

MANUAL PRACTICO PARA  
EL CULTIVO DEL ALMENDRO

---

*MANUEL PRATIQUE POUR  
LA CULTURE D'AMANDIER*



**Autores****Capítulos**

- Octavio Arquero Quílez** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
IFAPA, Centro “Alameda del Obispo” de Córdoba  
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España)
- Baldomero Casado Caro** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Técnico Agrícola  
OCA de Antequera, Delegación Provincial de Agricultura de Málaga  
Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía (España)
- Miloud Khlifi**.....1.1, 2.1, 3.1 y 3.4  
Ingeniero Agrónomo  
Direction de la Protection des Végétaux, des Contrôles Techniques et de la  
Répression des Fraudes, Meknes (Maroc)
- María Lovera Manzanares** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Ingeniero Técnico Agrícola  
IFAPA, Centro “Alameda del Obispo” de Córdoba  
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España)
- Ali Mamouni** .....1.1, 2.1, 3.1 y 3.4  
Ingeniero Agrónomo  
INRA Centre Régional de la Recherche Agronomique Meknes (Maroc)
- Agustín Navarro Muñoz** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Ingeniero Técnico Agrícola  
OCA de Vélez-Rubio, Delegación Provincial de Agricultura de Almería  
Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía (España)
- Ahmed Oukabli**.....1.1, 2.1, 3.1 y 3.4  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
INRA Centre Régional de la Recherche Agronomique Meknes (Maroc)
- Arturo Salguero Ortiz**.....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Ingeniero Técnico Agrícola  
IFAPA, Centro “Las Torres” de Sevilla  
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España)
- Marcelino Viñas Martín**.....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Técnico Agrícola  
IFAPA, Centro “Alameda del Obispo” de Córdoba  
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España)

**Editores científicos**

Octavio Arquero  
Ahmed Oukabli



**Auteurs****Charpitres**

**Octavio Arquero Quílez** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
IFAPA, Centro “Alameda del Obispo” de Córdoba  
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España)

**Baldomero Casado Caro** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Técnico Agrícola  
OCA de Antequera, Delegación Provincial de Agricultura de Málaga  
Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía (España)

**Miloud Khlifi** .....1.1, 2.1, 3.1 y 3.4  
Ingeniero Agrónomo  
Direction de la Protection des Végétaux, des Contrôles Techniques et de la  
Répression des Fraudes, Meknes (Maroc)

**María Lovera Manzanares** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Ingeniero Técnico Agrícola  
IFAPA, Centro “Alameda del Obispo” de Córdoba  
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España)

**Ali Mamouni** .....1.1, 2.1, 3.1 y 3.4  
Ingeniero Agrónomo  
INRA Centre Régional de la Recherche Agronomique Meknes (Maroc)

**Agustín Navarro Muñoz** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Ingeniero Técnico Agrícola  
OCA de Vélez-Rubio, Delegación Provincial de Agricultura de Almería  
Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía (España)

**Ahmed Oukabli** .....1.1, 2.1, 3.1 y 3.4  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
INRA Centre Régional de la Recherche Agronomique Meknes (Maroc)

**Arturo Salguero Ortiz** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Ingeniero Técnico Agrícola  
IFAPA, Centro “Las Torres” de Sevilla  
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España)

**Marcelino Viñas Martín** .....1.2, 2.2, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7 y 4  
Técnico Agrícola  
IFAPA, Centro “Alameda del Obispo” de Córdoba  
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía (España)

**Editeurs scientifiques**

Octavio Arquero  
Ahmed Oukabli



## Prefacio

El cultivo del almendro es un cultivo muy tradicional y característico de la Cuenca Mediterránea, teniendo una gran importancia económica y social debido a la gran extensión cultivada y a su demarcación, mayoritariamente, en zonas deprimidas.

La mayoría de las plantaciones existentes son marginales, con malas condiciones edafoclimáticas para el cultivo y con limitaciones de agua. En este tipo de plantaciones se suele realizar un cultivo tradicional, ajeno a las mejoras habidas en los últimos años respecto al material vegetal y técnicas de cultivo. Como consecuencia de todo ello, la productividad y rentabilidad del cultivo son muy bajas.

Las buenas perspectivas económicas y de expansión que tiene actualmente el cultivo del almendro están incentivando su implantación en nuevas zonas de cultivo, que presentan unas condiciones más adecuadas para la obtención de buenos niveles productivos. Sin embargo, estas nuevas plantaciones pueden ver disminuidas sus perspectivas de rentabilidad debido a un desconocimiento de los criterios técnicos que se han de seguir para un cultivo moderno del almendro.

