segunda cosecha, una semana más tarde, es usada para recoger el remanente de la cosecha.

La demora en la cosecha permite a los insectos, particularmente NOW, y hongos causantes de moho, como *Penicillium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus* y *Aspergillus* entrar a la semilla. Mientras más tiempo permanezcan las nueces en el árbol después de la apertura del pelón, mayor será el porcentaje que llega a infectarse con NOW y hongos.

Entonces, el cosechar cerca de la apertura del pelón incrementa el porcentaje de semillas de color claro y disminuye la incidencia de hongos e insectos.

En un estudio reciente se tomaron nueces de *packing* y de supermercado y se encontraron niveles muy altos de *Aspergillus*, no siendo un problema tan gravitante en nueces, sino más bien en almendras y pistachos. Las nueces muestreadas para este estudio correspondieron a nueces no partidas, debido a que se ha visto que la cubierta seminal es una barrera para la entrada del hongo.

14.4. Cosecha temprana con ethephon

El uso de ethephon, el cual contiene el regulador de crecimiento etileno, ha permitido cosechar más temprano que lo normal y ha hecho posible mantener la calidad de la semilla.

Actualmente se usa el ethephon de dos maneras. La primera es aplicar ethephon justo cuando el tejido de envase de las nueces se torna café (PTB). Esto promueve una cosecha económica cerca de 14 días después de la aplicación, 7 a 10 días más adelantado que una cosecha normal. Se puede remover del árbol un 90% de las nueces. Generalmente se requiere de una segunda cosecha, la cual se justifica económicamente. La segunda forma de usar ethephon es aplicarlo después de PTB, cerca de 10 días antes de la fecha de cosecha normal. Esta forma incrementa la proporción de nueces cosechadas y la remoción del pelón, de manera tal que no se requiere de una segunda cosecha o esta resulta no ser económica.

El ethephon generalmente se usa en variedades de maduración temprana como Serr, Payne, Chico y Ashley, pero también se ha usado con éxito en variedades de maduración tardía como Hartley, Franquette y Mayete.

El único gran problema de la aplicación de ethephon es un mal cubrimiento al aplicarlo. Es esencial lograr un buen cubrimiento debido a que el ethephon que cae en las hojas no es trasladado a los frutos, por esto el producto debe llegar a tomar contacto con las nueces.

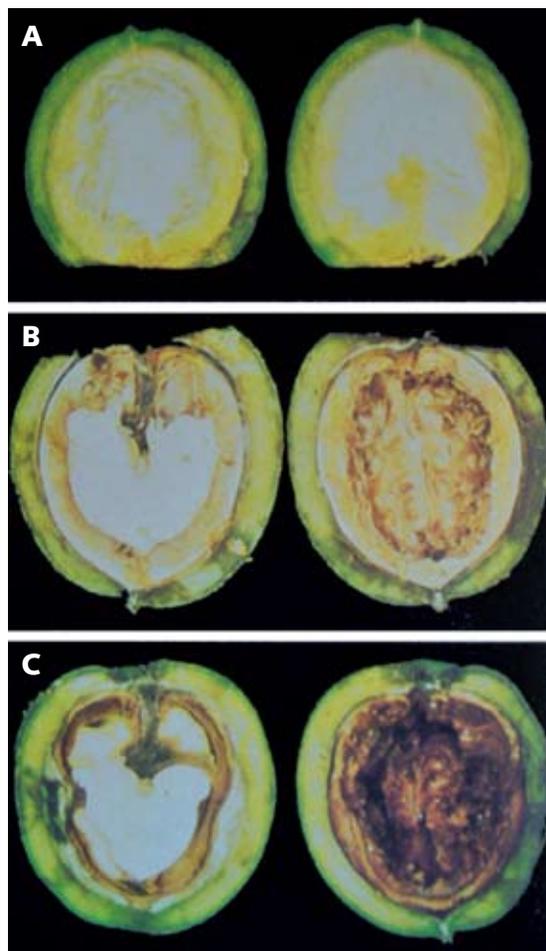
Para obtener un máximo peso de semilla, no se debe aplicar ethephon antes del PTB (Figura 14.2). Además, no se debe aplicar ethephon a una superficie de nogales mayor de la que pueda ser cosechada, recogida, despelona y secada en un día. El uso de ethephon puede producir una ligera clorosis en las hojas y algunas pueden caer prematuramente, esto es normal para árboles sanos. No se recomienda el uso de ethephon en árboles estresados debido a la probabilidad de que ocurra una excesiva caída de hojas.

Si el ethephon es aplicado adecuadamente mejora la remoción de la nuez y la facilidad de despelona; la necesidad de una segunda cosecha depende del cubrimiento, momento de aplicación y de la carga del huerto. El ethephon puede ayudar a conseguir el máximo valor de la cosecha al promover una cosecha más temprana, la cual incrementa el potencial de color claro de la semilla y reduce los problemas causados por NOW y hongos.

14.5. Demora en la operación de cosecha

Una vez que la cosecha comienza es importante recoger, despelona y secar las nueces tan rápido como sea posible. Las nueces mantenidas en el piso del huerto pueden perder calidad (color de la semilla) rápidamente. La mayor parte de esta pérdida de calidad ocurre durante las primeras 9 horas después de la cosecha. Las nueces expuestas al sol van a perder rápidamente su color claro si la temperatura del aire supera los 32 °C. Las nueces mantenidas a la sombra pierden rápidamente el color claro de la semilla si la temperatura del aire supera los 38 °C. Obviamente, a medida que la cosecha continúa a las horas de mayor calor, la rapidez con que se recoge, despelona y seca toma mayor importancia. Debido a esto, en la cosecha manual es importante que los sacos una vez llenados se dejen a la sombra (costado) suroriente del árbol. En la cosecha mecanizada debe existir una sincronización en el proceso de remecer, hilerar, recoger, despelona y secar, para que ojalá todo se realice dentro del día. En ningún caso las nueces deben que-

FIGURA 14.2. (A) Nuez inmadura; (B) nuez cuyo tejido de envase se ha tornado café, indicando madurez; (C) nuez ya pasada su óptima madurez (Adaptada de Olson, W. et al., 1998).



dar hileradas en el huerto, ya que la entrehilera es el sector de mayor exposición al sol.

Las temperaturas perjudiciales para el color de la semilla se alcanzan más rápidamente y se mantienen por más tiempo si las nueces fueron cosechadas con el pelón intacto, como ocurre en las variedades de maduración temprana. El pelón aparentemente causa una concentración del calor debido a que aísla la nuez y reduce la pérdida de humedad. Por lo tanto, la presencia o ausencia de pelón en las nueces influenciaría la velocidad de recolección, despelona y secado requerida.

La cosecha de nueces no debería ser más rápida que la capacidad de secado. Aun cuando el sol esté expuesto, las nueces sobre el árbol están mucho más frías y por lo tanto mucho menos expuestas a alcanzar el umbral crítico de temperatura, que las nueces que están en el suelo.

En adición a la pérdida en el color de la semilla, las nueces mantenidas sobre suelo húmedo son más susceptibles al daño por hongos que las nueces que aún están en el árbol. La exposición prolongada de las nueces al suelo húmedo puede causar que las cáscaras se manchen a tal grado que las nueces quedan inutilizadas para comercializarlas con cáscara.

14.6. Secado de las nueces

El secado es necesario para remover el exceso de humedad de la semilla y la cáscara. El secado de las nueces: (1) resulta en un producto de peso estable; (2) previene contra el posterior deterioro, enmohecimiento u oscurecimiento de la semilla.; (3) permite un blanqueado más eficiente de la cáscara; y (4) permite un almacenaje prolongado.

Antes de la apertura del pelón todas las nueces tienen una alta humedad, independiente de la variedad o fecha de cosecha. Sin embargo, después de la apertura del pelón las nueces que permanecen en el árbol se secan naturalmente y el agua escapa a través de las roturas de los pelones. Consecuentemente, el tiempo de secado disminuye a medida que la temporada de cosecha avanza. Las nueces secadas adecuadamente (cáscara y semilla) no deberían contener más de un 8% de humedad.

La temperatura de secado no debe exceder los 43,3 °C (110 °F). A mayores temperaturas, el aceite de la semilla comienza arrancarse haciendo la semilla incomible. La rancidez por sobrecalentamiento, si bien no es aparente de inmediato, ocurre dentro de pocas semanas a varios meses después, en el almacenaje.

Los franceses opinan que las nueces se deben secar a no más de 30 °C y si la nuez viene muy húmeda no se le debe dar un golpe de calor y se debe secar entre 25 y 30°C, pero con estas temperaturas tan bajas el tiempo de secado es muy largo.

14.7. Rancidez

La rancidez es uno de los problemas de calidad más serios que amenazan a los productos que tienen un alto contenido de aceite. A pesar de lo mucho que se ha investigado, aún no está claro la causa precisa del sabor a rancio. Pareciera, sin embargo, que involucra reacciones entre el oxígeno del aire y componentes aceitosos particularmente reactivos llamados ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). El problema de la rancidez es más frecuente en nueces, aunque también se puede presentar en almendras, pecanas y pistachos manejados inapropiadamente. Esto se debe en parte a que las nueces tienen una proporción especial-

mente alta de ácidos grasos poliinsaturados linoleico y linoléico.

El contenido de AGPI varía en la semilla de acuerdo a la edad del árbol, lugar en el cual se cultiva una variedad en particular, régimen de riego y el tiempo de exposición al sol. Indudablemente, otros factores también pueden influenciar el contenido de AGPI. Aunque el contenido de AGPI es un indicador del potencial de rancidez, es más útil entender cómo los factores ambientales afectan el contenido de aceite.

Una forma de hacer más estable la semilla a la rancidez sería crear por mejoramiento variedades con un menor contenido de AGPI. Esta idea ha resultado exitosa en otros cultivos ricos en aceites. Desafortunadamente, en un reciente estudio del contenido de AGPI en nueces recolectadas en todo el mundo no se encontró ningún cultivar que resaltara como un padre potencial por su contenido de AGPI especialmente bajo.

Si la exposición de las semillas al oxígeno puede ser reducida, los olores y sabores a rancio pueden ser minimizados. La rancidez puede ser controlada parcialmente almacenando las semillas en un ambiente bajo en oxígeno, después que han sido bien secadas. Esto se logra envasando las semillas en bolsas con atmósfera modificada, tomando importancia la permeabilidad del plástico al oxígeno.

La testa actúa aparentemente como una barrera física y química. Posee sustancias que actúan como antioxidantes y éstas son preferencialmente oxidadas por el oxígeno del aire y de esta forma protege los ácidos grasos.

La capacidad de estos antioxidantes para proteger la semilla es, sin embargo, limitada. La oxidación de los taninos de la testa resulta en el oscurecimiento de ésta. El oscurecimiento de las semillas durante el almacenaje es el resultado de la oxidación que tiene lugar en la testa. Una testa oscura tiene una capacidad limitada para proteger a la semilla e indica una semilla que ha disminuido su vida útil.

Durante el descascarado, normalmente se rompen semillas y la testa ya no cubre completamente la superficie. Bajo estas condiciones, el almacenar las semillas a una temperatura de 1 a 2 °C (34 a 35 °F), combinada con reducción del oxígeno ha permitido mantenerlas sin rancidez hasta por dos años. Esto se debe a que las bajas temperaturas hacen más lentas todas las reacciones químicas (incluyendo aquellas del metabolismo normal de las nueces), que contribuyen al enranciamiento y el bajo contenido de oxígeno retarda las oxidaciones.

Los envases comerciales de nueces descascaradas frecuentemente son tratados con antioxidantes sintéticos antes del embalaje. Los antioxidantes ayudan a prevenir la oxidación de la testa.

Resumen

- Elegir una variedad adecuada por potencial de color claro. Para el mercado de nuez descascarada debe ser Howard, Chandler o Serr.
- Cosechar y secar rápido.
- Secar en secador, teniendo claros los valores de capacidad de secado y de T°.
- Evitar el calor, la humedad y la luz.
- Realizar análisis de calidad en el predio.

15. POSTCOSECHA¹⁴

Consta de distintas etapas:

- Despelsonado, despedrado
- Secado
- Almacenado

En el secado es importante:

- Humedad de ingreso y de salida (alternativas de medición).
- Temperatura de secado.
- Tiempo de secado.
- Flujo de aire. (2000 m³/m²)

En el almacenaje se deben considerar los siguientes parámetros:

- Humedad del producto (Ncc 8%; Nsc 9%)
- Humedad relativa 50%
- Temperatura 5°C
- Luz

Envases:

- Sacos
- Bins

16. SECADO DE NUECES¹⁷

Las nueces deben ser secadas a 8% de humedad base húmeda poco después de cosecha para mantener una óptima vida de almacenaje y calidad. Antes de 1920 las nueces producidas en California eran secadas sobre bandejas de madera al sol directo. Este secado al sol era una labor intensiva y requería de hasta 12 días en condiciones de mal tiempo. Ya en 1929 la mitad de la producción de nueces de California era secada en secadores con aire caliente, lo cual resultaba alrededor de seis veces más rápido que el secado al sol. Los tres principales secadores de esa época fueron: (1) secadores de cajón abierto (construido por Mahoney); (2) secadores de cajón con recirculación de aire y capacidad de revertir el flujo de aire (Ward) y (3) secadores de tambor rotativo (Bishop). A fines de los años 30 el secador "Brown multistage" fue el más popular.

16.1. Tipos de secadores actualmente en uso

Actualmente los secadores más comunes son el de cajón estacionario, pallet bin, de remolque y de remolque de granos modificado. El Cuadro 16.1 muestra las ventajas y desventajas de estos cuatro tipos de secadores.

Secador de bins estacionario

Generalmente se construyen con una capacidad total de 25 ton, pero se subdivide en cajones individuales más pequeños de 1 a 5 ton de capacidad (Figura 16.1). La base del secador se construye con un ángulo de 30° para que las nueces llenen el cajón con un mínimo de orden. Un cajón tiene usualmente de 1,5 a 2,1 m de alto (5 a 7 pies). Las nueces son cargadas por la parte alta del cajón y descargadas por la parte baja a través de una puerta. Se usan correas transportadoras para llenar y vaciar el secador. El aire

CUADRO 16.1. Comparación de los tipos de secadores más usados en California (Adaptado de Thompson, J. *et al*, 1998)

	Cajón estacionario	Pallet bin (incluido montacargas)	Remolque	Remolque de granos
Costo de compra	Alto	Alto	Moderado a alto	Bajo
Mano de obra requerida	Baja	Moderada	Baja	Baja
Facilidad para secar lotes pequeños (menores a 1 ton)	Buena, dependiendo del tamaño del cajón	El mejor	Mala	Mala
Conveniencia para manejar a granel	Buena	Mala	Mala	La mejor

¹⁷ Transcripción de la presentación realizada por Carlos Rojas. en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 26 de enero de 2005. Esta charla está complementada con la traducción del capítulo 34: Dehydration, del libro Walnut Production Manual, 1998. Autores: James F. Thompson, Tom R. Rumsey, and Joseph A. Grant.

caliente, a una temperatura de 43,3 °C (temperatura máxima permitida para las nueces), pasa a través de las nueces a una tasa de 0,4 a 0,7 m³/min por m³ de nueces en el cajón.

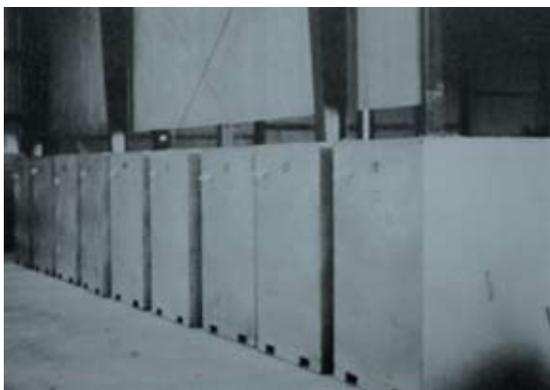
FIGURA 16.1. **Secador de cajón estacionario**
(Foto gentileza de Ing. Agr. Andrea Albornoz Z.).



Secadores de pallet bins

El sistema de pallet bins (Figura 16.2) consiste en una cámara de aire caliente subterránea sobre la cual se ponen bins con la base tipo pallet, de 1,2 a 1,8 m (4 a 6 pies) de altura. El piso de algunos bins puede ser inclinado, de manera que las nueces puedan ser sacadas a través de una puerta corredera en el fondo del bin. Algunos bins tienen un piso horizontal y son descargados con un montacargas. El aire caliente, a 43 °C, es soplado a través de las nueces a tasas similares a aquellas utilizadas en el cajón estacionario.

FIGURA 16.2. **Secador de "Pallet bin"**
(Adaptada de Thompson, J. et al., 1998).



Secador de Remolque

Es igual al cajón estacionario en cuanto a temperatura y tasa de flujo del aire, pero las nueces se secan

sobre un remolque de 4 ruedas (Figura 16.3). El remolque tiene 1,5 a 1,8 m de altura útil y capacidad para 5 a 10 ton. El aire caliente lo genera un equipo ventilador-quemador portátil, el cual es repartido entre la capa de nueces a través de un piso de malla en la base del remolque. Las nueces pueden ser transportadas hasta la planta procesadora en el mismo remolque. Los modelos más caros tienen frenos, para reducir el riesgo de accidentes en la ruta y algunos tienen un sistema de descarga propio.

FIGURA 16.3. **Secador de remolque**
(Adaptada de Thompson, J. et al., 1998).



Secador de Remolque de granos modificado

El remolque de granos modificado (Figura 16.4) tiene una capacidad de 12 a 13 ton de nueces secas cuando se le ajustan las extensiones de pared de 1,2 m. Se requiere de un equipo portátil de ventilador y quemador y un ducto para llevar el aire caliente al remolque, transformando así un remolque de granos en un secador de nueces. Generalmente estos remolques tienen frenos.

FIGURA 16.4. **Secador de remolque de granos modificado**
(Adaptada de Thompson, J. et al., 1998).



16.2. Principios de secado

El entendimiento del secado de nueces ha sido producto de las experiencias en laboratorio y en el campo, junto con modelos matemáticos que simulan el proceso de secado.

Contenido de humedad

El porcentaje de humedad de un material dado se define como el peso de agua en el material dividido por el peso total del material. El Cuadro 16.2 muestra el peso de las nueces en un bin de 1,2 x 1,2 x 1,8 m a varios contenidos de humedad. Al secar las nueces y bajar la humedad de un 35 a un 8% se remueve un total de 376 kg de agua. Una consideración importante al secar las nueces es el sobrecado, el cual resulta en pérdidas debido a que se pierden kg de producto. Sobrecando un 2%, lo cual es muy común, se pierden 20 kg/ton. En un secador de 4 ton se perderán 80 kg y en uno de 10 ton se perderán 200 kg.

CUADRO 16.2. **Peso de las nueces en un bin de 2000 lbs a varios contenidos de humedad** (Adaptado de Thompson, J. et al., 1998).

Humedad promedio (%)	Peso del bin (kg)	Diferencia de peso a 8% de humedad	Densidad (kgs/m ³)
35	1.282	376	471,6
8	906	0	333,3
6	887	19	326,3
4	868	38	319,3
2	851	55	313,1

Bin de 2,72 m³

Variabilidad de la humedad

El contenido de humedad de las nueces antes del secado varía de acuerdo a la fecha de cosecha y las

condiciones del tiempo. Dentro de un lote dado, el contenido de humedad de las nueces individuales puede variar significativamente. Un ejemplo de esta variabilidad se muestra en el Cuadro 16.3, donde se dan los rangos de humedad para nueces individuales de Ashley (variedad temprana) antes y después del secado en un bin pallet. El promedio de humedad inicial fue de 23,7%, con un rango de humedad individual de 15 a 55%. El promedio final de humedad (de la parte alta del bin) fue 6,2 %, con un rango de humedad individual de 3 a 13%.