Este libro pretende ser una herramienta destinada a agricultores y, principalmente, técnicos para poder llevar a la práctica un cultivo del almendro moderno y respetuoso con el medio ambiente, que permita alcanzar unos adecuados niveles de productibilidad, de forma que aumente la rentabilidad de los agricultores y contribuya a la mejora social de las zonas de cultivo.

En esta publicación se abordan los principales temas relacionados con el cultivo del almendro: exigencias edafoclimáticas; material vegetal (patrones y variedades); y técnicas de cultivo (plantación, poda, manejo del suelo, fertiliza-

## Préface

La culture de l'amandier est une culture traditionnelle et caractéristique du Bassin Méditerranéen d'une grande importance économique et sociale due à la grande surface cultivée et sa démarcation, majoritairement dans les zones dépeuplées.

La majorité des plantations existantes sont marginées, dotées de mauvaises conditions edafoclimatiques pour la culture et de limitations d'eau. On observe que ces plantations donnent lieu à une culture traditionnelle sans tenir compte des améliorations du matériel végétal et technique de culture de ces dernières années. En conséquence, la productivité et la rentabilité sont très faibles.

Les perspectives économiques intéressantes et d'expansion que la culture de l'amandier suit actuellement incitent à son implantation dans de nouvelles zones de culture, qui offrent des conditions plus adéquates pour l'obtention de bons niveaux de productivité. Néanmoins ces nouvelles plantations peuvent voir affectés les possibilités de rentabilité par une méconnaissance des critères techniques à suivre pour une culture moderne de l'amandier.

Ce livre est un outil destiné aux agriculteurs et principalement techniciens pour mettre en pratique la culture moderne de l'amandier et respectueuse de l'environnement, qui permet d'atteindre des niveaux de productivité adéquats, de telle façon que la rentabilité des agriculteurs augmente et contribue à l'amélioration sociale des zones de culture.

Les principaux thèmes en relation avec la culture de l'amandier sont abordés dans cette publication : exigences édafoclimatiques ; matériel végétal (patrons et variétés) ; et techniques de culture (plantation, taille, maniement du sol,

ción, riego, protección del cultivo y recolección). Para los diferentes asuntos analizados, se ha tratado de explicar los conceptos básicos y fundamentos, se han recogido y comentado tanto las prácticas tradicionales como las más recientes, y se ha detallado la metodología que se debe seguir para una correcta ejecución de las diferentes técnicas de cultivo.

Este libro es fruto de la colaboración entre la Junta de Andalucía (España) y el Reino de Marruecos, dentro del Proyecto Interreg III-A “Caracterización de las principales variedades y patrones de almendro y su adaptación a distintas condiciones edafoclimáticas, PCIAAM AI22010303”, financiado por la Unión Europea y que ha sido ejecutado por el IFAPA (Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía-España) y por el INRA del Reino de Marruecos.

Parte de los resultados reflejados en esta publicación son fruto de los siguientes proyectos de investigación españoles: RAEA de Fruticultura, financiada por el IFAPA; Proyecto INIA n° RTA2005-00036-00-00 “Caracterización de las principales variedades de almendro y su adaptación a distintas condiciones del medio y sistemas de cultivo”, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia del Estado Español.

**Los editores científicos**

fertilisation, arrosage, protection de la culture et collecte). L’objectif pour chacun des thèmes analysés a été d’expliquer les concepts basiques et fondamentaux, de recueillir et commenter les pratiques traditionnelles comme les plus récentes, et détailler la méthodologie à suivre pour une exécution correcte des différentes techniques de culture.

Ce livre est le fruit de la collaboration entre la Junta de Andalucía (Espagne) et le Royaume du Maroc, dans le cadre des projets Interreg IIIA « Caractérisation des principales variétés et patrons de l’amandier et son adaptation à différentes conditions édafoclimatiques, PCIAAM AI22010303 » financé par l’Union Européenne et exécuté par l’IFAPA (Ministère de l’Innovation, Science et Entreprise, Junta de Andalucía- Espagne) et l’INRA du Royaume du Maroc.

Une partie des résultats fournis dans cette publication est le fruit des projets de recherche espagnols suivants : RAEA de Fruticultura, financé par l’IFAPA ; Projet INIA n° RTA2005-00036-00-00 « Caractérisation des principales variétés d’amandier et son adaptation a différentes conditions du milieu et systèmes de culture », financé par le Ministère d’Education et Sciences de l’Etat espagnol.

**Les editeurs scientifiques**



## INDICE

|   |     |
|---|-----|
| <b>1. Exigencias medioambientales del cultivo</b> .....         | 15  |
| 1.1. Clima .....  | 17  |
| <i>Necesidades en frío y calor</i> .....                        | 17  |
| <i>Luz</i> .....  | 18  |
| <i>Agua</i> .....   | 19  |
| <i>Humedad relativa</i> .....                                   | 19  |
| 1.2. Suelo .....  | 19  |
| 1.2.1. Formación y perfil del suelo .....                       | 20  |
| 1.2.2. Composición y propiedades del suelo .....                | 21  |
| <i>Propiedades físicas</i> .....                                | 21  |
| <i>Propiedades químicas</i> .....                               | 27  |
| 1.2.3. Análisis de la fertilidad del suelo .....                | 29  |
| <i>Toma de muestras</i> .....                                   | 30  |
| <i>Determinaciones analíticas</i> .....                         | 30  |
| <i>Interpretación resultados</i> .....                          | 31  |
| <b>2. Material vegetal</b> .....                                | 37  |
| 2.1. Patrones .....   | 39  |
| 2.1.1. Criterios de elección .....                              | 39  |
| 2.1.2. Principales patrones .....                               | 39  |
| <i>Francos de almendro</i> .....                                | 40  |
| <i>Híbridos ínter específicos</i> .....                         | 40  |
| <i>Híbridos ínter específicos Melocotonero x Almendro</i> ..... | 40  |
| <i>Híbridos ínter específicos con el ciruelo</i> .....          | 41  |
| 2.2. Variedades .....   | 41  |
| 2.2.1. Criterios de elección .....                              | 42  |
| <i>Exigencias climáticas</i> .....                              | 43  |
| <i>Incompatibilidad y auto fertilidad</i> .....                 | 43  |
| <i>Fechas de floración y de maduración</i> .....                | 44  |
| <i>Hábitos vegetativos y facilidad de poda</i> .....            | 47  |
| <i>Comportamiento agronómico</i> .....                          | 48  |
| <i>Características del fruto</i> .....                          | 51  |
| <i>Características comerciales</i> .....                        | 52  |
| 2.2.2 Principales variedades .....                              | 53  |
| <b>3. Técnicas de cultivo</b> .....                             | 91  |
| 3.1 Plantación .....  | 93  |
| 3.1.1. Calidad de la planta .....                               | 93  |
| 3.1.2. Diseño de plantación .....                               | 93  |
| 3.1.3. Preparación y densidad del terreno .....                 | 94  |
| 3.1.4. Preparación de la planta y plantación .....              | 96  |
| 3.2. Formación y poda .....                                     | 97  |
| 3.2.1. Conocimientos básicos .....                              | 98  |
| <i>Morfología</i> .....   | 99  |
| <i>Hábitos vegetativos</i> .....                                | 101 |
| <i>Tipos de corte</i> .....                                     | 102 |
| <i>Instrumental</i> .....                                       | 102 |
| 3.2.2. Sistemas de formación .....                              | 105 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.2.3 Tipos de poda  | 109        |
| <i>Poda de formación</i>                                   | 109        |
| <i>Poda de producción</i>                                  | 115        |
| <i>Poda de rejuvenecimiento</i>                            | 118        |
| 3.2.4. Intensidad y criterios de poda                      | 120        |
| 3.3. Manejo del suelo                                      | 122        |
| 3.3.1. Sistemas de manejo del suelo                        | 125        |
| <i>Laboreo</i>   | 125        |
| <i>Sin laboreo con suelo desnudo</i>                       | 127        |
| <i>Cubierta vegetal viva</i>                               | 128        |
| <i>Sistemas mixtos</i>                                     | 130        |
| 3.4. Fertilización   | 131        |
| 3.4.1. Abonado de establecimiento                          | 132        |
| <i>Materia orgánica</i>                                    | 132        |
| <i>Elementos principales</i>                               | 132        |
| 3.4.2. Abonado de mantenimiento                            | 133        |
| <i>Plantaciones jóvenes</i>                                | 134        |
| <i>Plantaciones en plena producción</i>                    | 134        |
| 3.4.3. Épocas de aplicación                                | 135        |
| 3.4.4. Criterios de fertilización mediante análisis foliar | 136        |
| 3.4.5. Micro elementos                                     | 136        |
| 3.5. Riego   | 138        |
| 3.5.1. Sistemas de riego                                   | 138        |
| 3.5.2. Necesidades de riego                                | 142        |
| 3.5.3. Calidad agronómica del agua de riego                | 149        |
| <i>Toma de muestras</i>                                    | 150        |
| <i>Determinaciones analíticas</i>                          | 151        |
| <i>Interpretación de los resultados</i>                    | 154        |
| 3.6. Protección del cultivo                                | 158        |
| 3.6.1. Plagas  | 159        |
| <i>Pulgón</i>  | 159        |
| <i>Gusano cabezudo</i>                                     | 162        |
| <i>Anarsia</i>   | 165        |
| <i>Mosquito verde</i>                                      | 167        |
| <i>Falso tigre</i>   | 169        |
| <i>Araña amarilla</i>                                      | 171        |
| <i>Nemátodos</i>   | 173        |
| 3.6.2. Enfermedades  | 174        |
| <i>Moniliosis</i>  | 174        |
| <i>Mancha ocre</i>   | 176        |
| <i>Cribado</i>   | 176        |
| <i>Lepra</i>   | 178        |
| <i>Verticilosis</i>  | 179        |
| <i>Fusicocum</i>   | 180        |
| 3.7. Recolección   | 182        |
| 3.7.1. Recogida del fruto                                  | 182        |
| 3.7.2. Descortezado y secado de la almendra                | 186        |
| <b>4. Bibliografía consultada y recomendada</b>            | <b>189</b> |