Este nivel de variabilidad en la humedad de las nueces requiere sacar una muestra de a lo menos 20 a 30 nueces para determinar la humedad al final del secado. Muestras de sólo 5 nueces, por ejemplo, pueden dar una estimación inexacta del promedio del bin. La ubicación de las muestras es también importante.

Contenido de humedad de equilibrio

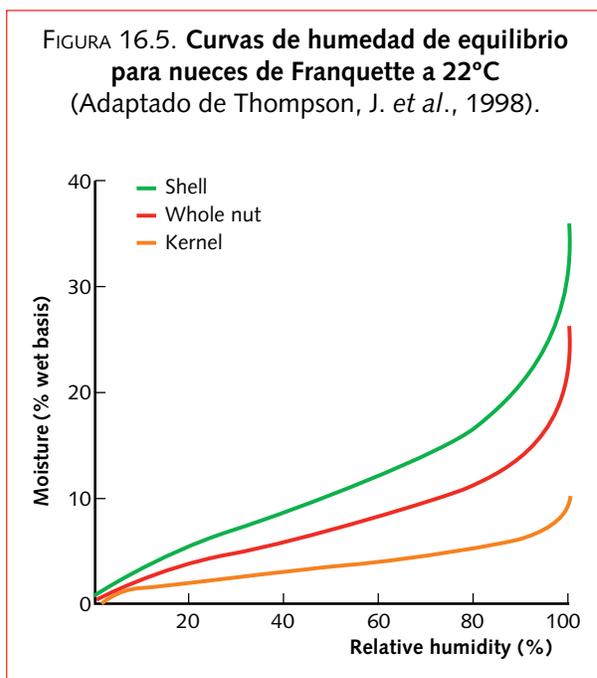
La humedad estable que alcanzan las nueces si son expuestas a una constante humedad relativa (HR) y temperatura del aire se denomina contenido de humedad de equilibrio. La Figura 16.5 grafica el contenido de humedad de equilibrio y su relación con la humedad relativa. Para nueces enteras el 8% de humedad corresponde a 60% de humedad relativa a temperatura ambiente. Las nueces expuestas a 43,3 °C y 20% HR, condiciones típicas del secado de nueces, alcanzarán 4% de humedad, si permanecen en el secador por un largo tiempo.

Las humedades de equilibrio para la cáscara y la semilla son diferentes. Cuando las nueces son sacadas de un secador, normalmente la humedad de la semilla es más alta que la de la cáscara. Las mediciones del contenido de humedad en la mayoría de los casos están referidas a la nuez completa. Usar sólo la

CUADRO 16.3. **Distribución del contenido de humedad de 100 nueces 'Ashley'** (Adaptado de Thompson, J. et al., 1998).

ANTES DEL SECADO		DESPUÉS DEL SECADO	
Rango de Humedad (%)	Porcentaje de la muestra	Rango de Humedad (%)	Porcentaje de la muestra
10. - 15	0	3 - 4	1
15 - 20	11	4 - 5	23
20 - 25	27	5 - 6	37
25 - 30	28	6 - 7	13
30 - 35	12	7 - 8	13
35 - 40	12	8 - 9	4
40 - 45	7	9 - 10	3
45 - 50	0	10 - 11	2
50 - 55	3	11 - 12	2
55 - 60	0	12 - 13	2
Humedad promedio = 23,7 %		Humedad promedio = 6,2 %	

humedad de la semilla para representar la de la nuez completa puede resultar en lecturas falsas.



El tiempo de almacenaje de las nueces depende de la temperatura y humedad relativa (%) (Cuadro 16.4).

Referencias

- Hendricks, L.; Coates, W.; Elkins, R.; McGranahan, G.; Phillips, H.; Ramos, D.; Reil, W. and Snyder, R. 1998. Selection of varieties. pp. 84-89. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.
- Norma Chilena Oficial. 2000. NCh 528.Of2000. Nueces con cáscara - Requisitos. Ed: INN-Chile. 12 p.
- Norma Chilena Oficial. 2001. NCh 529.Of2001. Nueces sin cáscara - Requisitos. Ed: INN-Chile. 11 p.
- Olson, W.; Labavitch, J.; Martin, G. and Beede, R. 1998. Maturation, harvesting, and nut quality. pp. 273-276. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.
- Thompson, J.; Rumsey, T.; Martin, G. and Grant, J. 1998. Deshydration. pp. 277-284. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.

CUADRO 16.4. Tiempo de almacenaje según temperatura y humedad relativa para frutales de nuez

Especie	Temperatura de almacenaje			Humedad relativa %
	0 a 7,2	0	-17,8	
Almendras				
en cáscara	1 año +		1 año +	60 a 75
sin cáscara		1 año	1 año +	60 a 75
Nueces				
en cáscara	1 año		2 años +	70 a 75
sin cáscara		1 año +	2 años +	70 a 75
Pecanas				
en cáscara	1 año		2 años +	65 a 70
sin cáscara		1 año	2 años	65 a 70 +
Pistachos				
en cáscara	1 año		3 años	65 a 70
sin cáscara		1 año	3 años	65 a 70
Castañas				
en cáscara	1 mes		1 año +	90 a 95
sin cáscara, deshidratada	1 año +	1 año +	1 año +	65 a 70

Fuente: Harvesting and storage your home orchard's nut crop. Publication 8005. U. de California, 1998.

MÓDULO V. Evaluación fenológica del nogal

17. EVALUACIÓN FENOLÓGICA DEL NOGAL¹⁸

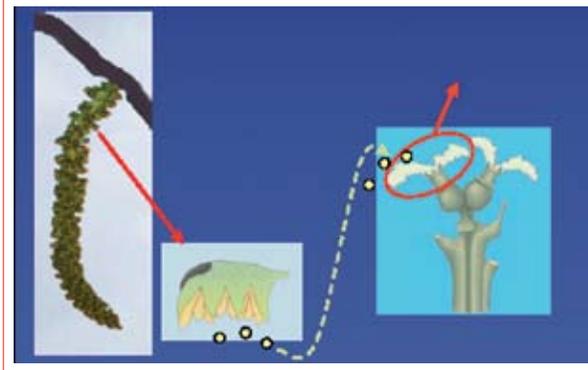
El nogal es una especie de polinización anemófila, presenta un hábito de floración diclino monoico, lo que significa que genera inflorescencias masculinas, o amentos, y flores femeninas dentro del mismo árbol. Sin embargo, la aparición de las flores dentro del árbol no ocurre siempre simultáneamente, lo que se conoce como dicogamia. El estado de las flores femeninas, más precisamente la apariencia de los estigmas (Figuras 17.1 y 17.3), da una idea de la receptividad de la flor, así como la apariencia de los amentos da una idea de la producción de polen.

A diferencia de lo observado en diferentes frutales, en el nogal el que ocurra más o menos depósito de polen dentro de la flor puede traer problemas en el cuaje y futuro desarrollo del fruto. En Chile se detectan caídas de flores ya sea por falta de polen, como por exceso, esto último conocido como AFP (aborto de flores pistiladas), lo que se manifiesta en diferente magnitud dependiendo de la variedad, localidad o edad del huerto. Por ejemplo, para la variedad "Serr" se indica hasta un 90% de caída de flores por este problema, para "Chandler" 15% y para "Hartley" de 3 a 50%.

Dada la escasa información al respecto, y la necesidad de conocer la dinámica de la floración de las variedades cultivadas en Chile, el Comité de Nueces de Chile (CHILENUT), junto con la Universidad de Chile y con la colaboración de diferentes agricultores, realizó un estudio de la fenología del nogal en distintas variedades y zonas geográficas.

El objetivo general de este estudio fue describir la fenología del nogal, en la zona central de Chile (Regiones V, RM y VI).

FIGURA 17.1. Representación esquemática de la polinización en nogal



Para describir la fenología, se consideró:

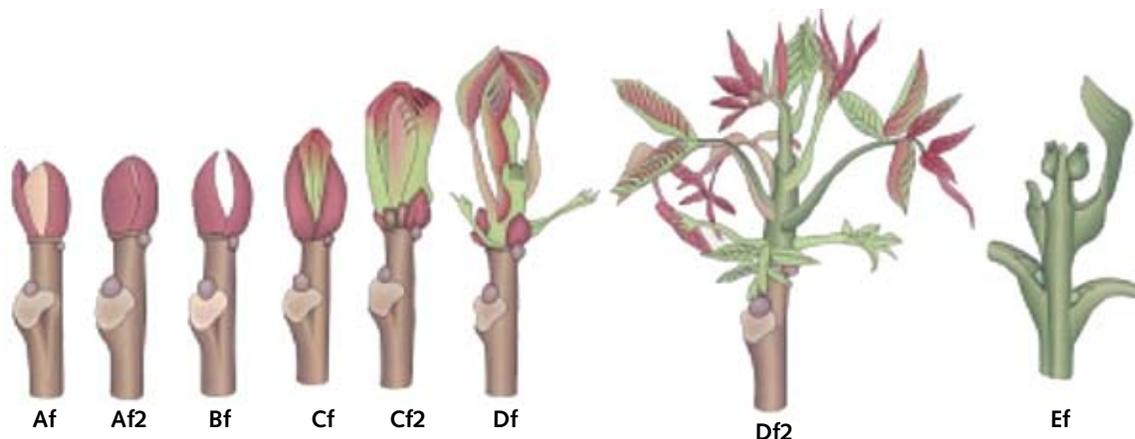
- Brotación (fecha de inicio y porcentaje)
- Evolución de la floración
- Hábito de fructificación
- Llenado de fruto (caracterización)

Para ello, se eligieron dos árboles representativos por variedad y huerto en estudio, que fueran homogéneos en tamaño y vigor, y que estuvieran separados espacialmente a un mínimo de 100 m de otra variedad.

Para describir la fecha de inicio y porcentaje de brotación, se escogieron 3 ramillas de un año por árbol (de 1,5 a 2,5 m de longitud) y 3 secciones de ramillas de 2 años (mayores a 1 m de longitud), bien iluminadas con orientación norte u oeste. Cada 7 días se evaluó el estado de yemas y de dardos, hasta fin de brotación y aparición de flores pistiladas, de acuerdo a los estados fenológicos descritos en la Figura 17.2.

¹⁸ Transcripción de la presentación realizada por Gabino Reginato M., Ing. Agrónomo, M.Sc. Facultad de Ciencias Agronómicas U. de Chile y Andrea Albornoz Z. Ing. Agrónomo en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 25 de mayo de 2005.

FIGURA 17.2 Estados fenológicos del desarrollo vegetativo del nogal hasta la aparición de las flores pistiladas (Germain *et al.*, 1999).



La evolución de la floración y el porcentaje de caída de flores se evaluó en una rama por árbol, evaluando cada 2 días el número de flores pistiladas en diferentes estados de desarrollo (Figura 17.3), número de cicatrices y número de amentos liberando polen, considerando aquellos en los estados fenológicos Fm, Fm2 y Gm (Figura 17.4).

El llenado del fruto se caracterizó a partir del 1º de diciembre, recolectando semanalmente 5 frutos por variedad y huerto, para determinar el inicio y fin de llenado (Figura 17.5).

FIGURA 17.3. Estados de desarrollo de la flor pistilada (Germain *et al.*, 1999).

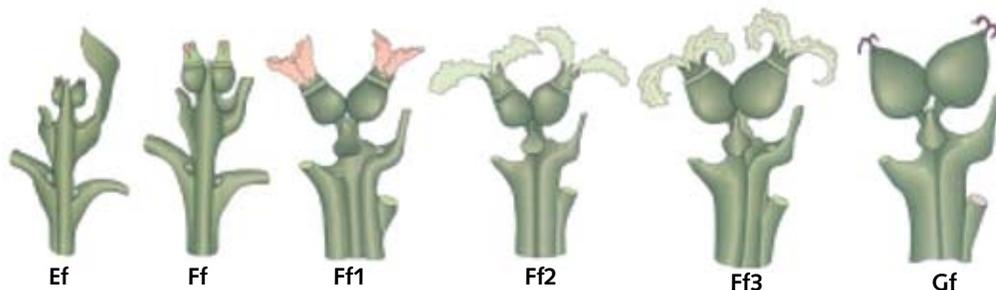


FIGURA 17.4. Estados de desarrollo de los amentos (Amg: estado en que el amento pasa el invierno) (Albornoz, 2003).

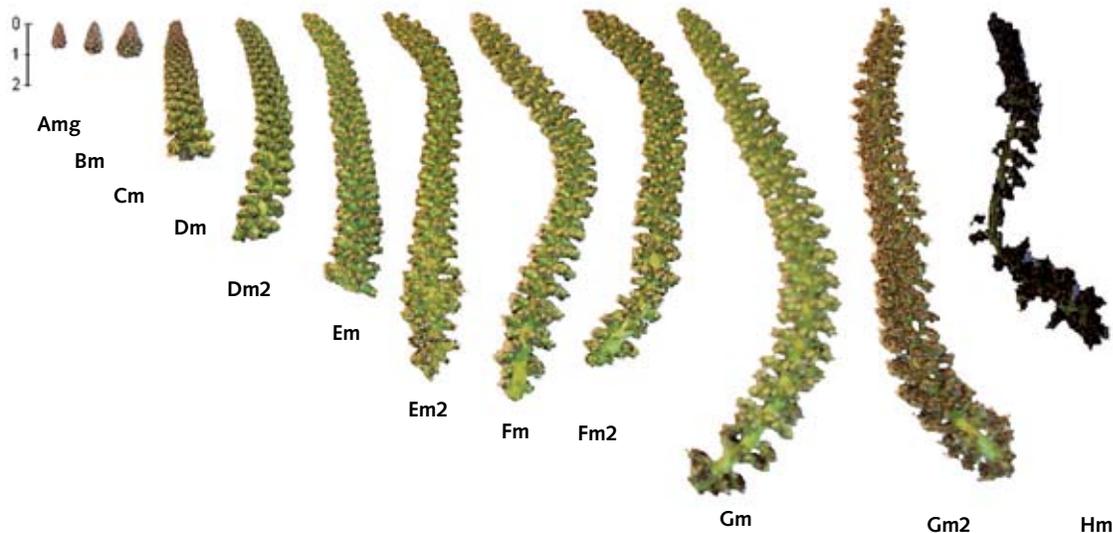


FIGURA 17.5. Estados iniciales de desarrollo de la semilla del nogal
(Foto: Ing. Agr. Andrea Albornoz).



17.1. Período de brotación

La fecha de brotación no sólo dependió de la zona geográfica. En general, la brotación ocurrió entre inicios de septiembre a mediados de octubre para diferentes variedades y zonas. En general, Serr fue

la primera variedad en brotar, seguido de Sunland, Howard y Chandler, respectivamente (Figura 17.6).

El período de brotación fue, en general, más corto en 'Serr' (20 días), seguido por 'Sunland' (25 días), Chandler (27 días) y Howard (30 días) (Figura 17.7).

FIGURA 17.6 Período de brotación de las distintas variedades en cada uno de los huertos evaluados. Entre paréntesis se indica el año de plantación (Reginato *et al.*, 2005).

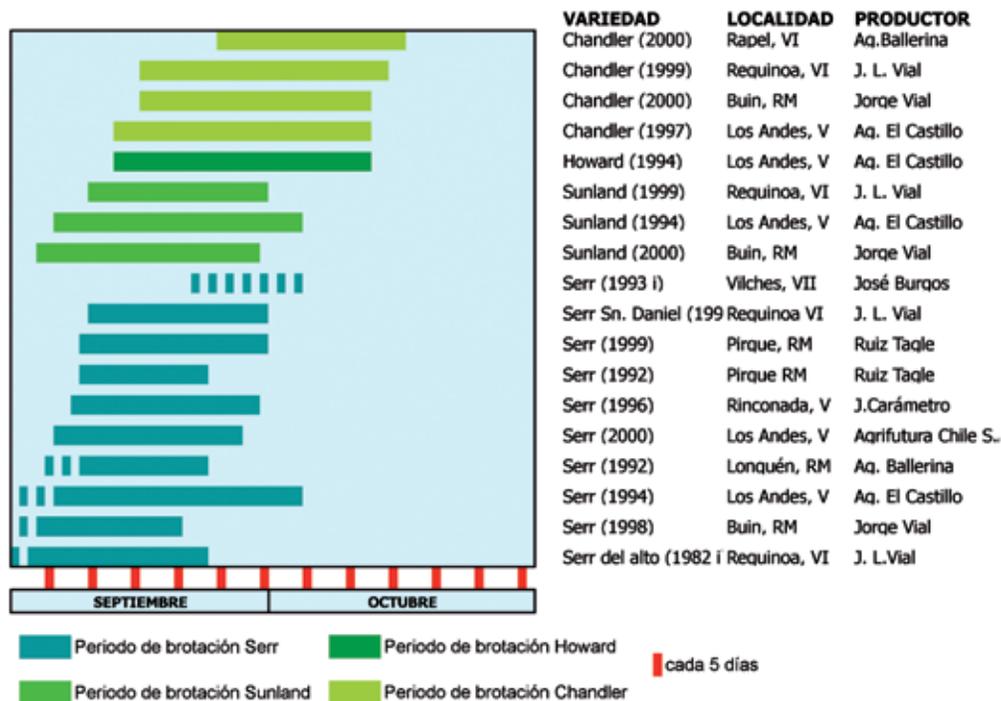
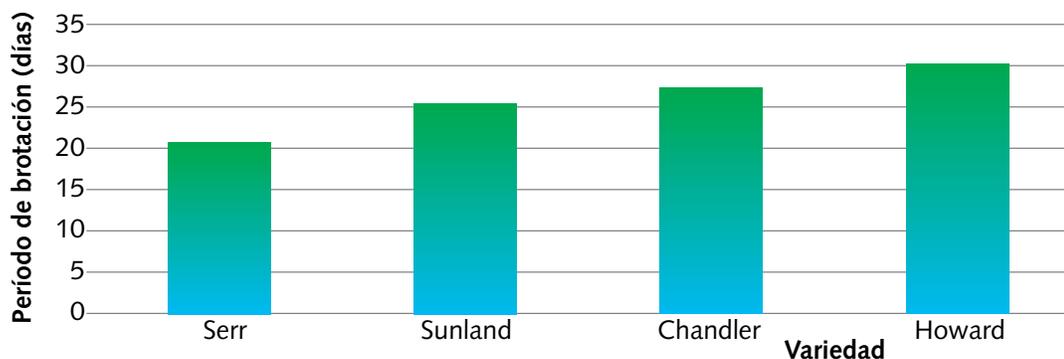
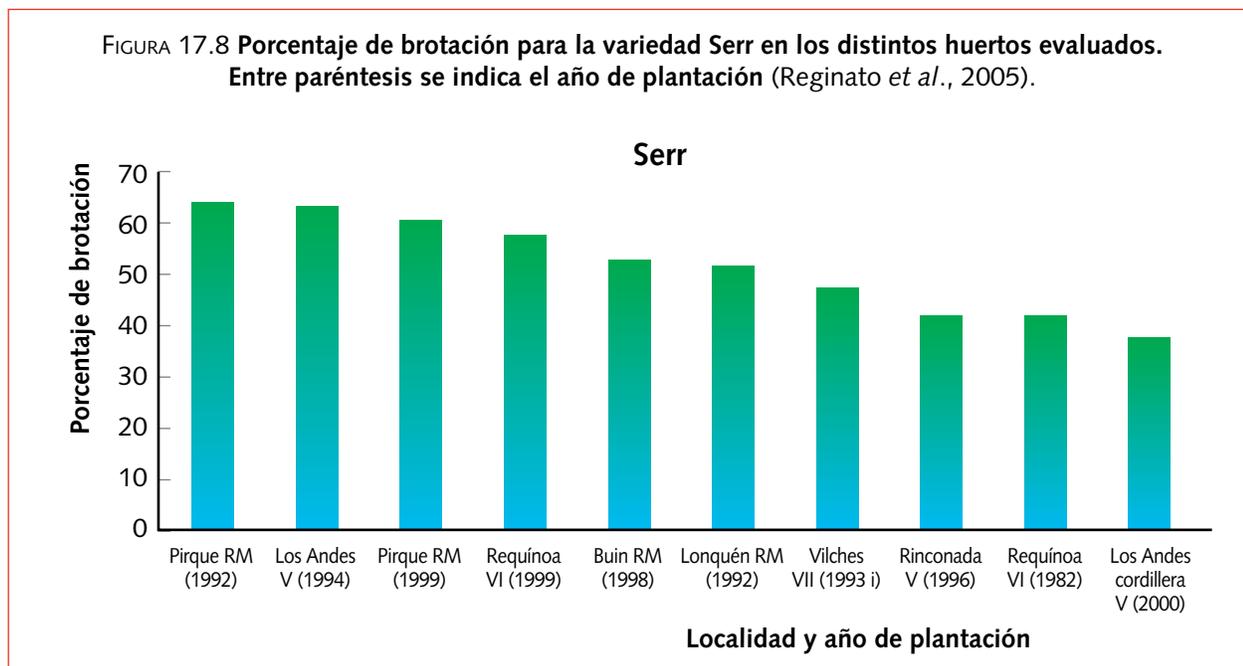


FIGURA 17.7. Largo del período de brotación para distintas variedades evaluadas (Reginato *et al.*, 2005).