## SOMMAIRE

|  |     |
|--|-----|
| <b>1. Exigences édapho-climatiques de la culture</b> .....   | 15  |
| 1.1. Climat .....  | 17  |
| <i>Besoins en froid et en chaleur</i> .....                  | 17  |
| <i>Lumière</i> .....   | 18  |
| <i>Eau</i> .....   | 19  |
| <i>Humidité relative</i> .....                               | 19  |
| 1.2. Exigences édaphiques .....                              | 19  |
| 1.2.1. Formation et profil du sol .....                      | 20  |
| 1.2.2. Composition et propriétés du sol .....                | 21  |
| <i>Propriétés physiques</i> .....                            | 21  |
| <i>Propriétés chimiques</i> .....                            | 27  |
| 1.2.3. Analyse de la fertilité du sol .....                  | 29  |
| <i>Prise d'échantillons</i> .....                            | 30  |
| <i>Déterminations analytiques</i> .....                      | 30  |
| <i>Interprétation des résultats</i> .....                    | 31  |
| <b>2. Matériel végétal</b> .....                             | 37  |
| 2.1. Porte greffes .....                                     | 39  |
| 2.1.1. Critères de sélection .....                           | 39  |
| 2.1.2. Principaux porte-greffes .....                        | 39  |
| <i>Semis d'amandier</i> .....                                | 40  |
| <i>Les hybrides inter spécifiques</i> .....                  | 40  |
| <i>Hybrides interspécifiques Pêcher x Amandier</i> .....     | 40  |
| <i>Hybrides interspécifiques avec le prunier</i> .....       | 41  |
| 2.2. Variétés .....  | 41  |
| 2.2.1. Critères de choix .....                               | 42  |
| <i>Exigences climatiques</i> .....                           | 43  |
| <i>Incompatibilité et auto fertilité</i> .....               | 43  |
| <i>Époque de floraison et de maturité</i> .....              | 44  |
| <i>Comportement végétatif et facilité de la taille</i> ..... | 47  |
| <i>Comportement agronomique</i> .....                        | 48  |
| <i>Caractéristiques du fruit</i> .....                       | 51  |
| <i>Caractéristiques commerciales</i> .....                   | 52  |
| 2.2.2 Variétés principales .....                             | 53  |
| <b>3. Techniques de culture</b> .....                        | 91  |
| 3.1 Plantation .....   | 93  |
| 3.1.1 Qualité du plant .....                                 | 93  |
| 3.1.2. Dispositif de plantation .....                        | 93  |
| 3.1.3. Préparation et densité du terrain .....               | 94  |
| 3.1.4 Préparation du plant et plantation .....               | 96  |
| 3.2. Formation et Taille .....                               | 97  |
| 3.2.1. Connaissances de base .....                           | 98  |
| <i>Morphologie</i> .....                                     | 99  |
| <i>Caractéristiques végétatives</i> .....                    | 101 |
| <i>Types de coupe</i> .....                                  | 102 |
| <i>Instruments de taille</i> .....                           | 102 |
| 3.2.2. Systèmes de formation .....                           | 105 |
| 3.2.3 Types de taille .....                                  | 107 |
| <i>Taille de formation</i> .....                             | 109 |
| <i>Taille de fructification</i> .....                        | 115 |
| <i>Taille de rajeunissement</i> .....                        | 118 |
| 3.2.4. Intensité et critères de la taille .....              | 120 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.3. Travail du sol                              | 122        |
| 3.3.1. Systèmes de travaux du sol                | 125        |
| <i>Labour</i>                                    | 125        |
| <i>Sans labour avec sol nu</i>                   | 127        |
| <i>Couverture végétale vivante</i>               | 128        |
| <i>Systèmes mixtes</i>                           | 130        |
| 3.4. Fertilisation                               | 131        |
| 3.4.1. Fumure d'établissement                    | 132        |
| <i>Matière organique</i>                         | 132        |
| <i>Éléments majeurs</i>                          | 132        |
| 3.4.2. Fumure d'entretien                        | 133        |
| <i>Jeunes vergers</i>                            | 134        |
| <i>Vergers en pleine production</i>              | 134        |
| 3.4.3. Époques des apports                       | 135        |
| 3.4.4. Diagnostic foliaire                       | 136        |
| 3.4.5. Micro-éléments                            | 136        |
| 3.5. Irrigation                                  | 138        |
| 3.5.1. Systèmes d'irrigation                     | 138        |
| 3.5.2. Nécessités de l'irrigation                | 142        |
| 3.5.3. Qualité de l'eau d'irrigation             | 149        |
| <i>Prélèvement d'échantillons</i>                | 150        |
| <i>Déterminations analytiques</i>                | 151        |
| <i>Interprétation des résultats</i>              | 154        |
| 3.6. Protection de la culture                    | 158        |
| 3.6.1. Épidémies                                 | 159        |
| <i>Puceron</i>                                   | 159        |
| <i>Capnoïde</i>                                  | 162        |
| <i>Chenille</i>                                  | 165        |
| <i>Moustique vert</i>                            | 167        |
| <i>Faux tigre</i>                                | 169        |
| <i>Araignée jaune</i>                            | 171        |
| <i>Nématodes</i>                                 | 173        |
| 3.6.2. Maladies                                  | 174        |
| <i>Monilia</i>                                   | 174        |
| <i>Polystigma</i>                                | 176        |
| <i>Tavelure</i>                                  | 176        |
| <i>Cloque</i>                                    | 178        |
| <i>Verticilliose</i>                             | 179        |
| <i>Fusicocum</i>                                 | 180        |
| 3.7. Récolte                                     | 182        |
| 3.7.1. Cueillette                                | 182        |
| 3.7.2. Décorticage et séchage de l'amande        | 186        |
| <b>4. Bibliographie consultée et recommandée</b> | <b>189</b> |





# 1

Exigencias medioambientales del cultivo  
Exigences Environnementales de la Culture





Como especie rústica, el almendro puede desarrollarse en climas muy variados. El medio favorable es el que permita al árbol exteriorizar todo su potencial. El almendro se adapta bien al clima mediterráneo, pudiendo vegetar en altitudes de entre 100 y 2.000 m. Altitudes del orden de los 1.000 m le permiten fructificar con regularidad. Soporta las fuertes temperaturas veraniegas y los grandes fríos invernales.

Para conseguir una adecuada rentabilidad, el almendro ha de ser plantado en condiciones climáticas que le protejan de las heladas primaverales que se produzcan durante la floración. Se tienen que evitar situaciones de frío intenso (zonas bajas de los valles, exposición al norte en laderas, etc.). Es un árbol que prefiere lugares aireados y soleados.

El almendro contribuye a proteger los suelos de la erosión y la desertificación. En lugares accidentados, que se caracterizan por pendientes entre medias y fuertes, este árbol se usa para la defensa y la restauración de los suelos. Las plantaciones han de tener en cuenta las curvas de nivel, con la realización de colectores para retener las aguas. En estas condiciones, el manejo del cultivo sigue siendo relativamente difícil (tratamientos fitosanitarios, etc.), no pudiéndose practicar la recogida mecánica.

### 1.1. Clima

#### *Necesidades de frío y calor*

El almendro es relativamente poco exigente en horas-frío (de 100 a 400 horas de temperaturas inferiores a 7 °C). El efecto de la falta de frío es menos nefasto para el almendro que para los demás frutales. Para abrirse, las yemas necesitan también estar expuestas a un cierto grado de calor (necesidades de calor).

Las necesidades de frío y calor de las principales variedades de almendro están resu-

Etant une espèce rustique, l'amandier peut se développer sous des climats variés. Le milieu favorable est celui qui permettra à l'arbre d'exterioriser tout son potentiel. Bien qu'il puisse végéter dans des altitudes allant de 100 à 2000 m, l'amandier n'est pas exigeant sur le plan relief et peut s'accommoder bien au climat méditerranéen. Des altitudes de l'ordre de 1000 m lui permettent de fructifier régulièrement. Il supporte les fortes chaleurs estivales et les grands froids d'hiver. Pour sa rentabilité, l'amandier doit être planté dans des conditions climatiques le mettant à l'abri des gelées printanières qui surviennent durant la floraison. Les situations gélives (bas fond, exposition au nord pour les sols de coteaux, etc.) sont à éviter. C'est un arbre qui préfère les situations aérées, ensoleillées, à hygrométrie faible et faible risque d'asphyxie. L'amandier contribue à la conservation des sols contre l'érosion et contre la désertification. En situation accidentée, caractérisée par des pentes moyennes à fortes, cet arbre est utilisé en DRS fruitière. Les plantations tiennent compte des courbes de niveau avec la confection d'impluviums pour la rétention des eaux. Dans ces conditions, l'entretien de la culture reste relativement difficile (traitements phytosanitaires, etc.) et la récolte mécanique n'est pas envisageable.