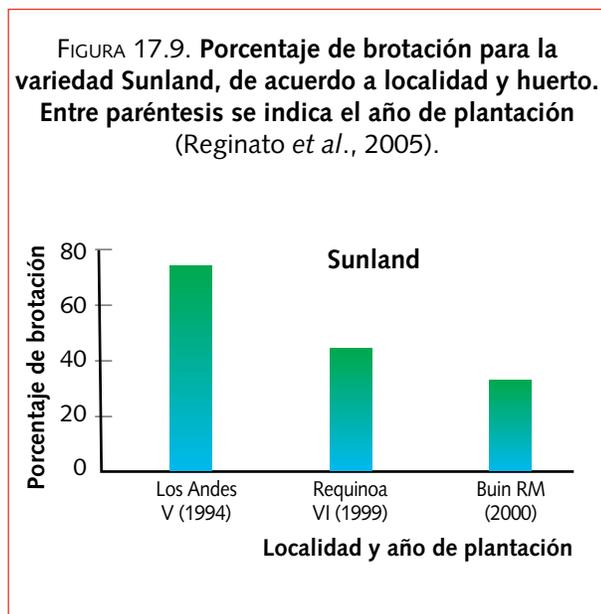


17.2. Porcentaje de brotación

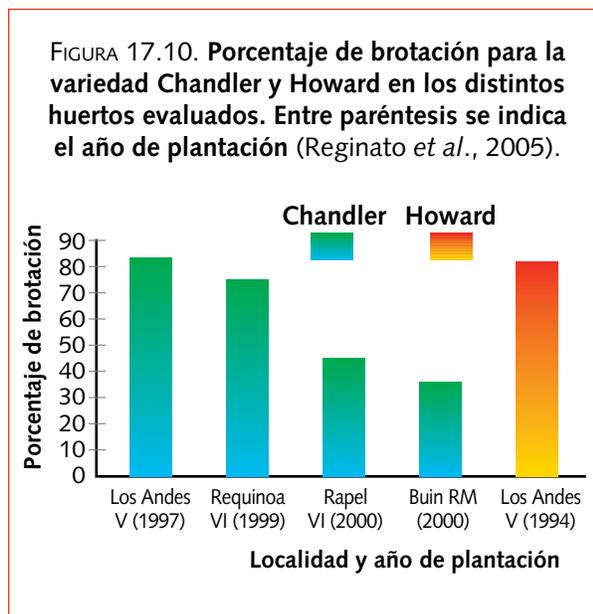
En la variedad Serr, el porcentaje de brotación varió entre un 37,2 y 64% (Figura 17.8), sin un patrón claro respecto de zonas o edad de los árboles.



Para 'Sunland' el porcentaje de brotación varió entre un 33,1 y 74,2% (Figura 17.9), con mayor brotación en el huerto de mayor edad, ubicado en Los Andes.



'Chandler' presentó una brotación entre 36 y 83,9%, con mayor brotación en los huertos de más edad. En el caso de 'Howard', donde existió sólo un huerto en estudio, en Los Andes, se obtuvo un 82,4% de brotación (Figura 19.10).



17.3. Distribución de las flores y brotes a lo largo de la ramilla

A medida que la ramilla presenta menor longitud, la brotación y floración se concentran en los ápices, en

otras palabras, el hábito de brotación y floración es distinto, dependiendo del largo de la ramilla, brotando mucho más uniforme a lo largo de las ramillas en aquellas de mayor longitud (Figuras 17.11 y 17.12).

FIGURA 17.11. Distribución de flores a lo largo de ramillas para distintas variedades, y largo de ramillas (Reginato *et al.* 2005).

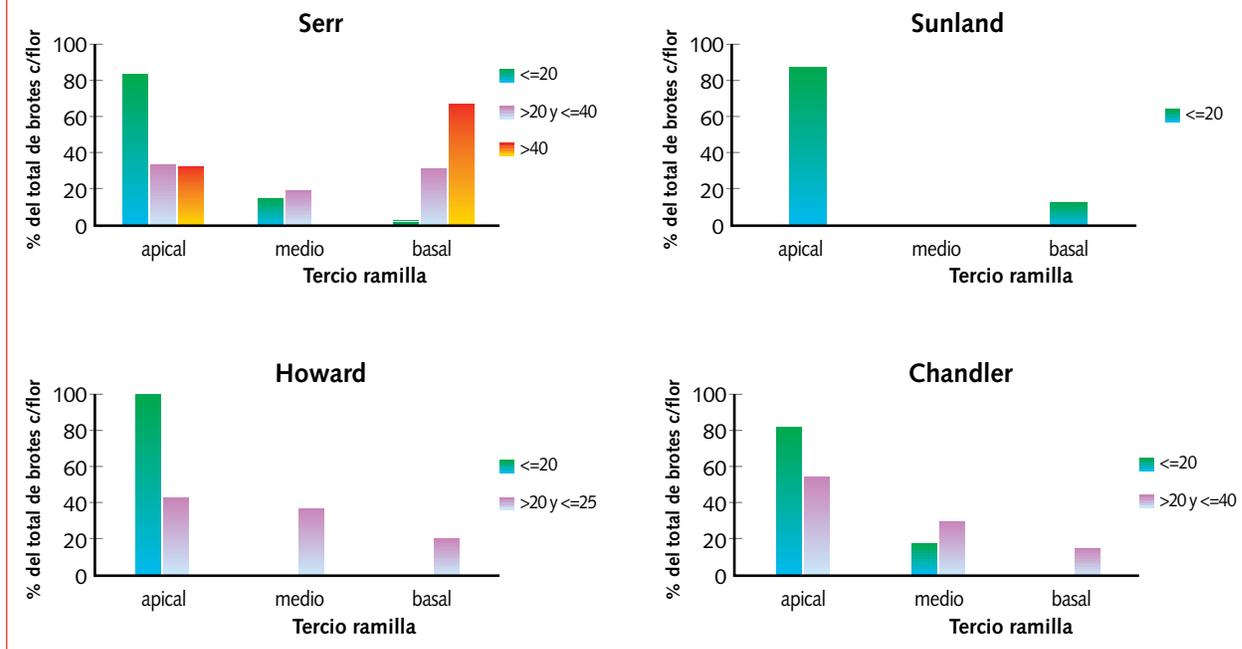
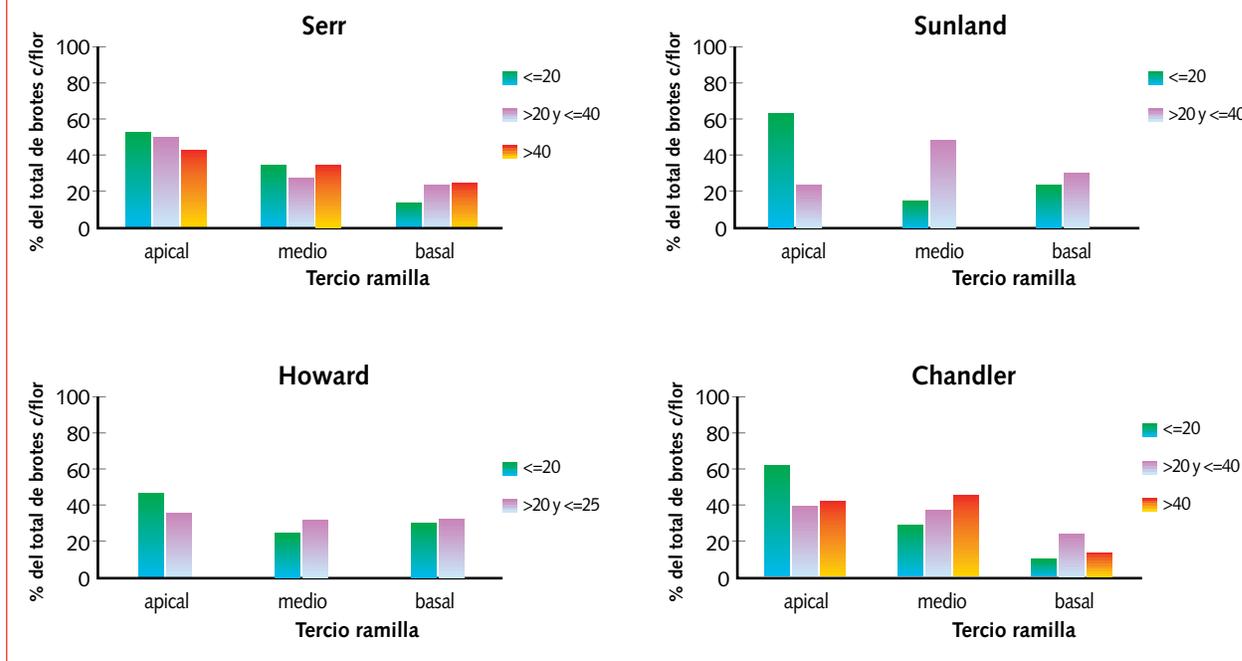


FIGURA 17.12. Distribución de brotes a lo largo de ramillas para las distintas variedades y largo de ramillas (Reginato *et al.* 2005).



17.4. Período de floración femenina

La aparición de flores femeninas ocurrió de igual forma que la brotación siendo 'Serr' la primera en bro-

tar, seguida de 'Sunland', 'Howard' y 'Chandler'. La floración se inició, en general, a partir de la segunda semana de septiembre hasta los primeros días de octubre (Figura 17.13).

FIGURA 17.13. Período de floración femenina para distintas variedades y huertos evaluados. Entre paréntesis se indica el año de plantación (Reginato *et al.* 2005).

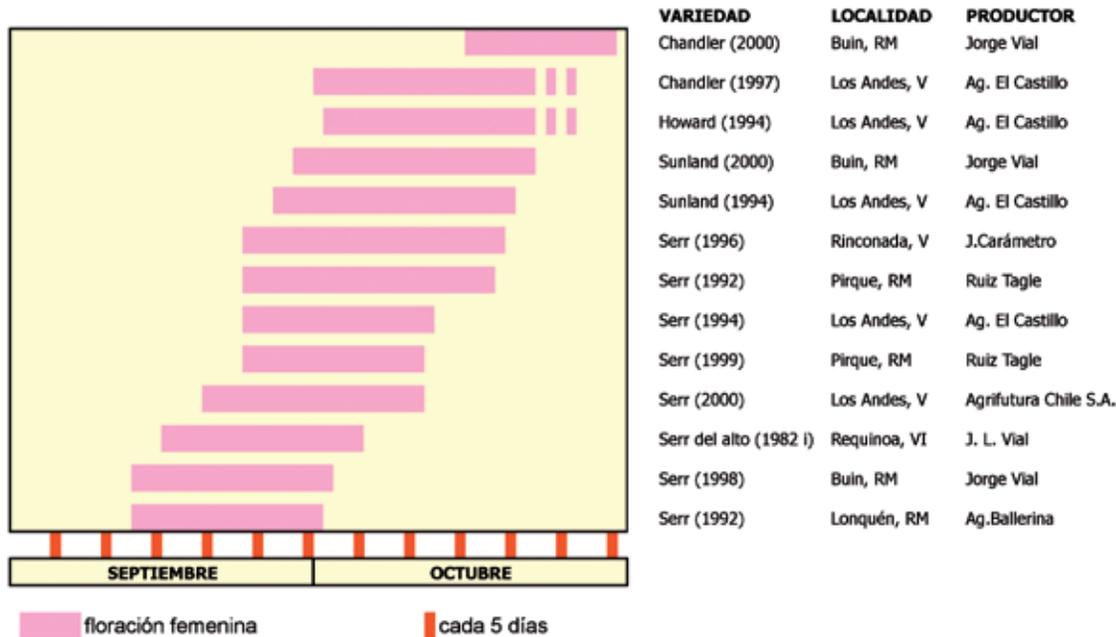
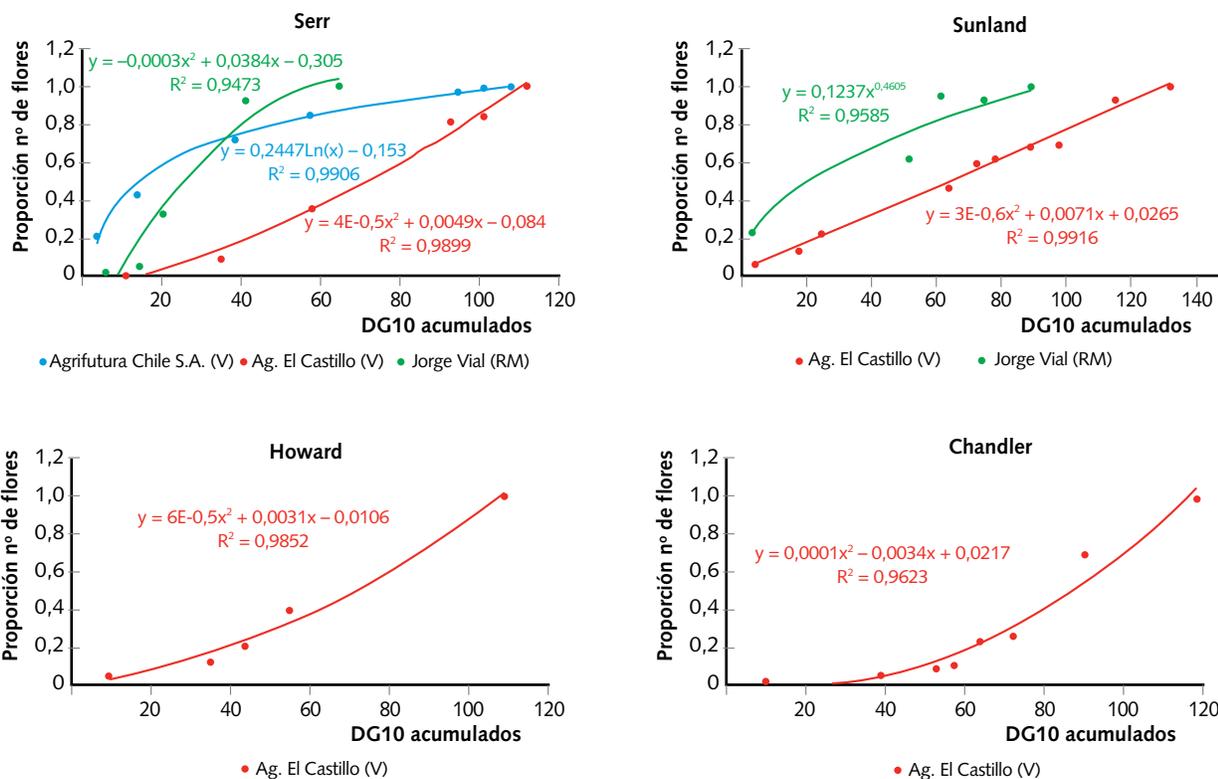


FIGURA 17.14. Evolución de la aparición de flores femeninas para las diferentes variedades como función de los DG10 acumulados (Reginato *et al.* 2005).



La aparición de flores femeninas se ajustó a una función de días grados acumulados (DG10), base 10, contados desde el inicio de la floración, aunque las curvas fueron diferentes para los diversos huertos (polinómicas, logarítmicas, potencial), completándose la floración a diferente número de días grado (Figura 17.14). Esto indica que los días grado base 10 no serían los más adecuado para describir la evolución de la floración. Paralelamente, no se puede descartar a otras variables, además de la temperatura, que influyan en este proceso, como es la característica del material, como vigor, por ejemplo.

17.5. Flores pistiladas y amentos liberando polen

La variedad Serr presentó la mayor caída de flores, fluctuando entre un 21,2 y 86%. A su vez, en esta variedad se presentaron los períodos de traslape entre la floración femenina y masculina más largos, entre 11 y 20 días (Figura 17.15).

Existió una alta correlación entre el número de días de traslape de la floración masculina con la femenina y el porcentaje de caída de flores postiladas (AFP), observándose que mientras más tiempo esté la flor femenina expuesta a la liberación de polen existe una mayor caída de éstas (Figura 17.16).

FIGURA 17.16. Caída de flores femeninas en función del período de traslape entre la floración femenina y masculina (Reginato *et al.* 2005).

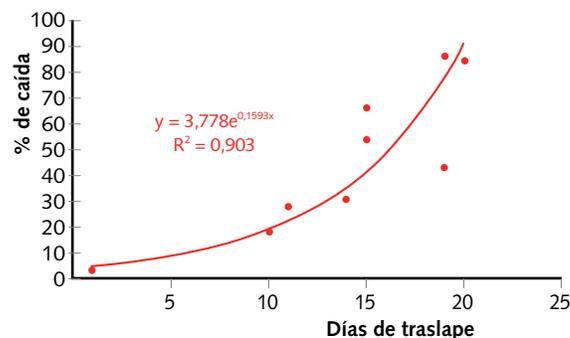
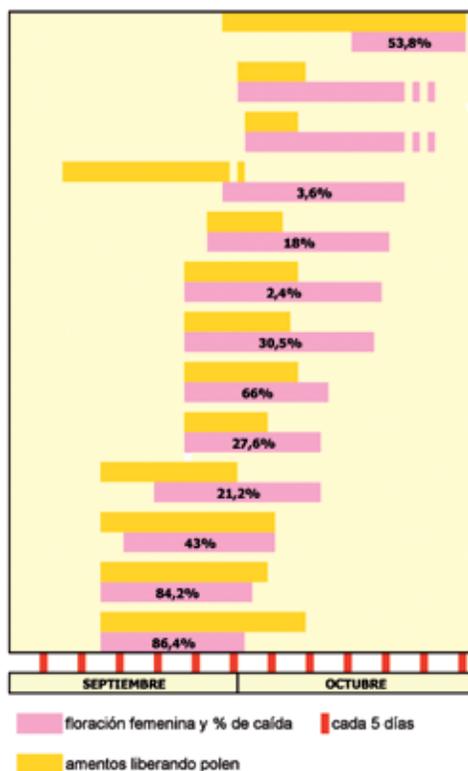


FIGURA 17.15. Floración de flores pistiladas y amentos liberando polen, y número de días de traslape entre éstos (Reginato. *et al.* 2005).