### 1.1. Climat

#### *Besoins en froid et en chaleur*

L'amandier est relativement peu exigeant en froid (100 à 400 heures de températures inférieures à 7°C). L'effet du manque de froid est moins néfaste sur amandier que sur les autres espèces fruitières. Pour fleurir les bourgeons ont besoin d'être exposés aussi à une certaine quantité de chaleur (besoins en chaleur).

Les besoins en froid et en chaleur, pour les principales variétés cultivées au Maroc, sont

midas en el Cuadro 1.1.

résumés dans le Tableau 1.1.

**Tableau 1.1. Niveau des exigences en froid et en chaleur de certaines variétés d'amandier.**

| Variétés           | Besoins en froid | Besoins en chaleur |
|--------------------|------------------|--------------------|
| Desmayo            | Faible           | Moyen              |
| Marcosa            | Faible           | Fort               |
| Fournet de Brezand | Faible           | Très fort          |
| Ferragnès          | Très fort        | Moyen              |
| Ferraduel          | Fort             | Moyen              |
| Taono              | Fort             | Faible             |
| Mandaline          | Fort             | Faible             |
| Laurane            | Fort             | Faible             |

Source: INRA. Maroc.

Las yemas florales evolucionan durante el invierno (diferenciación) bajo la acción del frío. La flor se abre luego gracias a la acción de las temperaturas cálidas de la primavera. Por tanto, la fecha de floración depende estrechamente del efecto acumulado de ambos factores climáticos. Las variaciones interanuales, bastante importantes y que lo son cada vez más, en cuanto a la cantidad de estos dos factores y también a cómo se produzcan, causan desajustes en la floración de las variedades asociadas en una misma parcela. Estos desajustes son aún más importantes cuando la subida de las temperaturas es brutal a finales de enero-febrero, lo que afectará a la polinización y, en consecuencia, a la fructificación.

### **Luz**

Para un crecimiento normal y una fructificación regular, el almendro requiere de luz. Es una especie que no se presta bien a plantaciones densas y reacciona perdiendo muchas hojas y envejeciendo rápidamente. El marco de plantación ha de tener en cuenta este factor que, en condiciones de deficiencia, se traduce en las variedades exigentes ('Ferragnès', 'Lauranne') por una falta de lignificación de los tallos y del endocarpio de los frutos. El comportamiento de los tallos interiores se traduce por una etiolización y una desecación de los brotes, causadas por la sombra resultante de la alta densidad del follaje.

Les bourgeons à fleur évoluent au cours de l'hiver (différenciation) sous l'action du froid. L'ouverture de la fleur se produit ensuite grâce l'action des températures chaudes du printemps. La date de floraison dépend donc étroitement de l'effet cumulé de ces deux facteurs climatiques. Les variations inter-annuelles, assez importantes, au niveau de la quantité de ces deux facteurs ainsi qu'au niveau de la manière de leur déroulement et qui sont de plus en plus importantes, causent des décalages de floraison entre les variétés associées dans un même verger. Ce décalage est d'autant plus important lorsque les élévations de températures sont brutales en fin janvier-février ce qui affecte la pollinisation et par conséquent la fructification.

### **Lumière**

Pour une croissance normale et une fructification régulière l'amandier exige de la lumière. C'est une espèce qui se prête mal aux plantations denses et réagit par des dénudements importants et un vieillissement rapide. Les densités de plantation doivent tenir compte de ce facteur, qui en condition de déficience, se traduit chez les variétés exigeantes (Ferragnès, Lauranne) par un manque de lignification des rameaux et de l'endocarpe des fruits. Le comportement des rameaux à l'intérieur de l'arbre se traduit par un étiolement et un dessèchement des pousses causé par l'ombrage provoqué par la densité du feuillage.

**Agua**

El almendro es una especie que puede ser cultivada en condiciones de secano, aunque las producciones suelen ser bajas y alternas. Sin embargo, con riegos complementarios (en primavera y a principios de verano) mejoran los rendimientos tanto a nivel de la cantidad como de la calidad y reducen la alternancia. La falta de agua es menos crítica durante la última parte del periodo de crecimiento, durante la cual, en caso de estrés hídrico intenso, el almendro reacciona reduciendo su superficie foliar y perdiendo hojas precozmente (finales de verano).

El régimen pluviométrico mediterráneo se caracteriza por una variación intra e interanual y por una sequía estival intensa que produce un déficit hídrico que se estima en aproximadamente 1.500 mm. El almendro, gracias a su sistema radicular y su follaje resistente a la desecación está adaptado a la falta de agua. En cultivo de secano conviene adaptar el marco de plantación a la pluviometría anual y proceder a la recogida de las aguas de lluvia.

**Humedad relativa**

Las principales enfermedades por hongos del almendro se desarrollan con tiempo húmedo. De la misma forma, una humedad relativa alta durante la floración es perjudicial para la polinización y reduce las posibilidades de fructificación de esta especie, originaria de zonas con clima seco.

**1.2. Suelo**

El suelo es el medio de anclaje de las plantas, mediante el desarrollo del sistema radicular, siendo además la fuente principal de agua y nutrientes necesarios para los procesos biológicos. Cada tipo de suelo presenta unas características físicas y químicas que determinan su grado de adaptabilidad al cultivo de las distintas especies y variedades vegetales, así como su potencial productivo. Por tanto, es condición necesaria tener un completo conocimiento de las características y propiedades del suelo antes de realizar

**Eau**

L'amandier est une espèce qui peut être conduite en culture pluviale mais les rendements enregistrés restent faibles et alternant. Cependant des irrigations complémentaires (au printemps et en début d'été) améliorent les rendements aussi bien sur le plan quantité que qualité et réduit l'alternance. Le manque d'eau est moins critique pendant la dernière partie de la saison de croissance ou l'amandier réagit, en situation de stress intense, par une réduction de la surface foliaire en faisant chuter ses feuilles précocement (fin été).

L'amandier, grâce à son système racinaire et son feuillage résistant à la dessiccation, est adapté au manque d'eau. L'efficacité d'utilisation de l'eau est importante en sol normalement pourvu en éléments fertilisants.

Le régime pluviométrique méditerranéen se caractérise par une variation intra et interannuelle et par une sécheresse estivale intense qui occasionne un déficit hydrique estimé à environ 1500 mm. En culture pluviale, il convient donc d'adapter la densité de plantation à la hauteur pluviométrique annuelle et de procéder à des pratiques de collecte de ces eaux pluviales.

**Humidité relative**

Les principales maladies fongiques reconnues sur amandier se développent par temps humide. De même une humidité relative élevée pendant la floraison nuit à la pollinisation et réduit donc les chances de fructification de cette espèce originaire des zones à climat sec.

**1.2. Sol**

L'amandier n'est pas exigeant en matière du sol mais il reste généralement sensible à l'asphyxie racinaire et redoute l'excès d'eau en hiver et pendant la végétation. Il est tolérant au calcaire actif et ne manifeste pas de symptômes de chlorose. Cette résistance est liée à ses facultés d'extraire le fer du sol et non à de faibles besoins. Il redoute cependant les sols alcalins ou

la plantación.

### 1.2.1. Formación y perfil de suelo

El suelo es el resultado de la transformación de un material geológico por la acción de factores como el clima, la vegetación o la orografía. Las características de este material inicial o parental condicionarán las propiedades del suelo.

En el proceso de formación de un suelo se van desarrollando una serie de capas diferenciales, conocidas como horizontes. Estos horizontes se disponen de forma superpuesta, paralelos al terreno, y presentan diferencias entre ellos en cuanto al color, propiedades físicas y químicas, etc. En la mayoría de los suelos agrícolas suelen distinguirse claramente tres horizontes principales: A, B y C. La zona superficial del suelo la constituye el horizonte A, que suele tener mayor contenido de materia orgánica, un color más oscuro y, en suma, mejores propiedades que los horizontes subyacentes para el desarrollo de las plantas.

Por debajo del A se sitúa el horizonte B. Este horizonte suele formarse como consecuencia de una alteración moderada del material parental, o bien, por acumulación de partículas muy finas que son arrastradas por el agua de lavado desde el horizonte A. Las raíces de las plantas se desarrollan, principalmente, en los horizontes A y B, constituyendo ambos la zona biológicamente más activa del suelo y a la que se denomina **solum**.

Entre el horizonte B y el material parental se sitúa el horizonte C, que está constituido por material no consolidado y poco afectado por los procesos de formación del suelo.

Las plantas leñosas, al permanecer muchos años en el terreno y alcanzar un considerable volumen de copa, desarrollan un potente sistema radicular. Por ello, una correcta evaluación del suelo debe analizar todo su perfil, mediante la realización de una calicata de una profundidad de unos 1,5-2 m.

El almendro presenta, en general, un

argileux asphyxiant en automne ou en hiver. L'amandier valorise les terrains calcaires, rocailloux et les sols légèrement bien drainant lui conviennent parfaitement. En sol profond, l'amandier tolère la sécheresse et requiert une végétation et une vigueur importante.