VARIEDAD	LOCALIDAD	PRODUCTOR
Chandler (2000)	Buín, RM	Jorge Vial
Chandler (1997)	Los Andes, V	Ag. El Castillo
Howard (1994)	Los Andes, V	Ag. El Castillo
Sunland (2000)	Buín, RM	Jorge Vial
Sunland (1994)	Los Andes, V	Ag. El Castillo
Serr (1996)	Rinconada, V	J. Carámetro
Serr (1992)	Pirque, RM	Ruiz Tagle
Serr (1994)	Los Andes, V	Ag. El Castillo
Serr (1999)	Pirque, RM	Ruiz Tagle
Serr (2000)	Los Andes, V	Agrifutura Chile S
Serr del alto (1987; Requinoa, VI)		J. L. Vial
Serr (1998)	Buín, RM	Jorge Vial
Serr (1992)	Lonquén, RM	Ag. Ballerina

17.6. Llenado de frutos

El llenado de frutos se caracterizó de acuerdo al crecimiento y desarrollo del embrión indicado en la Figura 17.5, que corresponde a 6 estados descritos por Polito (1998). Encontrándose que, por lo general; para el caso de Serr el desarrollo comienza entre la primera y segunda semana de diciembre y seguido por las diferentes variedades (Figura 17.17). El desarrollo completo del embrión se verifica, en la mayoría de los casos, antes del 20 de enero, completándose posterior a esta fecha solamente en la variedad Serr en Vilches, VII Región, y un huerto de 'Chandler', plantado el año 2000, en la localidad de Rapel.

Referencias

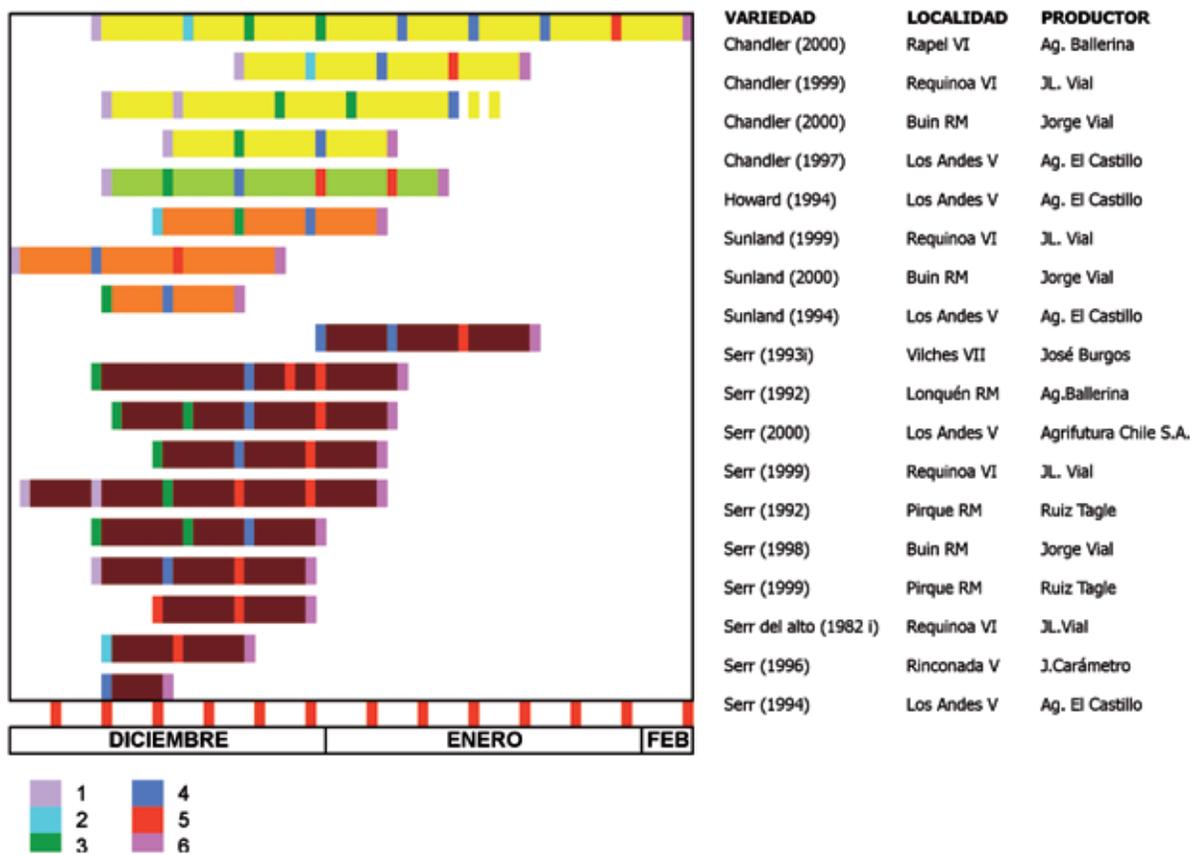
Albornoz; A. 2003. Caracterización de la biología floral del nogal 'Hartley'. Memoria de título Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 27 p.

Germain, E.; Prunet, J. et Garcin, A. 1999. Le noyer. Éditions centre technique interprofessionnel des fruits et legumes. Paris, Francia. 274 p.

Polito, V. 1998. Floral biology: flower structure, development and pollination. pp. 127-132. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.

Reginato, M.; Albornoz, A. y Mesa, K. 2005. Evaluación fenológica del nogal en la zona central de Chile. Temporada 2004-2005. Chilenuc. 32 p.

FIGURA 17.17. Estado de llenado del fruto para las distintas variedades y huertos en estudio (Fuente: Reginato *et al*, 2005).



MÓDULO VI. **Poda del nogal**

18. PODA Y SISTEMA DE CONDUCCIÓN¹⁹

El cultivo del nogal existe comercialmente en Chile desde hace mucho tiempo, encontrándose hoy en día mayoritariamente plantaciones de semilla de alrededor de 25 años y plantaciones de 'Serr' de 10 a 15 años de edad. Debido a la edad y mal manejo de estos huertos, la mayoría se encuentra con problemas de emboscamiento. Los conocimientos generados en los últimos años han permitido la introducción de nuevas variedades y manejos para el nogal, aumentando y profesionalizando este cultivo en el país. Sin embargo aún existe un desconocimiento entre la mayoría de los productores en cuanto a los hábitos de crecimiento y floración del nogal, lo que dificulta su manejo y buen control de poda.

18.1. Poda de nogales

Para poder decidir la poda y conducción del nogal, lo primero a tomar en cuenta es la distancia de plantación de este.

Para ordenar la poda general del nogal, ésta se puede separar en tres etapas:

- Poda de formación (1 a 4-6 años)
- Poda de producción (4-6 a 10-12 años)
- Poda de rejuvenecimiento (12 a 15 años)

18.1.1 Poda de formación

- Formar estructura (cortar eje a 2,3 – 2,5 m desde el suelo)
- Anticipar producción (dejar cargadores 2º-3º año). Por lo que se obtienen ingresos rápidamente
- Es la etapa más importante (crece 1 m/ año). Se debe tener cuidado en no apresurar el crecimiento del árbol para poder manejar su vigor y obtener ramas madres de buena calidad y una buena altura en el tronco.
- Pisos 4 ramas - 3 m – piso 3-4 ramas
- Ramas en espiral, separadas a 30 cm y 120º
- Eje libre

- Solaxe
- Fundamental riego – fertilización

Por lo general, plantas vigorosas de nogal van a producir fruta en la yema terminal, a excepción de las variedades que producen lateralmente. Esta última característica de fructificación lateral está relacionada directamente con la precocidad.

La altura desde la base del tronco a la primera rama madre debe ser la adecuada para el tipo de cosecha que se pretende. Para cosecha mecánica se recomienda dejar el tronco lo más recto posible y a una altura de 1.5 m, con el objetivo de remecer el árbol sin problemas y permitir el paso de la barredora lo más cerca del árbol.

En la primera temporada de crecimiento, se deben eliminar las yemas y ramas de mucho grosor para poder formar bien el árbol. Al escoger las ramas madres es preferible utilizar la yema secundaria, ya que tiene un mejor ángulo de inserción que permitirá una mejor formación del nogal.

18.1.2. Poda de producción

- Al 4º año 1,4 ton/ha. Serr a 7x7 m.
- 5 o más ton/ha al 6º - 7º año
- Fluctuación en el rendimiento 7 – 10 años
- Baja de producción sobre 10 años, es necesario manejar la iluminación y vigor del árbol para no tener problemas de emboscamiento.
- Importante: Renovar madera frutal. La madera frutal posee una duración de 5 a 6 años, luego comienza a producir fruta de bajo calibre y por lo tanto es mejor cambiarla por una rama más joven y vigorosa.

18.1.3 Poda de rejuvenecimiento

- Rebajar la punta: poco resultado, vigor concentrado cerca de los cortes gruesos.
- Entresacar ramas gruesas: Buen resultado si se inicia a tiempo.
- Poda tipo seto: se está evaluando, se ve promisorio. Mejora la fumigación, renovación de material y entrada de luz.

¹⁹ Transcripción de la presentación realizada por Carlos Rojas. en el curso de formación continua "Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 25 de mayo de 2005.

18.2. Tipos de dardos

En general, si el dardo es mayor a 30 cm es más probable que broten las yemas terminales y subterminales, produciendo fruta de buen calibre. La yema terminal producirá un brote de mejor calidad que la yema subterminal (Figura 18.1). En el caso de los brotes que no producen fruta, un brote de mayor largo y grosor producirá, a la temporada siguiente buenos brotes y fruta de buena calidad.

FIGURA 18.1.²⁰ Vigor productivo de los dardos de nogal dependiendo de su longitud y grosor



En cuanto a la poda para obtener un buen calibre de fruto, una poda liviana y raleo de frutos se relacionará con una vida útil de dardos de 8 a 10 años, con mayor producción en las ramas largas y yemas terminales. El número de hojas de hojas está directamente relacionado con el calibre debido a la producción de foto asimilados para su crecimiento.

Sin embargo no sólo es importante preocuparse de la fruta, sino que también es necesario “cosechar dardos”, vale decir; elegir brotes de buen vigor que formarán dardos productivos para la siguiente temporada. Además, dardos de mayor tamaño tienden a producir menor número de amentos que los más pequeños, disminuyendo la cantidad de polen en el huerto y la abscisión de flores pistiladas.

Una técnica que se puede utilizar para obtener brotación basal es el anillar las ramas, de manera de no perder la fruta al cortar la rama y obtener ramas nuevas para rejuvenecer el árbol.

Resumiendo, se comienza a formar el árbol, rebajamos a dos yemas y esperamos que crezca hasta aproximadamente tres metros, en este punto despuntamos para que tome grosor. Es recomendable

la utilización de un tutor relativamente separado del tronco para guiar la planta. Eliminar las ramas muy gruesas o mal ubicadas; en el caso de tener ya los tamaños adecuados de ramas madres pueden pellizcar en verano (diciembre) para lograr fortalecer las ramas que crecen contra el viento. Es importante siempre cuidar y manejar la penetración de la luz hacia el tronco y el espacio en la entrehilera para evitar problemas de emboscamiento posteriores.

18.3. Poda fina

Principalmente para renovación, dejar solo los dardos de buen tamaño, esto puede alargar 2 a 3 temporadas la vida útil de la rama y se mejora el vigor. Se puede utilizar poda mecánica para triplicar la velocidad.

En los huertos de semilla, que por lo general son de edad avanzada, la poda es complicada y costosa, generalmente son muy emboscados, por lo tanto es imprescindible mejorar la penetración de luz para aumentar el rendimiento de la planta.

La poda mecánica es un método válido en nogales, sin embargo es necesario tener claras las distancias a las que se pasará la máquina, mientras más cerca del árbol se corte es mejor ya que se cortan más ramas y no es necesario volver a pasar la podadora.

Otro método para renovar material es hacerlo por partes en diferentes temporadas, así no se pierde tanta fruta, se mantiene continuidad en la producción y se ilumina el centro poco a poco.

18.4. Época de poda

- **Rebaje:** en invierno, la idea es poder observar claramente el árbol y aprovechar el receso de este antes de la brotación (Cuadro 18.1).
- **Ramas completas:** lo más temprano posible en la temporada (hasta enero para aprovechar el crecimiento de febrero) (Cuadro 18.1).
- **Ramas mal ubicadas:** en invierno o temprano en la primavera si acaban de brotar, es más barato y conveniente. Al igual que brotes mellizos (Cuadro 18.1).

²⁰ Figura y cuadro reproducidos a partir de la presentación realizada por Carlos Rojas, en el curso de formación continua “Producción, cosecha y post cosecha de nueces de nogal”, realizado en Santiago el 25 de mayo de 2005.

CUADRO 18.1²⁰ Época de poda en nogales de acuerdo al objetivo

MES	J	J	A	S	O	N	D	E
Formación								
Rebajes	•••••	•••••	•••••		•••••	•••••	•••	•••
Eliminación de ramas completas								
• Eliminar flor/fruta					•••	•••	•••	•••
• Mal ubicadas					•••••	•••••		
• Mellizos					•••••	•••••	•••	•••
• Envejecidas	•••••	•••••	•••••					
• Muertas	•••	•••	•••					
Producción								
Rebajes	•••••	•••••						
Eliminación de ramas completas								
• Mal ubicadas	•••••	•••••	•••••					
• Mellizos					•••	•••		
• Envejecidas	•••••	•••••	•••••					
• Muertas	•••	•••	•••					

En general los rebajes y la poda fina en verano dan mal resultado por lo que no se recomiendan.

Las injertaciones se realizan desde octubre a noviembre.

Al momento de la poda es el único momento en que se revisa planta por planta en el huerto, por lo tanto es un buen momento para observar síntomas y signos de plagas y enfermedades. Lo ideal es que el encargado lleve un mapa para un buen monitoreo y conozca los estados invernales de las plagas (escama de San José, huevos de arañita roja, fitophtora, agalla etc.).

19. PODA Y SISTEMA DE CONDUCCIÓN²¹

Los productores de nuez de nogal hace diez a quince años se preguntaban si era necesario podar el nogal, debido a que en la naturaleza los nogales presentan un gran desarrollo y producción en la periferia del árbol. Sin embargo, si se analiza desde el punto de vista productivo y con la información que se encuentra hoy en día, nos damos cuenta que los árboles se encuentran con mucho follaje en la periferia, y en la parte baja y dentro de la copa se pierde potencial productivo dado el sombreado y la gran estructura de ramas que el árbol debe mantener dado el crecimiento globoso natural, donde la masa productiva está siempre hacia la periferia de la copa, al igual que sucede en la mayoría de los frutales, por lo tanto, no se puede hacer conducción libre del nogal sino que es necesaria la poda.

19.1. ¿Por qué podar?

- **Eficiencia fotosintética.** Que permite mayores reservas en la planta que determinarán la producción. Si llega una adecuada cantidad de luz a una hoja, esta generará reservas para nuevos brotes, frutas, raíces, etc.
- **Cambio del microclima de la planta.** En especial en las zonas del sur del país; la humedad disminuye al interior del follaje evitando la permanencia de patógenos como peste negra, y aumenta la entrada de las aplicaciones de productos químicos aumentando la eficiencia del manejo sanitario.

Es necesario ver la poda como un proceso que se lleva a cabo en distintas etapas de la vida del árbol y estaciones del año. A su vez la poda es parte de un componente de manejo, no un proceso aislado y por lo cual es necesario integrarlo a todas las prácticas de manejo del árbol.

19.2. Poda invernal

Es el momento en que se determina principalmente la estructura de la planta. Esto es, la formación y mantención de un tronco de altura necesaria para la cosecha y ramas que se inserten en el tronco con ángulos abiertos, de lo contrario se forman problemas mecánicos, de la fijación y sustento del árbol, e hidráulicos, de los elementos que se absorben, movilizan y alimentan a la planta. A su vez mantener estructuras adecuadas para evitar rupturas de ramas

²¹ Transcripción de la presentación realizada por Gamalier Lemus S., Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 25 de mayo de 2005.

y a veces incluso del árbol que disminuye el flujo de la planta disminuyendo a su vez el potencial de esta.

Es importante al formar la planta pensar en el tipo de cosecha que se va a utilizar, una cosecha mecanizada necesita un árbol recto, tronco largo con la copa bien distribuida sobre éste, pensando si será necesaria una conducción en copa o eje para ser más o menos eficiente el uso de la cosechadora mecánica.

En el INIA se ha trabajado en base al uso de la conducción en eje central de manera de aumentar la densidad de plantas por hectárea, que es lo principal a la hora de decidir la forma de conducción. De esta forma, la corrección de los ángulos de inserción de las ramas es fundamental para abrir el árbol, para esto se pueden amarrar ramas, o eliminar la yema principal que produce una rama con ángulo más cerrado que la yema secundaria; y esto no solo hacerlo en las ramas que están en contacto directo con el eje sino también en las ramas secundarias de la planta, de manera de evitar el desplazamiento de dardos en la rama dado por el sombreado y así aumentar la producción y vida útil de la rama y de las ramas adyacentes a ella.

Si el nogal permite la entrada de luz (que se pueda ver a través del follaje) estamos contando con un árbol que aprovecha mejor la luz por volumen de follaje, evitando el emboscamiento que produce una pérdida creciente de la productividad de la planta, producción periférica y ramas que solo sirven de estructura y no producen. Logrando un árbol vigoroso, frondoso, de follaje verde y abierto que maximiza la producción de fruta.

Es importante el uso de herramientas especializadas en poda de nogales, camiones con carros elevadores para podar en altura, podadoras mecánicas para la entrehilera y pintura protectora para los cortes de poda.

La formación de la planta es un proceso que toma varios años y requiere de esfuerzo y dedicación, una vez que la planta está estructurada la poda es mucho más fácil.

19.3. Formación del árbol

Existen varias formas de podar los nogales: copa, multieje, eje central, etc. Sin embargo en Chile lo que más se utiliza es la copa y eje central.

19.3.1. Formación en copa

- Para huertos de baja densidad. El árbol necesita una gran estructura de ramas ya que sostiene un follaje que abarca una gran superficie.
- Plantaciones en cuadrado (8x8, 10x10, etc.).
- Cuando se necesita una estructura sólida de la planta. Que sea auto soportante, si no se utilizarán tutores ni amarras o existe una gran influencia del viento.
- Lenta entrada en producción. Se gasta tiempo en formar las ramas madres de la planta.
- Problemas de manejo. Es ineficiente el remecer el tronco por el gran tamaño del árbol, por lo que es necesario remecer ramas. Lo que requiere de mayor gasto por árbol, ya sea de tiempo, mano de obra y horas máquina.

En cuanto a la iluminación, para el sistema de copa es igual que para el eje. Es necesario evitar que la parte superior y externa del árbol sea muy densa para posibilitar la entrada de luz hacia el interior. Igual sucede con la disposición, vigor e inclinación de las ramas. De tal forma que se garantice una vida productiva del árbol de al menos 35 años.

De esta manera en la formación de copa, la planta tiene que ser más ancha en la parte baja y delgada en la parte superior para captar la mayor cantidad de luz posible, lo que se dificulta al abusar del rebaje de ramas que provocan la brotación apical de la rama, la cual se bifurca y sombrea bajo ella.

En conclusión, si se tienen los conceptos de formación y entrada de luz adecuados, la copa es un método eficaz de producción bajo las condiciones mencionadas anteriormente.

19.3.2. Solaxe

Hoy en día se está empezando a conducir el árbol manualmente, mediante poda y doblando ramas para cambiar el hábito natural de crecimiento y dejar las ramas más abiertas, mejorando la iluminación y por ende la fructificación a lo largo de toda la rama, el inconveniente es que requiere de mayores cuidados y tiempo por árbol.

19.3.3. Formación en eje piramidal

- Para huertos de alta densidad
- Plantación en rectángulo. De manera que la planta de tamaño adulto ocupe el espacio completo hasta el follaje de la planta adyacente sobre la hilera.
- Si existen problemas de viento es necesario el uso de estructuras de apoyo para formar el árbol.
- Cosecha mecánica más eficiente que otros sistemas.

En la conducción en eje, se debe lograr una planta de forma piramidal, con ramas bien definidas y de inserciones abiertas, una buena subordinación de ramas sin formación de codos ni ramas que nazcan del mismo punto y buena iluminación del centro del árbol.

Lo principal al comenzar a formar la planta es decidir cuántas ramas madres dejar, para esto existen un principio básico: Poda mínima para obtener una precocidad máxima.

En cuanto al tronco, éste debe estar libre de ramas y presentar una altura adecuada (1.5 a 1.6 m).

Primera temporada. El productor debe comprar plantas de buena calidad, manejar riego, control de malezas y fertilidad de suelo de manera que terminada la temporada ésta mida aproximadamente 2.5 a 3 m de altura.

Segunda temporada: Si se quiere rebajar la planta, esto dependerá del viento. A menor altura, mayor autosujeción del árbol. Ahora, si se tiene un buen tutor o no hay problemas de vientos se recomienda no rebajar.

Así, existen dos opciones: rebajar, con lo cual se va a promover la salida de laterales; o no hacerlo, y en la primavera brotará de todos modos teniendo igualmente laterales.

Posteriormente es necesario el raleo de brotes, de modo de elegir los laterales o ramas madres. Se elimina todo bajo 1.5 a 1.8 m para tener un buen tronco, se despuntan los brotes mal ubicados, de ángulos muy cerrados, poco subordinadas al eje central y muy amontonados, esto se hace en primavera para tener el máximo de hojas posible para la fotosíntesis y así tener energía para el crecimiento radical, además los brotes despuntados detienen su crecimiento de 15 a 20 días, disminuyendo la competencia y permitiendo así un mayor crecimiento de las ramas madres sin necesidad de eliminar estos brotes fotosintéticamente activos. Así un ejemplo de buen proceso de formación de eje central va disminuyendo el número de ramas de por ejemplo, 20 a 16 a 14, 12 y terminando con 6 a 7 en un árbol adulto.

Lo que se busca con la práctica de no despuntar es que gran parte del vigor se transforme en fruta lo antes posible, obteniendo las primeras nueces a la temporada siguiente. Logrando una precoz entrada en producción y por consiguiente ingresos más rápidamente.

El suelo y el riego también son muy importantes en el vigor del árbol por lo tanto hay que tenerlos en cuenta, en caso de mucho vigor el árbol crece en exceso por lo que es necesario hacer intervenciones en verano para mantener la forma piramidal.

El propósito de podar la planta adulta es tener cargadores frutales bien iluminados y un equilibrio entre estos cargadores y el material vegetativo.

19.4. Poda de producción

En la poda de producción es necesario mantener la regulación entre el vigor, crecimiento vegetativo y reproductivo del árbol. Para esto, se debe identificar la madera y dardos de mala calidad. La madera frutal se reconoce por la calidad de las yemas, el grosor de la madera, el largo de los entrenudos y la buena iluminación de ésta. De esta forma se regula la cantidad de centros frutales que serán las flores femeninas. Cuando tenemos una madera poco iluminada, debilitada y de bajo potencial de fruta existe una alta producción de amentos, lo que para algunos cultivares como 'Serr' esta diferencia es de gran importancia debido al AFP (abscisión de flores pistiladas).

19.5. Poda de renovación

La poda de renovación toma en cuenta el crecimiento que presentan los árboles; consiste en acercar la producción al eje, renovando las ramas que han producido fruta y se han sombreado demasiado, la idea es permitir la entrada de luz y cambiar ramas viejas a ramas de mayor vigor productivo.

Referencias

- Lemus, G. 2001. Conducción y poda. pp: 91-101. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.
- Ramos, D.; Dejong, T.; Ryugo, K.; Olson, W.; Reil, W.; Sibbett, G.; Krueger, W. And Snyder, R. 1998. Pruning and tree thinning. pp. 147-158. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.

MÓDULO VII. **Poda de formación y sistemas de conducción en el nogal**

20. CRECIMIENTO VEGETATIVO Y PODA DE FORMACIÓN²²

En cuanto a poda, el nogal está más atrasado respecto a otros frutales. Esto es porque el concepto de podar no estaba muy arraigado en el cultivo, sin embargo, ha tenido una muy rápida llegada.

Los principios de la poda en nogal son los mismos que para el resto de los frutales y se basan en la necesidad de la presencia de luz al interior del follaje para:

- Tener una mejor fotosíntesis, ya que ésta es la forma de tener reservas en la planta.
- Tener una adecuada sanidad al cambiar el microclima del árbol.
- Tener una mejor producción al participar en la inducción floral.

La poda se separa en una poda invernal y una de primavera-verano. La poda invernal es la oportunidad para estructurar el árbol.

También existen distintos tipos de poda de acuerdo a su objetivo. La poda de formación, que tiene por objetivo formar la estructura de la planta. La poda de producción para regular carga y calidad. Y la poda de renovación, para formar nueva madera frutal. Ahora nos referiremos a la poda de formación.

Aspectos importantes que se deben definir en la poda de formación son:

- Altura del tronco a la cual nacen las ramas madres
- Distribución de las ramas madres
- Ángulos de inserción de las ramas madres

Deficiencias en la poda de formación se hacen evidentes cuando vemos que las ramas madres nacen de un solo punto a poca altura desde el suelo y con ángulos cerrados.

20.1. Aspectos a considerar en la poda de formación

- Los ángulos de inserción no deben ser cerrados y las ramas no deben nacer de un mismo punto (Figura 20.1).

FIGURA 20.1.
Ramas madres que nacen de un mismo punto
(Lemus, G. 2003).



La variedad Serr es vigorosa y tiende a presentar ángulos muy cerrados y para lograr ángulos apropiados (60 a 65°) se requiere un esfuerzo muy grande, utilizando separadores o tirantes. Este trabajo, hoy día se hace eliminando la yema primaria, de manera que la secundaria brota con un ángulo más abierto.

- Entre rama primaria y secundaria deben haber 60 a 90°; un ángulo no muy cerrado.
- Un follaje cerrado es inconveniente.
- Sin luz mueren los centros frutales.
- Podar bien para iluminación de dardos.

Es importante tener un follaje bien iluminado ya que si hay sombra los centros frutales se mueren y todas las ramas de la estructura interna del árbol quedan desprovistas de follaje y de potencial de producción (Figura 20.2).

²² Transcripción de la presentación realizada por Gamalier Lemus S., Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 3 de noviembre de 2004.

FIGURA 20.2. **Ramas improductivas al interior del árbol producto del sombreadamiento**
(Foto gentileza de Ing. Agr. Andrea Albornoz).



- La pintura protectora es fundamental
- Podar bien para futura carga frutal. Desde el punto de vista estructural es malo dejar codos. La poda no reemplaza la apertura de ramas (Figura 20.3)

FIGURA 20.3.
Corte de poda inadecuado
(Lemus, G. 2003).



Un árbol adulto (7-8 años), de la variedad Serr, plantado a 6 x 8 m debe tener entre 5 y 7 ramas madres. Entonces, este mismo árbol cuando es joven (3-4 años), si tiene 20 ramas laterales, probablemente todas van a tener fruta. Por esto, se deben ir eliminando, progresivamente las ramas laterales (3 a 4 ramas/temporada), sacando las más sombreadas, de ángulo más cerrado.

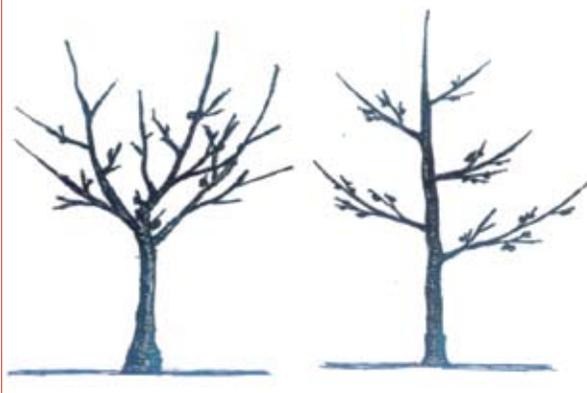
Es mejor determinar la estructura de las plantas los 3 a 4 primeros años. Lo más complicado es podar por primera vez un árbol adulto.

21. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN²³

Existen distintos sistemas de conducción. Dentro de ellos está la copa (Figura 21.1A), que se utiliza mucho en la pequeña propiedad europea. Otro sistema es el eje central (Figura 21.1B) que es más actual. El sistema en copa presenta problemas para la cosecha mecanizada, ya que la vibración no se transmite bien al tomar el árbol sólo del tronco, sino que es necesario tomarlo de varios puntos. Por el contrario, el eje central es más fácil de cosechar mecanizadamente y permite una mayor densidad de plantación.

En el eje central la poda de formación es mínima y esto permite una máxima precocidad.

FIGURA 21.1. (A) Sistema de conducción en copa y (B) sistema de conducción en eje central
(Lemus, G. 2003).



Para formar un árbol en eje, se debe partir con una planta que tenga un brote de 20 a 30 cm de altura y el primer objetivo es que esta planta alcance en la primera temporada de crecimiento a lo menos 2 m de altura. Entonces, si queremos formar en eje, surge la pregunta de si poner un tutor para dejar que crezca el brote o podar (despuntar el eje) para que nazca un brote vigoroso. En opinión del expositor (Gamalier Lemus), es mejor optar por el tutor y sólo elegir la segunda opción (despuntar) si se está en una zona muy ventosa donde es un problema colocar tutores por la probabilidad de que se quiebren. Esto es por que al rebajar el eje, ya sea en el curso de la primera temporada o en el invierno, la dominancia apical producirá que los nuevos brotes crezcan vigorosos y con ángulos de inserción muy cerrados, incompatibles con las ramas estructurales que la planta requiere.

Lo importante es que en la primera temporada, el crecimiento ojala sobrepase los 2 m de altura. La se-

²³ Transcripción de la presentación realizada por Gamalier Lemus S., Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA) en el curso de formación continua "Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 3 de noviembre de 2004.

gunda temporada de crecimiento el eje no va a crecer tanto en altura si no que va a brotar lateralmente. Finalmente la planta se va a estabilizar a los 6-7 m de altura sin necesidad de haberla cortado.

En la segunda temporada de crecimiento se deben eliminar los brotes que estén bajo 1,5-1,8 m de altura, pensando en una futura cosecha mecanizada. También se deben dirigir los brotes que tengan un buen ángulo de inserción en el tronco y eliminar aquellos con ángulos muy cerrados.

Al castrar la yema primaria, el brote que sale de la yema secundaria sale con un ángulo mucho más abierto.

El crecimiento de las futuras ramas madres se puede favorecer al despuntar los brotes mal ubicados que estén en el entorno de las ramas madres, en primavera. De esta manera, en vez de eliminarlos vamos a aprovechar las hojas de esos brotes, que aportarán asimilados para el desarrollo de las raíces (Figura 21.2).

FIGURA 21.2.
Nogal después de la segunda temporada de crecimiento (Lemus, G. 2003)



La poda de formación en eje central es mínima en el sentido de que se elimina muy poco follaje y se interviene poco.

Las primeras nueces se empiezan a visualizar en la tercera temporada, tanto en los brotes despuntados como en los no despuntados y no se deben eliminar a no ser que exista una cantidad excesiva por árbol y que pueda comprometer el crecimiento de éste.

El uso de mondadientes se justifica en aquellos brotes que tienen un ángulo muy cerrado (30-40°) y se deben colocar cuando el brote tiene 20-25 cm de largo.

La poda sin despunte ha dado buenos resultados en Chile (Cuadro 21.1). Un nocal denso, a 6x8 m, con poda mínima, entró en producción al quinto año y produjo más kg/ha que otro huerto comercial ubicado en Codegua, VI Región con poda de despunte y árboles a 10x10 m que entraron en producción al sexto año.

CUADRO 21.1. Poda sin despunte: pequeño productor V región.

Temporada	Producción kg/ha
1996-1997	0
1997-1998	0
1998-1999	68
1999-2000	725
2000-2001	1.250
2001-2002	2.150
2002-2003	3.520
2003-2004	5.040

Otro sistema de conducción más antiguo, es el eje central pero con las ramas madres distribuidas en pisos. El problema práctico de este sistema es que las ramas de un mismo piso compiten por luz entre ellas. El solaxe es otro sistema de conducción (Figura 21.3). La pregunta es si vale la pena hacer solaxe en nogal. El expositor (Gamalier Lemus) cree que en Serr sí. Este sistema consiste en un eje en el cual los brotes tiernos de 1-2 m se tuercen en noviembre, quedando todas las ramas abiertas y permitiendo un potencial productivo mucho mejor.

FIGURA 21.3.
Sistema de conducción en solaxe (Lemus, G. 2003).



Referencias

- Lemus, G. 2001. Conducción y poda. pp: 91-101. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.
- Lemus, G. 2003. La Poda del Nogal. Consultado el 10 de diciembre de 2008. Disponible en: <http://alerce.inia.cl/Presentaciones.htm>.
- Ramos, D.; Dejong, T.; Ryugo, K.; Olson, W.; Reil, W.; Sibbett, G.; Krueger, W. And Snyder, R. 1998. Pruning and tree thinning. pp. 147-158. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.

MÓDULO VIII. **Vivero y plantación**

22. VIVERO Y PLANTACIÓN²⁴

La creación de plantas de nogal consta de distintas etapas:

22.1. Selección de las semillas

La primera etapa para lograr tener una planta de semilla es la **selección de las nueces**. En este momento surge la pregunta sobre qué variedad sembrar.

La experiencia indica que Vina y Serr dan buenas plantas. Las nueces criollas como Aconcagua, que son chicas en tamaño, también han dado buenos resultados.

Por cada árbol que quiere vender un vivero debe sembrar 10 nueces.

Lo primero es adquirir las nueces que ojala hayan sido secadas naturalmente o en secador a no más de 25-28 °C en el mes de mayo. Solo cuando la humedad alcanza 8-10%, en la parte comestible, se pueden almacenar hasta la realización de la estratificación (imbibición y acumulación de frío).

En el mes de junio las nueces debieran recibir el frío invernal.

22.2. Estratificación

Consta de dos procesos que determinan la germinación, uno es la **imbibición** y el otro es la **acumulación de frío**. Para lograr la imbibición de las semillas, éstas se deben mantener sumergidas en agua corriente, con suficiente oxígeno, durante 24 a 48 horas para que se hinchen. Esta condición de imbibición debe mantenerse, es decir, la nuez nunca debe perder el agua que ganó durante este proceso, ya que sólo en este estado la semilla es capaz de aprovechar el frío, para que se produzca la germinación del embrión.

El frío necesario para la estratificación se puede dar de dos formas:

- Manteniendo las semillas en almacigueras de arena, colocando una capa de arena, luego una capa de nueces y luego otra capa de arena. La arena debe mantenerse húmeda durante todo el invierno. Por ejemplo, si se colocaron las semillas en la almaciguera el 15 de junio, hacia fines de agosto o inicios de septiembre debiera ver la aparición de la radícula y del brote, momento en el cual se puede realizar el transplante.
- La semilla embebida se pone en contenedores con aserrín húmedo en cámaras frías, a una temperatura de entre 2 y 6°C y humedad relativa cercana al 100%.

Cualquiera sea la forma de estratificar, la semilla debe mantenerse húmeda, regando el sustrato idealmente con agua clorada.

22.3. Selección del sitio del vivero

Antes de que las nueces germinen, ya se debe haber realizado la selección del sitio del vivero. De preferencia debe ser un suelo franco a franco arenoso, para favorecer el desarrollo de las raíces e impedir el exceso de humedad.

Idealmente se debe regar con cinta, de lo contrario, se deben diseñar surcos de riego de no más de 50 a 60 m de largo.

En invierno, la preparación del suelo debe incluir las aplicaciones de fósforo, potasio y magnesio que permitirán un buen desarrollo de la planta. El nitrógeno debe aplicarse en primavera y hasta mediados de enero, para lograr un apropiado crecimiento de la planta.

²⁴ Transcripción de la presentación realizada por Gamalier Lemus S., Ing. Agrónomo, M.Sc. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA), en el curso de formación continua "Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 3 de noviembre de 2004.

22.4. Siembra

Una vez germinadas las nueces, se pueden poner en línea de vivero, esto es, a 15 cm sobre la hilera. Para esto hay dos modalidades:

a) Transplante de plántula: consiste en colocar la nuez como las hortalizas (almácigo de tomate), cuando es una planta pequeña (plántula). Tiene como ventajas la rapidez y la seguridad en el establecimiento del vivero. Pero, como aspectos negativos, se producen daños en la plántula, que afectan su posterior desarrollo (“shock del transplante”), y el manipuleo puede dañar las raíces.

b) Siembra directa de la semilla a línea de vivero: consiste en sembrar la nuez cuando recién está abriendo, ya que cuando se abre, la probabilidad de germinación es muy alta. En este caso, la nuez se siembra antes que bote la cáscara sin esperar la emergencia de la radícula, colocándola acostada con la sutura hacia arriba. De esta manera, no hay daño en la radícula ni se sufre un período de acomodo por el transplante (“shock del transplante”). El problema es que si la germinación es baja, el vivero quedará desuniforme. Otra posibilidad es plantar en un contenedor, donde se puede reemplazar la semilla que no germina, y así evitar la desuniformidad.

Cualquiera sea la modalidad, este trabajo debe realizarse rápidamente para evitar la deshidratación de la planta.

22.5. Cuidados del patrón

La planta debe crecer lo más rápido posible durante los meses de octubre-noviembre, alcanzando 15 a 20 cm de altura de manera que en diciembre algún porcentaje de las plantas tenga el diámetro de un lápiz (1,5 cm o más), para injertarlas de ojo vivo. Para esto se debe regar apropiadamente, evitando la falta o exceso de agua, fertilizar adecuadamente y proteger la planta del ataque de insectos, *Phytophthora* y nematodos.

22.6. Injertación

Una vez que el patrón ha alcanzado el diámetro adecuado se puede injertar. Esta labor puede comenzar a mediados de diciembre, hasta la primera semana de enero, quedando la planta de “ojo vivo”. Esta consistirá entonces, de un patrón de una temporada de crecimiento en el vivero y el brote del injerto ojala de 30 cm de altura (en algunos casos hasta 1 m). Esta planta es la mejor opción para el productor, ya que

es fácil de arrancar, dañando una menor proporción de raíces.

Aquellas plantas que no alcanzaron el diámetro adecuado para injertar en diciembre hasta inicios de enero, deberán ser injertadas las últimas semanas de febrero hasta principios de marzo, quedando como plantas de “ojo dormido”, es decir, el injerto brotará la siguiente primavera. En el huerto, este tipo de planta corre el riesgo de que un porcentaje de yemas injertadas no brote. Con mayor seguridad, se puede plantar al año siguiente, sin embargo, la planta de dos temporadas en el vivero sufre con mayor severidad el “shock del transplante”.

El injerto realizado entre la primera semana de enero y principios de febrero deja un porcentaje de plantas de “ojo dormido” y otro con el injerto brotado, pero de pequeño tamaño, siendo plantas de mala calidad.

El material para injertar debe consistir en brotes de la temporada, que provengan de árboles sanos de la variedad que se desea propagar. A estos brotes, 15 días antes de la injertación, se les eliminan los folíolos de las hojas, en cuyas axilas se han formado yemas de buena calidad. Entonces sólo queda en la yema un trozo de pecíolo, el cual cae posteriormente. Las púas ideales para obtener el material son de entrenudos relativamente cortos.

La injertación, tanto de “ojo vivo” como de “ojo dormido”, se realiza con el corte de parche cuadrado (Figura 22.1). Para esto se utiliza un cuchillo de doble hoja.

FIGURA 22.1.
Injerto de parche cuadrado
(Foto gentileza Ing. Agrónomo Andrea Albornoz).



22.7. Arranque de las plantas

La raíz del nogal es pivotante, succulenta y fácil de romperse. Lo ideal es sacar el pivote completo y que el corte de raíces sea lo menos posible.

La forma más común de arrancar las plantas es utilizando una excavadora "U". Sin embargo, la mejor manera de realizar esta labor es utilizando una pala retroexcavadora ya que permite una extracción casi completa de la raíz.

Esta labor también se puede realizar manualmente, aunque es la forma menos eficiente.

Una vez arrancadas, las raíces de las plantas deben protegerse de la deshidratación hasta el momento de la plantación. Para esto las plantas se almacenan en barbechos de aserrín, viruta o arena, o en caso de almacenamiento prolongado se utiliza la cámara de frío.

22.8. Otros injertos

Para el injerto de astilla, al igual que para el injerto de púa, el material se recolecta en invierno (mediados de agosto) y se guarda en frío. Se escogen yemas del tercio medio de las ramillas y el injerto se realiza en octubre, cuando el portainjerto está empezando a brotar. El porcentaje de prendimiento es más o menos 50%, por lo que este tipo de injerto se debe realizar solo bajo algunas condiciones

El injerto de púa es de planta adulta, no de vivero, y se realiza en octubre, aunque el material se recolecta en agosto guardándolo en frío. Se puede injertar en el tronco directamente o injertar ramas madres (Figura 22.2). El nogal se deshidrata y oxida fácilmente, por lo que el injerto debe quedar en una condición anaeróbica (sin oxígeno). Para esto antiguamente la zona del injerto se cubría con cera, actualmente se utiliza el plástico. En el tronco se realiza un corte en diagonal, para que se elimine "el lloro" y el injerto no se llene de agua. Este corte da la vuelta por el tronco. Se hacen 1 a 3 cortes.

Un problema serio para los viveristas es la agalla del cuello causada por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Una planta con agalla del cuello crece un 15 a 20% menos. Una agalla se puede extirpar y pintar con protector, siempre que esté en el cuello. Cuando la agalla está en las raíces no se puede sacar. Los viveros pueden minimizar este problema cultivando gramíneas previo a la siembra, las cuales no son atacadas por esta bacteria.

FIGURA 22.2.
Injerto de púa en ramas madres
(Foto gentileza Ing. Agrónomo Andrea Alborno).



Referencias

- Lemus, G. 2001. Propagación. pp: 25-37. In: Lemus, G. (Ed.). El Nogal en Chile. INIA. Santiago, Chile. 224 p.
- Reil, W.; Leslie, C.; Forde, H. and Mckenna, J. 1998. Propagation. pp. 71-83. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ. 3373. Oakland, California, USA. 320 p.

MÓDULO IX. Floración y polinización

23. CAÍDA DE FLORES FEMENINAS EN NOGAL²⁵

23.1. Pistillate Flower Abortion (PFA) o Aborto de Flores Pistiladas

Es la pérdida de flores femeninas temprano en la temporada, típicamente 2 a 3 semanas después de floración. Considerando que la variedad Serr brota entre el 10 y 15 de septiembre y florece la segunda quincena de septiembre, al sumarle 2 a 3 semanas, este problema (PFA) se produce en octubre.

También se le llama “Pistillate flower abscisión”, porque las flores femeninas finalmente abscionan, pero se considera más apropiado “Pistillate flower abortion” porque el aborto y consecuente degeneración de la flor femenina son anteriores a su abscisión.

Las flores se ven normales en los primeros estados de receptividad, los estigmas se expanden parcialmente y el ovario crece hasta 1-5 mm de diámetro (Figura

23.1). En este estado, las flores que abortan detienen su crecimiento y rápidamente después se vuelven necróticas y caen. El 15 o 20 de octubre ya es posible saber si se presentó este problema o no. Toda la fruta que superó los 7 mm de diámetro se salvó de este problema. También hay otros problemas que nos pueden botar flores, principalmente peste negra o también la falta de polen.

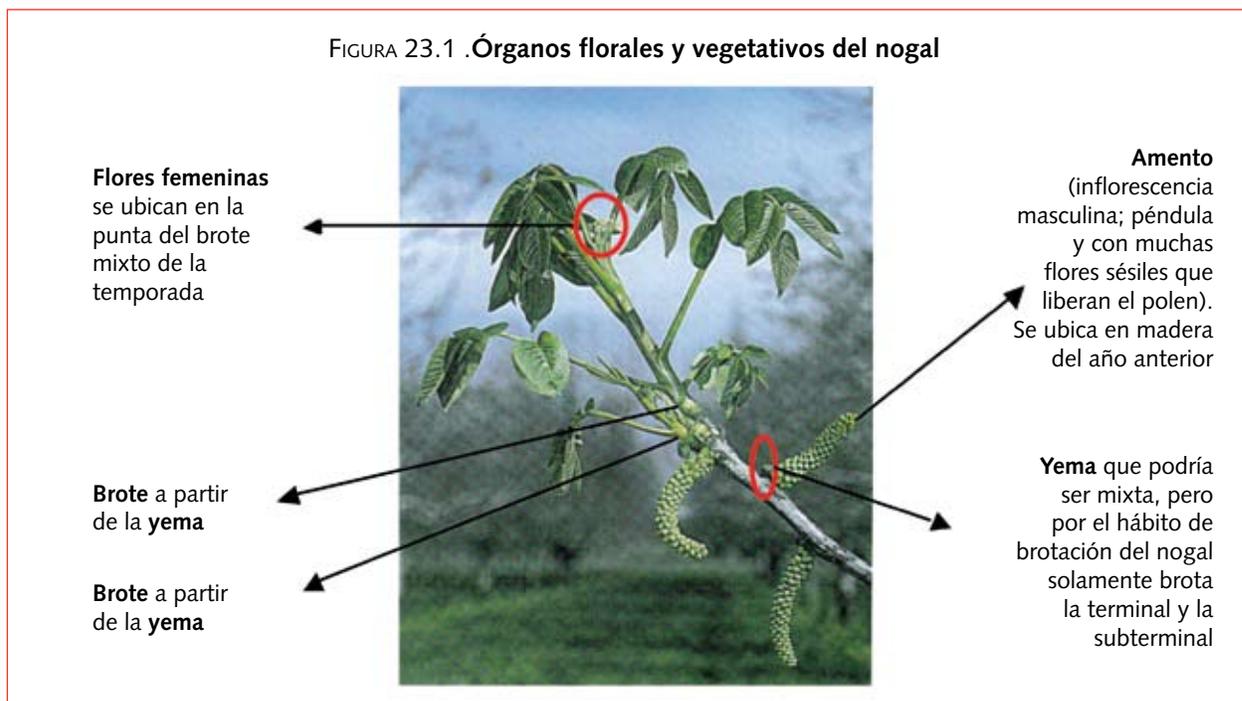
Las pérdidas por PFA pueden ser muy altas, especialmente en Serr, la variedad más sensible hasta ahora.

El daño por PFA varía según huerto, año y variedad (Cuadro 23.1).

CUADRO 23.1²⁶. Porcentaje de aborto de flores postiladas en diferentes variedades de nogal en España.

Variedad	PFA %
Serr	52,11
Vina	46,97
AS-1	1,87
MB-T-119	79,13

FIGURA 23.1 .Órganos florales y vegetativos del nogal



²⁵ Transcripción de la presentación realizada por Carlos Rojas en el curso de formación continua “Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal”, realizado en Santiago el 22 de septiembre de 2004.

²⁶ Figuras y cuadros reproducidos a partir de la presentación realizada por Carlos Rojas en el curso de formación continua “Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal”, realizado en Santiago el 22 de septiembre de 2004.

23.2. Historia

- El problema comenzó en los años 70, tan pronto la var. Serr, liberada en 1968, entró en producción. A este problema se le llamó "Serr Drop" (caída de Serr).

Los productores norteamericanos de nueces en el año 1947 fueron a la universidad para comenzar un programa de mejoramiento y obtener nuevas variedades. Hasta ese momento contaban con las variedades Eureka, Franquette y Hartley. El programa dio sus primeros frutos en el año 1968 con 10 nuevas variedades, dentro de las cuales fueron rescatables las variedades Vina y Serr; también se obtuvo la Chico. Posteriormente el año 1977 entregaron las variedades Chandler, Sundland y Howard. En los años 90 salió Cisco y Tulare. Últimamente han liberado tres variedades; Sexton, Guillet y Forde.

- Pronto se hizo evidente que el PFA era un problema serio en huertos de Serr, donde las pérdidas atribuibles a este desorden excedían en algunos casos el 90 %. Comenzaron las investigaciones en la UC Davis.

- A fines de los 80 los investigadores ya habían eliminado una larga lista de posibles causas. No era plaga, enfermedad ni deficiencia nutricional, y no se debía a la edad, poda, estrés hídrico, competencia por nutrientes en el árbol, polen incompatible o falta de polen.

- Aunque todavía no se conocían las causas, sí tenían dos cosas claras:

- Variaba en intensidad según la variedad, año y lugar. Existían huertos que presentaban el problema en forma **crónica**, **intermitente** y otros no la presentaban.
- PFA no estaba limitado sólo a Serr, aunque en esta variedad era más severo. También se ha visto este problema en Vina, Los Tilos (Vina grande) y en huertos de semilla.

- En estos momentos pensaron en la posibilidad de que el exceso de polen podía ser la causa.

- Los primeros resultados indicaron que al someter las diferentes variedades a altas cargas de polen la respuesta variaba según la variedad, no influyendo la fuente de polen.

- Las investigaciones sobre exceso de polen comenzaron en 1990 y pretenden responder 3 preguntas:

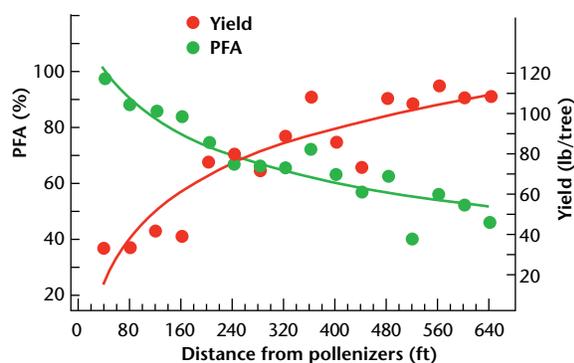
- ¿Está el PFA asociado con una carga excesiva de polen?
- ¿Se reduce el PFA en el huerto si se reduce la carga de polen?
- ¿Cuán significativo es el PFA en otras variedades?

- Hay varios puntos ya claros. El polen es un factor en el PFA, especialmente en la variedad Serr, pero también en otros cultivares. El exceso de polen induce aborto en las flores femeninas aunque el umbral depende de cada variedad. En Serr niveles bajos gatillan la respuesta. En los cultivares menos sensibles parece que se requieren niveles más altos de polen para inducir PFA.

- La reducción del polen en Serr reduce el PFA e incrementa el rendimiento (Figura 23.2). Este efecto se está estudiando en otros cultivares.

- Los datos actuales indican que en condiciones de campo, pequeñas pero potencialmente significativas, las pérdidas por PFA pueden ocurrir en Vina y Chandler y quizás en otras variedades.

FIGURA 23.2. Muestra la relación entre PFA y rendimiento, como función de la distancia a los polinizantes. En esta situación el rendimiento de los árboles situados a más de 120 m (400') de los polinizantes es 2,5 veces el rendimiento de los ubicados a 48 m. (160') (Fuente: Polito, V. 1998).



23.3. Polen en huertos de Serr (resultados de experimentos en California)

- PFA disminuye en la medida que aumenta la distancia a la fuente de polen (Figuras 23.2 y 23.3). A pesar de las variaciones de lugar y año, el PFA es mayor en los árboles Serr adyacentes al polinizante (hasta 90 %). En algunos casos es considerablemente menor, pero siempre disminuye a medida que aumenta la distancia al polinizante, estabilizándose entre 76,2 y 91,4 m. (250 a 300').

A fines de los 80 se comenzó a plantar Serr en Chile y siguiendo las ideas de los norteamericanos se plantaba a 10x10 y se ocupaba Tehama y Chico como polinizantes. La Chico no tenía mucha aceptación porque era un árbol chico y no ocupaba todo el espacio que tenía destinado y los Tehama eran difíciles de injertar, entonces se tendió a colocar sólo Serr, sin polinizantes (por una razón práctica). El productor veía que la Tehama se cosechaba después, que tenía un proceso de secado un poco más largo, que no tenía el mismo precio de Serr, entonces consideraron que no influía mayormente no tener polinizantes en la Serr. Además, agrónomos que visitaron Estados Unidos, al regresar a Chile, opinaban que no se colocara Serr (por la caída de flores) o que se colocara sin polinizantes. A mediados de los 90 se tenía claro el no poner polinizantes.

En los nogales no está todo estudiado, por lo que no hay una claridad respecto de la necesidad de polinizantes.

- El PFA está positivamente correlacionado con carga de polen (Figura 23.4). Mayores niveles de PFA están relacionados con mayores cantidades de granos de polen en los estigmas.
- PFA disminuye el rendimiento. Las hileras más cercanas a los polinizantes tienen menos fruta.
- La reducción de polen en el huerto disminuye el PFA y aumenta el rendimiento. Al remecer árboles aumentó el rendimiento entre 16 y 86%.

FIGURA 23.3. Muestra la relación entre el nivel de flores abortadas de Serr y la distancia al polinizante Tehama en 3 diferentes huertos.

Los huertos A y B tienen sólo una hilera de Tehama plantada en el sector que entra el viento. El huerto C tiene un cuartel completo de Tehama en el sector que entra el viento. Los valores fueron tomados cada 2 o 3 árboles de distancia (Fuente: Polito, V. 1998).

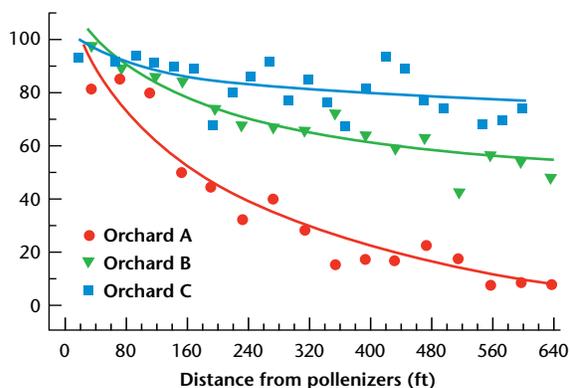
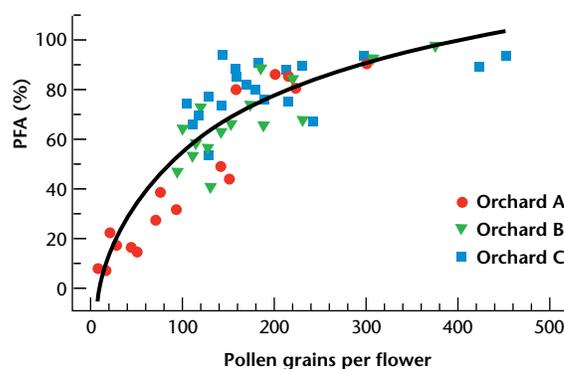


FIGURA 23.4. Muestra la relación entre PFA y el número de granos de polen por flor femenina.

Estos datos fueron recolectados en los mismos huertos del Gráfico 2 y ayudan a explicar las diferencias en las tasas de reducción del PFA.

Los bajos niveles de PFA en el huerto A se correlacionan con los bajos niveles de polen en ese huerto. En contraste, el huerto C, que tuvo los mayores niveles de PFA, nunca estuvo por bajo los 100 granos de polen/flor. Un análisis matemático de estas cifras sugiere que en Serr ocurre un 50% de PFA cuando existen 85 granos de polen/flor y que bajo esta cantidad de polen el PFA decrece rápidamente (Fuente: Polito, V. 1998).



23.4. Manejo del polen en huertos de Serr

Las fuentes de polen en un huerto de Serr son típicamente dos:

1. La variedad polinizante (comúnmente Tehama)
2. La misma variedad (árboles de Serr)

La significancia del polen propio de Serr varía de año en año, dependiendo de la extensión del período de traslape entre la liberación de polen y la receptividad de las flores femeninas.

Para reducir la posibilidad que el nivel de polen esté sobre el umbral se recomienda eliminar los polinizantes o remecer los amentos del polinizante y de Serr.

Remover polinizantes

- Como resultado de distintos ensayos, al remover los polinizantes (injertándolos) el rendimiento aumentó en un 20 a 86%. Sin embargo, siempre es necesario incluir algo de polinizantes en el diseño del huerto.

En este punto hay una gran duda ¿colocar o no colocar polinizantes en Serr, a la luz de los antecedentes

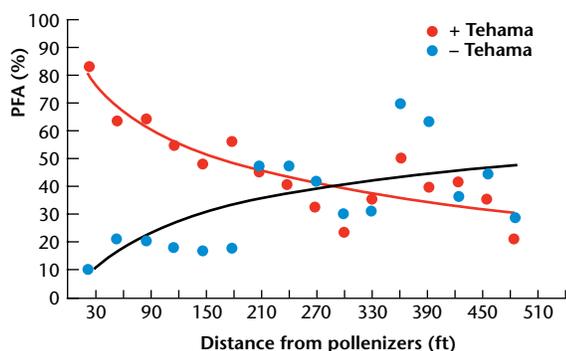
pareciera no ser necesario. No hay una gran gama de polinizantes; para Serr los polinizantes pueden ser Tehama, Chico y Tulare. La Chico no es conveniente por ser un árbol chico, la Tehama tiene bajo precio y la Tulare no se sabe cómo se va a comportar. Por lo tanto en el caso de Serr pareciera ser mejor sin polinizante.

La remoción de polinizantes puede ser recomendable en huertos severamente afectados por PFA, en huertos nuevos fáciles de injertar y en huertos viejos donde el emboscamiento dificulta el manejo. Hay polinizantes como el caso de Amigo utilizado para la Vina que puede crecer demasiado vigoroso, o como el caso de Franquette para Chandler.

- En casos extremos se han arrancado los polinizantes y el rendimiento aumentó un 86%. Este huerto tenía un alto porcentaje de Tehama (9%) y el PFA era crónico (sobre 80%; Figura 23.5). En otro huerto con sólo 1 hilera de polinizante adyacente al huerto, el rendimiento aumentó un 20%.

FIGURA 23.5. Muestra el resultado de remover los polinizantes de un huerto Serr que tenía sólo 1 hilera lateral de polinizante Tehama.

La mitad fue removida. PFA es menor en el sector en que fueron arrancados los Tehama. PFA aumentó en sector removido producto de la dispersión del polen por el viento desde el sector con Tehama (Fuente: Polito, V. 1998).



Eliminar amentos

- Experimentalmente ha resultado ser efectivo, aumentando el rendimiento un 16 – 26 %.
- Más efectivo cuando cae el primer amento pero en este momento el resto de los amentos están firmes en el árbol y se requiere mucha fuerza para botarlos por lo que también caen brotes. Es mejor remecer cuando las primeras flores están receptivas y a medida que los amentos amenazan con liberar polen (cuando están péndulos; Figura

23.6). Por lo tanto se va a remecer más de una vez (2 o 3 veces). Es recomendable remecer temprano en la mañana.

- Si la hilera de polinizantes es lateral al huerto remecer hasta 45,7 m. (150') hacia el interior. Remecer cada árbol del polinizante. Si hay traslape con polen de Serr, el remecer adicionalmente la Serr, dio un 16% adicional de reducción del PFA (Figura 23.7).El productor debe tener claro cuanto traslape va a tener cada año.

FIGURA 23.6. Muestra el efecto de reducir la carga de polen al remecer los polinizantes.

En un sector del mismo huerto se remecieron los polinizantes y se botaron los amentos y en el otro sector permanecieron los amentos en los árboles de polinizantes (Fuente: Polito, V. 1998).

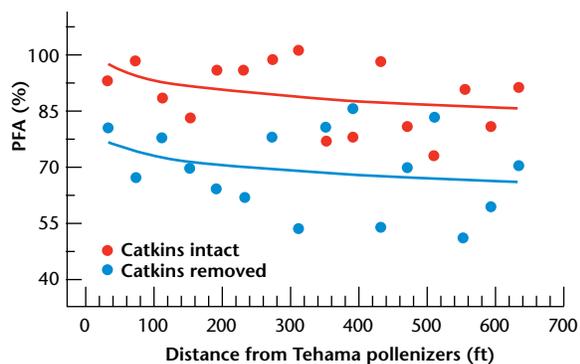
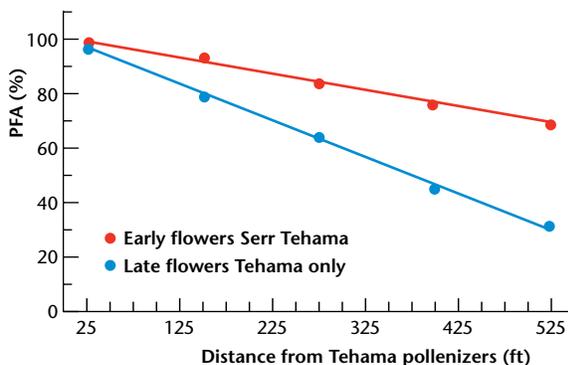


FIGURA 23.7. Muestra los resultados de un experimento que midió el efecto del propio polen en el PFA.

Flores de Serr fueron etiquetadas en dos diferentes etapas de la floración. Las tempranas se marcaron cuando estaba por terminar de liberar polen la Serr y la Tehama estaba comenzando. Las tardías cuando Serr ya no liberaba polen, pero Tehama estaba liberando bastante polen. En ambos casos PFA fue más alto adyacente a Tehama. En ambos casos decreció a medida que se alejaba del polinizante Tehama, pero a diferentes tasa (Fuente: Polito, V. 1998).



¿Se debe incluir polinizantes en un huerto nuevo?

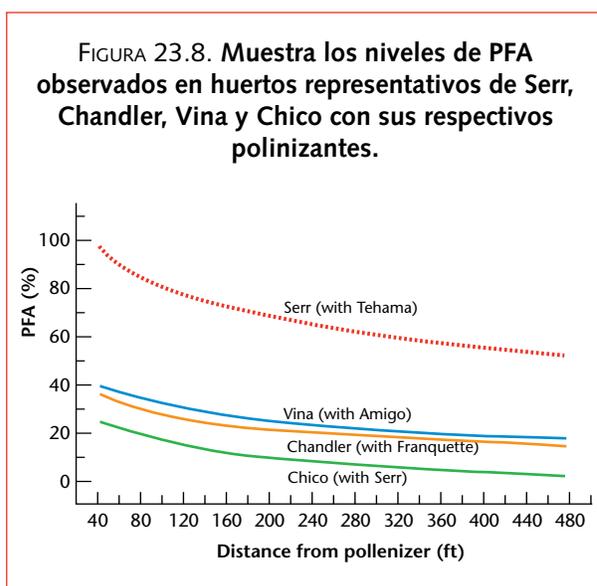
- El polen es requerido para la cuaja de frutos
- Conocimiento actual: mejor tener pocos que muchos polinizantes
- Huertos sin polinizantes están sujetos a una caída de flores más tardía, debido probablemente a una polinización inadecuada

23.5. Factores que determinan la presencia de polinizantes

- Período de traslape de floración en la variedad principal
- Susceptibilidad de la variedad principal al aborto floral
- Densidad de árboles de nogal en el área
- Experiencia local con polinización en nogal

23.6. PFA en otros cultivares

- Ocurre en todos los cultivares de nogal en cantidades variables (Figura 23.8).
- Afecta también a Chandler y Vina, en intensidad mucho menor que a Serr.
- En un huerto Chandler con 10% de polinizantes, con datos de 1 año el nivel de PFA disminuyó al remecer los amentos.
- Debido a que el PFA en Chandler, en el peor de los casos está bajo los niveles típicos de Serr, hay menor posibilidad de aumentar rendimiento, disminuyendo PFA.



El Cuadro 23.2 muestra la situación en 2 huertos; uno sin polinizantes y otro con polinizante Franquette en 10%. Se evaluaron las flores cuando estaba solamente la Chandler liberando polen (Chandler) y cuando estaba comenzando la Franquette (Chandler más Franquette), en ambos casos. En el huerto sin polinizante los niveles de PFA fueron bajos (4,1%) y después aumentó (25,1%) por el polen de los vecinos. En el huerto con polinizante, cuando estaban solo las flores tempranas y no era tanto el traslape, el PFA no era muy alto (13,6%), pero aumentó a 30,8% cuando el polinizante (que se encontraba en un 10%) empezó a liberar polen.

Cuadro 23.2²⁶. Porcentaje de aborto de flores postiladas en dos huertos (con y sin polinizante)

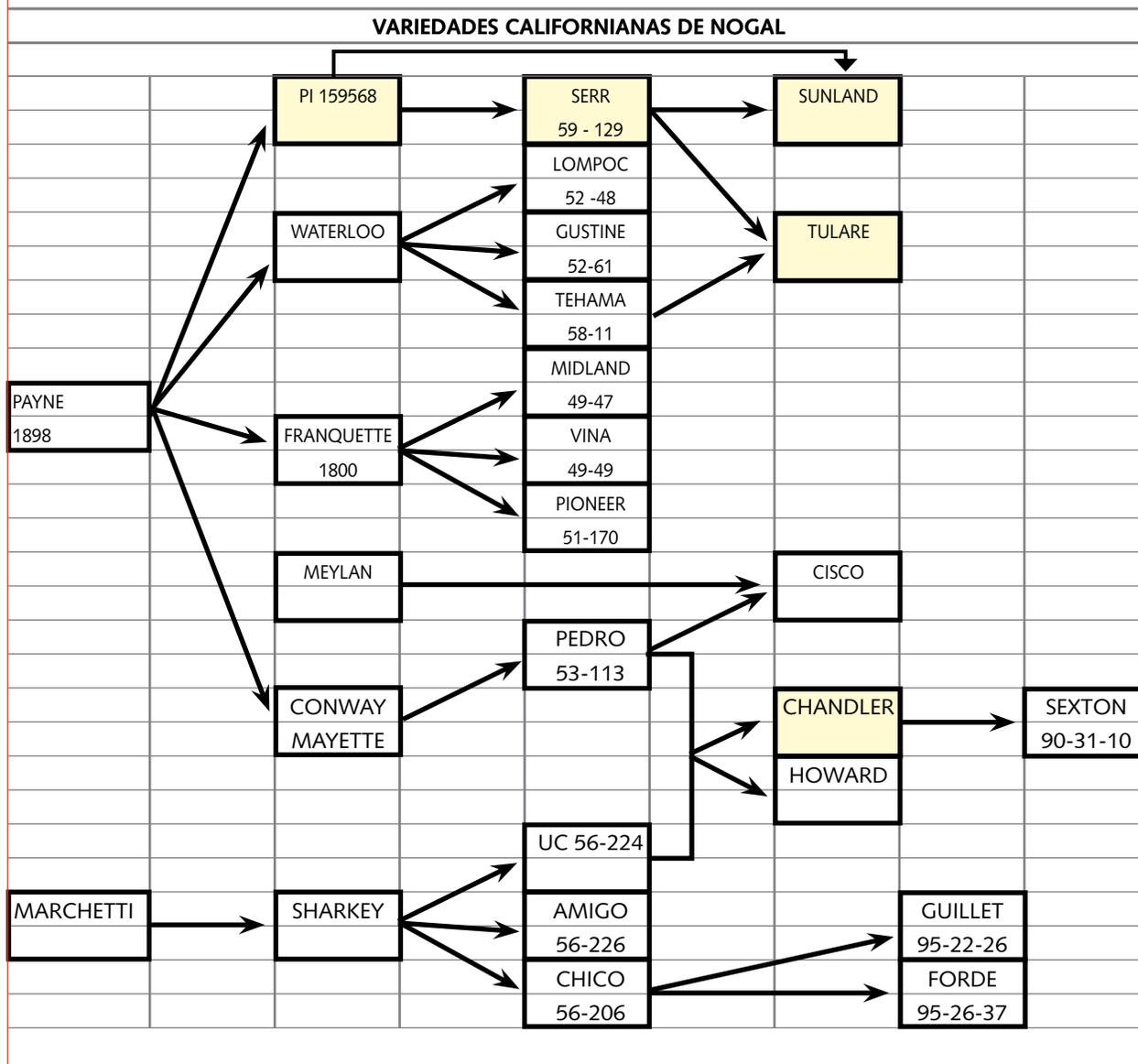
	Deseret (sin polinizantes)		Hennigan (polinizante Franquette)	
	Chandler	Chr+Fquette	Chandler	Chr+Fquette
% polinizante	0		10	
% PFA	4,1	25,1	13,6	30,8
% post PFA	33,1	14,4	7,8	4,5
% caída total	36,2	39,5	21,4	35,3

La caída post PFA (que es importante para la Chandler no así para la Serr) se refiere a aquellos embriones que no se polinizaron bien, que no alcanzaron a madurar bien, que sufrieron competencia, y se produce no antes de un mes después de la floración. Los frutos que caen son de mayor tamaño que los que caen por PFA (más de 7 mm de diámetro). En el caso del huerto sin polinizante el nivel de caída post PFA es alto (33,1%) por falta de polen, después disminuyó a 14,4% por el aporte de polen de los vecinos. En el huerto con polinizante los niveles de caída post PFA son mucho menores.

23.7. Origen de las variedades

Los norteamericanos buscaron variedades que tuvieran mucha carga lateral. George Payne en el año 1898 descubrió un árbol que tenía mucha carga lateral y en el año 1948 la Universidad de California tomó a esta variedad (Payne) como madre de varias variedades (Figura 23.9).

FIGURA 23.9. Genealogía de las variedades producidas por la Universidad de California, Davis (adaptado de McGranahan, G. 1998).



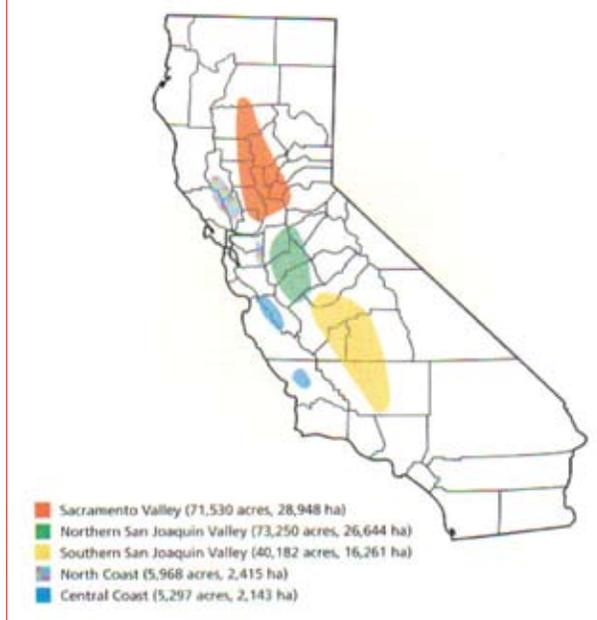
Al cruzar Payne con la selección PI 159568 se obtuvo la variedad Serr. Al cruzar la misma selección con Lompoc se obtuvo la variedad Sunland. Al cruzar Serr con Tehama se obtuvo la Tulare. Del cruzamiento de Payne con Waterloo se obtuvo Lompoc, Gustine y Tehama. Del cruzamiento de Payne con Franquette se obtuvo la Midland, Vina y Pioneer (Midland y Pioneer no las plantó nadie). Al cruzar Meylan con Pedro obtuvieron la Cisco. Del cruzamiento de Pedro (que proviene del cruzamiento de Payne con Conway Mallette) con la selección UC 56-224 se obtuvo Chandler y Howard.

El problema de PFA no tiene relación con el parentesco entre las variedades. Cuando apareció la variedad

Sunland se pensó que podía presentar este problema al igual que Serr, ya que tienen un parentesco común, sin embargo se ha visto que la Sunland no tiene PFA.

En el Valle de California hay plantadas cerca de 80.000 hectáreas y la producción de nueces se concentra en el Valle de Sacramento. La Serr está ubicada en el sur; de las 16.261 ha del sur de California (Valle de San Joaquín), aproximadamente 10.000 ha son de Serr (Figura 23.10). En California la producción de nueces es principalmente de Chandler, seguida por Hartley y en tercer lugar la Serr.

Figura 23.10²⁶. Distribución de la superficie de nogal en California



(en esta variedad aún no se ha visto; hay que considerar que los huertos más viejos son de 10 años lo que es poco tiempo para evaluar el problema de PFA). Hay resultado que indican un aumento de rendimiento al inhibir la síntesis de etileno, reduciendo el PFA.

- En Serr la caída es en octubre, generalmente la primera quincena.
- Está relacionada con la temperatura. Se ha visto que si se presentan días muy calurosos, en 3 o 4 días comienzan a caer las flores.

Tendencias de plantación de nogal en Chile

La variedad Serr se comenzó a plantar en los años 90 (Figura 23.11) y a fines de estos comenzó a ser importante. La Chandler es más nueva y aún no hay información acerca de PFA en esta variedad.

La variedad Serr presenta ciclos de producción bi-anual en Chile.

Los nogales Serr que se han injertado entremedio de los nogales de semilla presentan un alto porcentaje de caída de flores. Se han realizado pruebas con dormex para adelantar la floración de la Serr impidiendo que las flores reciban el polen de los árboles de semilla. La Chandler no presenta este problema ya que florece cuando los árboles de semilla prácticamente han dejado de liberar polen (Figura 23.12).

23.8. Situación en Chile

- El PFA es notorio en Serr (no en todos los huertos). Se ha visto que en años pares hay más caída (no se sabe qué relación puede haber).
- Afecta a otras variedades: Los Tilos (o Vina Grande), no injertados (o de semilla), Chandler

FIGURA 23.11²⁶. Tendencia de la plantación de nogales en Chile

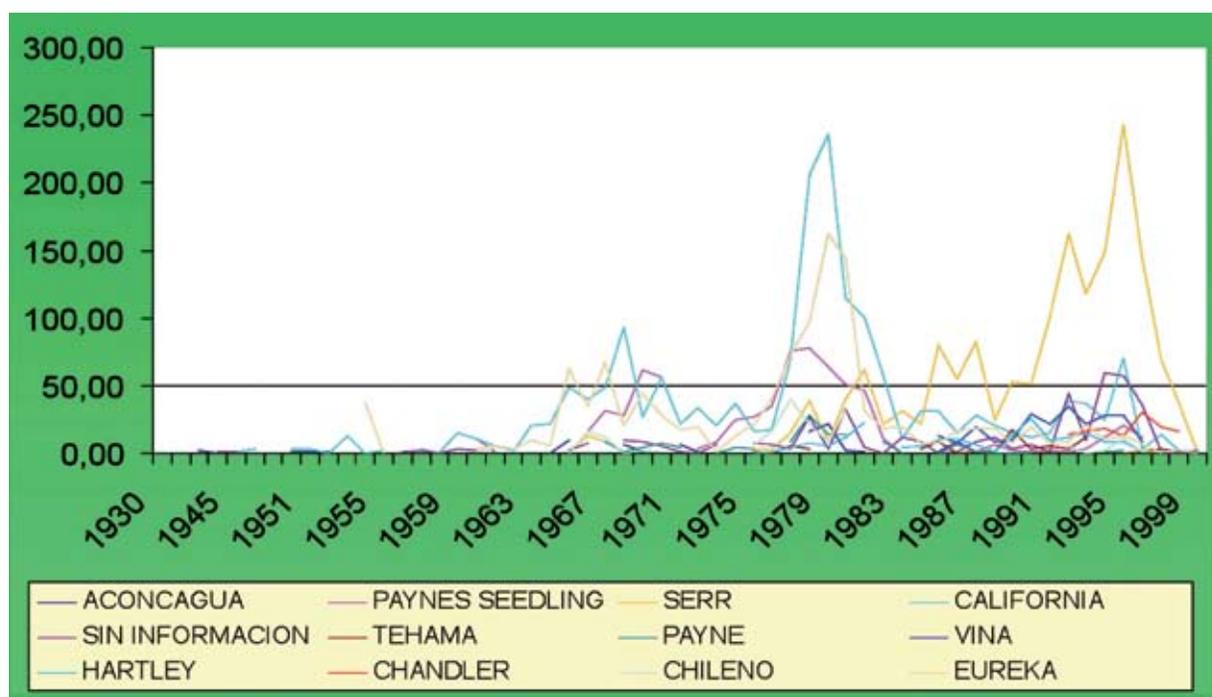
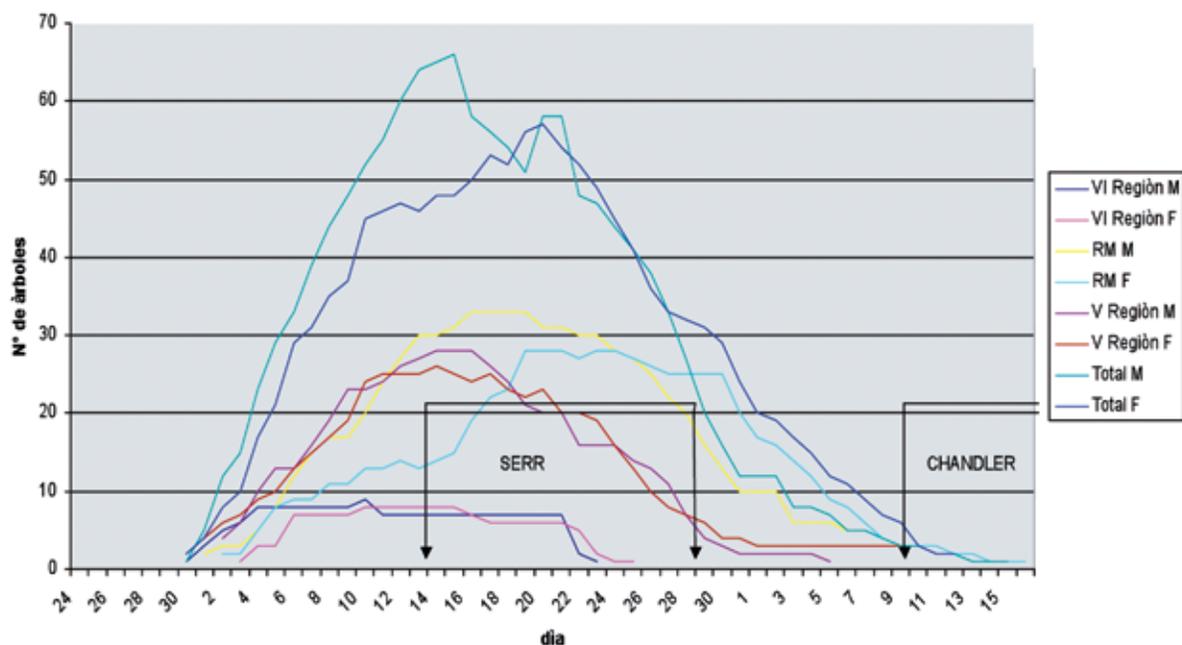


FIGURA 23.12²⁶. Floración de nogales

23.9. Manejo del PFA

- Medir los niveles de PFA para cada huerto.
- Use una transecta que refleje efecto de polinizantes del mismo huerto o huertos vecinos.
- Marque en cada nogal (no menos de 30 por cuartel), 30 brotes con 2 flores femeninas en cada uno de estos brotes. Si es posible marque 2 lotes de ramas en cada árbol: al comienzo de la floración femenina (hasta que termina el polen de la variedad) y cuando comienza la del polinizantes o flores femeninas tardías.
- Pruebe el remecer amentos en huertos Serr o en huertos Chandler con 10 % o más de polinizante Franquette. Remeza cuando la primera flor femenina está receptiva hasta eliminar el 80% de los amentos.
- Si el problema de PFA es crónico, evalúe injertar los polinizantes.
- Si ha injertado algunos nogales con Serr dentro de un huerto de semilla pruebe con aplicaciones de Dormex al 2 % el 15 de julio. También ha dado buenos resultados en huertos compactos de Serr.

23.10. Retain

- Los norteamericanos probaron este producto en el año 2003.
- Es un regulador de crecimiento que inhibe la biosíntesis de etileno. Se usa en pomáceas para mejorar la postcosecha de las frutas.
- EL PFA está asociado con una alta carga de polen. Se produce un peak de etileno asociado con la polinización 18 a 24 hrs. después de la polinización en las flores que van a abortar. Retain disminuye la producción de etileno en las flores polinizadas y no polinizadas. Se probaron 2 dosis: 62,5 y 125 ppm en dos localidades resultando en incrementos de 23 a 84% en la cuaja, dependiendo de la cantidad de PFA en el control. La aplicación al 40% de floración aparece como más efectiva que al 70%. Aplicaciones tardías de Retain no tuvieron efecto. Las aplicaciones son más efectivas cuando hay menos de un 10% de flores receptivas ya que se protege a las primeras flores que dan mejores frutos. El producto tiene un efecto residual de la menos 10 días por lo que con aplicaciones tempranas se protege a las primeras flores y las que vienen después.

23.11. Desarrollo del fruto

El desarrollo del fruto comienza con la polinización y fecundación de la flor postilada (Cuadro 23.3).

CUADRO 23.3. Tiempo aproximado de estados importantes en el desarrollo del fruto

(adaptado de Pinney, K., 1998).

Estado de desarrollo	Semanas después de flor
Fecundación	1
Crecimiento total del fruto	8
Inicio de rápido crecimiento de la semilla	9
Tamaño final del fruto	10
Endurecimiento de la cáscara	12-15
Crecimiento rápido de la semilla	15
Peso máximo total	18
Fecha aproximada de cosecha	19-22

Las nueces de nogal son frutos secos (3% de humedad), ricos en grasa (casi un 70%) y ricos en calorías (casi 700 Kcal en 100 gr. de frutos secos). También son ricos en proteínas (17%) (Cuadro 23.4).

CUADRO 23.4²⁶. Composición química de la nuez variedad Serr, Llimpio, Choapa 2003.

Elemento	Unidad	Contenido en 100g fruto seco
Agua	g	3,24
Grasa total	g	68,92
Proteínas	g	17,28
Fibra Cruda	g	6,7
Calorías	Kcal	699

En cuanto a minerales son ricos en K, P, Mg y Ca (Cuadro 23.5).

CUADRO 23.5²⁶. Composición química de la nuez variedad Serr, Llimpio, Choapa 2003.

Elemento	Contenido (mg/100g fruto seco)
Potasio	372,8
Fósforo	281,8
Magnesio	116,0
Calcio	106,3
Sodio	38,9
Zinc	3,2
Cobre	1,0
Hierro	0,2

En cuanto a ácidos grasos, estos se clasifican en distintos tipos. Los saturados son dañinos para la salud ya que contribuyen al colesterol malo, los frutos de Serr contienen aproximadamente un 6% de estos ácidos grasos (Cuadro 23.6). Los insaturados son beneficiosos para el organismo, ya que disminuyen el colesterol. Este último grupo se divide a su vez en dos tipos: poliinsaturados y monoinsaturados. Ambos son buenos, pero los poliinsaturados en menor magnitud ya que disminuyen tanto el colesterol malo como el bueno. El ácido graso oleico es el más importante por que solo disminuye el colesterol malo.

CUADRO 23.6²⁶. Perfil de ácidos grasos en la nuez variedad Serr, Llimpio, Choapa 2003.

Tipo	Ácido	Contenido (g/100g fruto seco)
Saturado	Palmítico	4,57
	Esteárico	1,97
Poliinsaturado	Linoleico	39,22
	Linolénico	8,94
Mono insaturado	Oleico	11,82

24. POLINIZACIÓN Y POLINIZANTES²⁷

24.1. Conceptos generales

Dentro de las especies frutales y dentro de las variedades incluso se distinguen:

- Especie o Variedad autofértil: corresponde a aquella capaz de cuajar y obtener producción comercial con su propio polen. El nogal es una especie autofértil.
- Especie o Variedad autoinfértil: corresponde a aquella incapaz de producir cuaja con su propio polen Ej. Almendro; que requiere de polinizante para producir.
- Polinización cruzada: transferencia de polen desde la flor de una variedad a la flor de otra variedad. El nogal es una variedad autofértil pero por presentar dicogamia (maduración a destiempo de las flores femeninas y masculinas), en algunos casos requiere de polinización cruzada.
- Polinizante: Es una variedad diferente a la variedad principal cuyo objetivo es aportar polen.
- Polinizador: Es el agente (abeja, viento) que transfiere el polen de la parte masculina a la femenina. En el caso del nogal el polinizador es el viento. En almendro el polinizador son las abejas.

24.2. Factores que afectan la polinización y fecundación

a) El clima es fundamental:

- Rango óptimo de T° para la liberación de polen: 18-27 °C
- Lluvia: retrasa o inhibe la liberación de polen
- Viento fuerte: puede dañar flores y provocar la pérdida de polen

b) Germinación del polen

- T° óptima: 10-21°C
- Problemas: T° bajo 4,5°C

c) Receptividad del estigma

La flor femenina normalmente está receptiva no por mucho tiempo. El período normal de receptividad es

3 a 4 días. Este período se puede alargar o acortar dependiendo de factores ambientales. Se puede alargar en la medida que durante la floración tengamos un clima frío, húmedo y nuboso. Y se acorta cuando durante la floración hay viento, alta T° y baja humedad ambiental.

La lluvia diluye el fluido estigmático e interfiere con la receptividad.

Cuando el estigma de la flor femenina adquiere color café ya no está receptiva.

d) Velocidad de crecimiento del tubo polínico y viabilidad de los óvulos

- Cuando el tubo polínico está creciendo a través del estilo, los óvulos están viables
- El período de viabilidad es corto
- Si el tubo polínico alcanza los óvulos después del período de viabilidad, la fecundación no ocurre y la flor se pierde
- La tasa de crecimiento del tubo polínico depende de la T°
- El rango óptimo de T° para el crecimiento del tubo polínico; en general, para todas las especies es entre 15-29 °C.

24.3. Floración en nogal

El nogal es una especie monoica, es decir, las flores masculinas o amentos y las flores femeninas o pistiladas nacen separadamente en el mismo árbol. Otras especies son dioicas, esto es, que hay árboles con flores femeninas y árboles con flores masculinas. Ej., pistacho.

Las flores masculinas o amentos nacen lateralmente en el brote del año anterior. La flor femenina se produce normalmente en pares en la punta del brote de la temporada (Figura 24.1).

FIGURA 24.1. Amentos y flores postiladas



Flor pistilada o femenina: nace en la punta del brote de la temporada. Normalmente se encuentra 2 flores/brote

Amento o flor masculina: se ubica sobre el crecimiento de la temporada anterior

²⁷ Transcripción de la presentación realizada por Carlos Rojas en el curso de formación continua "Producción, cosecha y postcosecha de nueces de nogal", realizado en Santiago el 22 de septiembre de 2004.

El nogal es genéticamente autofértil y con compatibilidad cruzada, pero presenta dicogamia.

La dicogamia se refiere a que el período de liberación de polen no se traslapa completamente con el período de receptividad de las flores femeninas.

Existen dos tipos de dicogamia: una en que las flores masculinas liberan el polen antes que las flores femeninas estén receptivas (esto ocurre en la mayoría de las variedades), y otra en que la receptividad femenina precede a la liberación de polen.

Flor masculina

- Las flores individuales masculinas se agrupan en racimos llamados amentos.
- Los amentos se desarrollan lateralmente sobre el crecimiento del año anterior.
- Los granos de polen son dispersados por el viento.
- Los granos de polen tienen una pared exterior resistente y perforada con numerosos poros.

Fecundación

- El polen entra en contacto con la superficie del estigma.
- Germinación del polen para formar el tubo polínico.
- El tubo polínico crece a través del estilo hasta alcanzar el óvulo.
- La célula masculina se fusiona con la femenina.
- Numerosos tubos polínicos crecen en el pistilo pero solo uno puede penetrar y fertilizar la célula huevo.
- El período entre la germinación del polen en el estigma y la fecundación son 7 días.

Flores femeninas

- Se ubican normalmente en pares en la punta de los brotes de la estación, en yemas terminales (Figura 24.2).
- En diversas variedades (Chandler, Serr, Vina) se forman en los ápices de brotes laterales cortos y también en terminales de brotes largos
- La flor dará origen al fruto final

FIGURA 24.2. Flores femeninas



Par de flores pistiladas ubicadas en la punta del brote de la temporada

- La cáscara externa o pelón del fruto proviene de las células y tejidos del involucro y sépalos
- La cáscara interna proviene de la pared del ovario
- La semilla (nuez) proviene del óvulo

Estigma adaptado para:

- Capturar el polen transportado por el viento.
- Reconocer el polen del nogal y rechazar el polen de otras especies.
- Proveer un sustrato adecuado para la germinación del polen y el crecimiento inicial del tubo polínico.

Desarrollo de la flor

- Cuando el crecimiento del brote ha cesado, se forma una yema terminal que encierra al meristema apical.
- En las yemas terminales se empiezan a formar las flores femeninas que producirán frutos en la siguiente temporada.
- Las flores femeninas se forman a fin de primavera e inicio de verano del año anterior a la floración.
- Primeros indicios de flor se ven al microscopio 8 a 10 semanas después de plena flor (diciembre-enero).
- Los estados finales de desarrollo, incluyendo la formación del óvulo ocurre rápidamente durante el inicio de la brotación.

Receptividad

- Flores femeninas son receptivas al polen sólo por un tiempo limitado.
- La apariencia general de los estigmas muestra el grado de receptividad de la flor.
- Máxima receptividad: cuando los lóbulos del estigma comienzan a separarse y expandirse.
- El período de receptividad del estigma puede durar hasta 7 días si las condiciones son ideales.
- Días calurosos y secos tienden a acortar el periodo de receptividad.

...der también queda el último período de floración femenina sin polen. Obtener polen en esta parte de la temporada es más difícil que en Serr, que requiere polen más temprano. Entonces en este caso tenemos que recurrir a polinizantes más tardíos como Franquette y Cisco.

La Tulare es relativamente tardía en florecer por lo que habría que pensar en Cisco como polinizante.

En cuanto a amentos, la cantidad de amentos que produce la Serr es una complicación por que tempranamente los árboles Serr empiezan a producir amentos y la producción de estos es muy alta. Mientras más corto es el dardo, mayor es la cantidad de amentos por unidad de medida (cm lineal). Lo mismo ocurre en la variedad Sunland (Cuadro 24.2).

24.4. Polinizantes en nogal

En el Cuadro 24.1 se observa que en Serr la última parte del período de floración femenina queda sin cubrir por el polen de la misma variedad; entonces las variedades que pueden entregar polen para cubrir este período son la Chico, Sunland y Tehama.

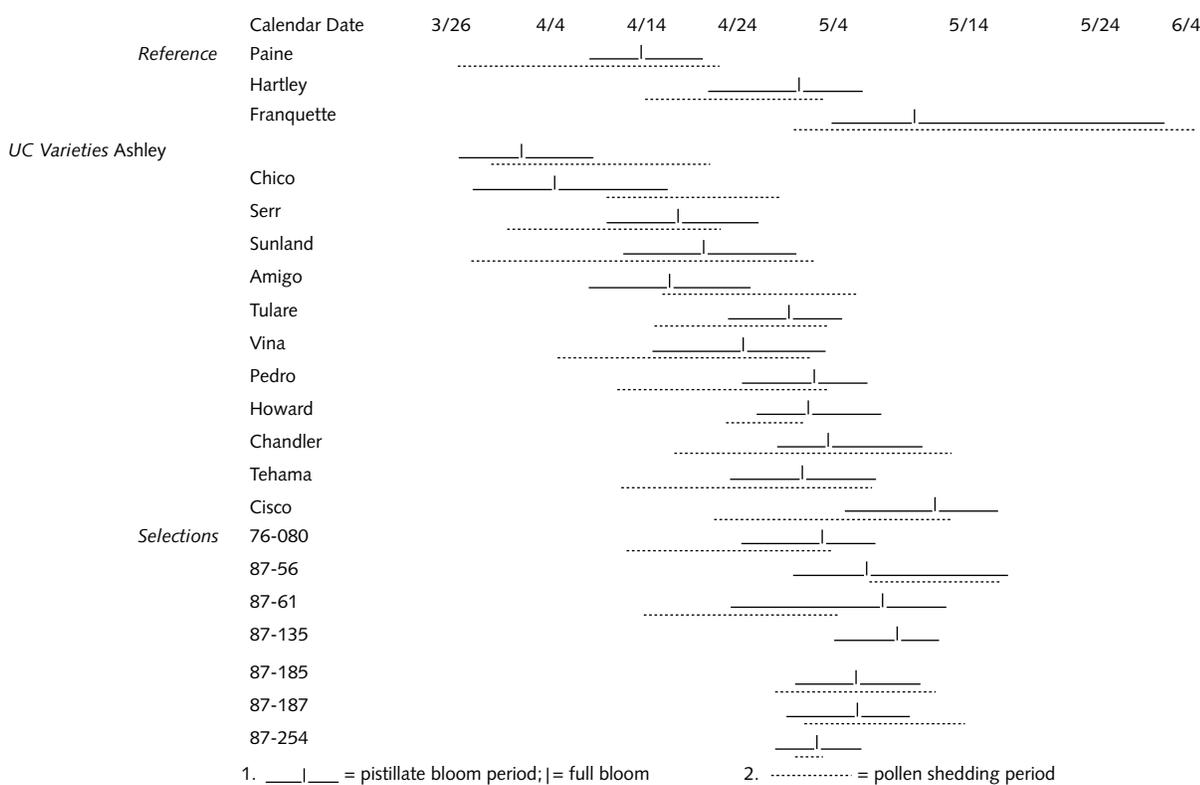
Las variedades Howard y Chandler son de niveles medios de amentos y son lentas para comenzar a producir amentos.

Al observar la Howard, esta libera polen hasta poco antes del peak de la floración femenina y en Chan-

El polinizante Franquette es de cantidades altas de amentos cuando está maduro pero es lento en comenzar a producir amentos. Esto es una complicación, por esto se piensa que es mejor partir con mayor cantidad de polinizante y posteriormente reinjertarlo a medida que se cuenta con más polen en el huerto.

CUADRO 24.1²⁶. Fechas de floración masculina y femenina de cultivares y selecciones de U.C. Davis (1996).

Table 6. Male and female bloom dates of cultivars and selections at U. C. Davis (1996)



CUADRO 24.2²⁶. Características de brotación y floración por variedad

Variedad	Tiempo de brotación (DDP)	Yemas laterales o flores femeninas (%)	Polinizantes	Amentos	
				Cantidad	Precocidad
Payne	0	88	Tehama, Tulare y Chico	Alta	Precoz
Eureka	10	0	Amigo		
Hartley	17	5	S. Fqtte y Cisco	Media	Medio
Franquette	26	5		Alta	Lento
Serr	0	57	Tehama, Tulare y Chico	Alta	Precoz
Sunland	1	82	Tehama, Tulare y Chico	Alta	Precoz
Vina	8	70	Amigo y Tulare		
Tulare	12	72	Cisco y Franquette		
Howard	16	89	S. Fqtte y Cisco	Media	Lento
Chandler	17	89	S. Fqtte y Cisco	Media	Lento
Cisco	25	77			
Sexton	10	100	Tulare, Chandler		
Guillet		100	Sexton		
Forde	12	100	Sexton		
R. Livermore	17	90			
Fernor	19	Abundante	Fernette y R. De M.		
Ferjean	19	Abundante	Fernette		
Lara		80	Fernette y R. De M.		

Diseños de polinización

Es un tema aún no resuelto.

- Woodroof 1978 = 10%
- Sibbet 1980, Forde 1970, 1981 = 10 %
- Charlot 1988 = 7 %
- Luna 1990 = 10%
- Aletà 1993 = 5 %
- CORFO (Agraria) 1997 = 11%
- Reil 1997 (Curso INIA) = 5 % o menos
- Polito 1998 = 2,5 – 5 %
- Muncharaz 2001 = 2 – 4 %

De todos los nombrados, Polito es el que más ha trabajado en el tema, entonces uno debiera considerar que un 2,5 a 5% es un buen porcentaje de polinizante.

En todo caso, se deben considerar los siguientes aspectos:

- En lo posible variedades muy similares o muy distintas. Muy similares con el objeto de cosechar al mismo tiempo la variedad principal y el polinizante, o muy distintas para que sean fáciles de diferenciar, para separarlas y que no disminuya el precio del lote.

- Ubicar polinizantes en forma perpendicular al viento.
- Cada 100 o 200m o cada 10 –12 hileras.

Función del polinizante en el huerto

- Niveles de 2 a 4 % de polinizantes bien ubicados y precoces para producir polen darán bajos niveles de caída post PFA y bajos niveles de PFA.
- Niveles de 10 % de polinizantes Franquette en Chandler pueden dar PFA en rangos de 30 a 40 %.
- Es mejor Cisco que Franquette por precocidad para producir polen y por tamaño (el tamaño de Cisco es menor y se acomoda más a la distancia 7x7 a que normalmente se planta Chandler y Howard). Franquette es un árbol más grande, más abierto.

Si se tiene Franquette se debe cortar el eje para que el árbol crezca en altura y el polen llegue más lejos y las ramas laterales no se deben podar para que endarden rápido. La producción de amentos está en relación con el vigor del brote, entonces los dardos más débiles más amentos van a producir.

Ubicación de los polinizantes

- En cortinas alrededor del huerto o cada 10 a 15 hileras (cada 60 a 90 m), en forma perpendicular al viento.
- Usar plantas grandes para adelantar la producción de amentos.
- No podar polinizantes Franquette en forma lateral, sólo rebajar el eje.

Referencias

- Polito, V.; Sibbett, G.; Grant, J.; Kelley, K and Catlin, P. 1998. Pistillate flower abortion and pollination management. pp. 133-138. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.
- McGranahan, G.; Leslie, C.; Phillips, H. and Dandekar, A. 1998. Genetic improvement. pp. 16-22. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.
- Pinney, K.; Labavitch, J. and Polito, V. 1998. Fruit growth and development. pp. 139-143. In: Ramos, D. (Ed.) Walnut production manual. Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources. Publ 3373. Oakland, California, USA. 320 p.