Le sol idéal pour un amandier conduit sans irrigation doit avoir un horizon de surface sableux qui repose sur un sol légèrement argileux.

Chaque type sol présente en général des caractéristiques physiques et chimiques qui déterminent son aptitude à être cultivé.

### 1.2.1. Formation et profil du sol

Le sol est le résultat de la transformation d'un matériel géologique sous l'action de certains facteurs comme le climat, la végétation ou l'orographie. Les caractéristiques de cette matière initiale conditionnent les propriétés du sol.

Dans le processus de formation d'un sol, une série de différentes couches se développent en horizons. Ces horizons sont superposés en couche, parallèle à la terre, et présentent des différences parmi au niveau de la couleur, les propriétés physiques et chimiques, etc. Dans la plupart des sols on distingue clairement trois horizons principaux: A, B et C. La zone superficielle du sol constitue l'horizon qui contient le plus grand contenu de matière organique, une couleur plus sombre et a de meilleures propriétés pour le développement des plantes que les horizons sous-jacents.

L'horizon B est normalement formé suite à une alteration modérée de la matière parentale, ou bien, par l'accumulation de particules très fines lessivée de l'horizon A et sont traînées, par l'eau. Les racines des plantes se développent, principalement, dans les horizons A et B. Ces derniers constituent la zone biologiquement la plus active du sol et désignée sous la dénomination solum.

Entre l'horizon B et la matière parentale se situe l'horizon C qui est constitué de la matière non consolidée et peu être affecté par les

sistema radicular fasciculado no muy profundo, con mayor desarrollo horizontal que vertical. La mayoría de las raíces suelen situarse en los primeros 70-100 cm del suelo, si bien, la forma e intensidad del desarrollo radicular puede verse modificada por varios factores, entre los que podemos destacar: el sistema de propagación, el tipo de suelo y las técnicas de cultivo. Así, en suelos de textura gruesa, bien drenados y en condiciones de secano, las raíces presentan mayor desarrollo en profundidad, pudiendo superar los 3 m.

### 1.2.2. Composición y propiedades del suelo

El suelo se compone de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire, en proporciones variables. Las partículas minerales son de tamaño y naturaleza muy diferentes. Suelen diferenciarse en dos grandes fracciones: la tierra fina (de tamaño  $<2$  mm) y los elementos gruesos (de tamaño  $>2$  mm). La matriz sólida de un suelo la componen las partículas minerales y la materia orgánica. Entre estas partículas sólidas quedan muchos huecos (poros) que son de suma importancia, ya que por ellos se desplazan y almacenan el agua y el aire, que son esenciales para el desarrollo y supervivencia de las raíces.

#### *Propiedades físicas*

Las características físicas de un suelo normalmente son difíciles y costosas de corregir, por lo que suelen constituir la mayor limitación para la implantación de un cultivo.

A continuación se describen las principales propiedades físicas del suelo para cultivos leñosos en áreas mediterráneas.

**Textura.** Dentro de la tierra fina del suelo se diferencian tres fracciones: arena (partículas de tamaño entre 2-0,05 mm), limo (partículas de tamaño entre 0,05-0,002 mm) y arcilla (partículas de tamaño  $<0,002$  mm). La textura de un suelo indica la proporción relativa de estas tres fracciones y, en función de su valor, los suelos se agrupan en las clases texturales recogidas en la Figura 1.1.

processus de formation du sol.

Les plantes ligneuses, restant plusieurs années dans la terre et atteignant un volume considérable, développent un système racinaire de grand volume. Pour cela, une évaluation correcte du sol doit analyser tout son profil, au moyen d'une coupe de 1,5 à 2 m de profondeur approximativement.

L'amandier présente, en général, un système racinaire fasciculé qui n'est pas très profond, avec un développement plus horizontal que vertical. La plupart des racines sont localisées dans les premiers 70-100 cm du sol, bien que, la forme et l'intensité du développement racinaire puissent être modifiées par plusieurs facteurs. Dans des sols à texture épaisse, bien drainés et en condition de sécheresse, les racines peuvent atteindre des profondeurs de plus de 3 m.

### 1.2.2. Composition et propriétés du sol

Le sol est composé de particules minérales, de matière organique, d'eau et d'air, dans des proportions variables. Les particules minérales sont de calibre et de nature très différentes. Ils diffèrent habituellement dans deux grandes fractions: la terre fine (de calibre  $<2$  mm) et les éléments grossiers (de calibre  $>2$  mm). La couche solide d'un sol est composée de particules minérales et de matière organique. Entre ces particules solides, des pores qui sont d'une extrême importance existent. Ils emmagasinent l'eau et l'air, nécessaires pour le développement et la survie des racines.

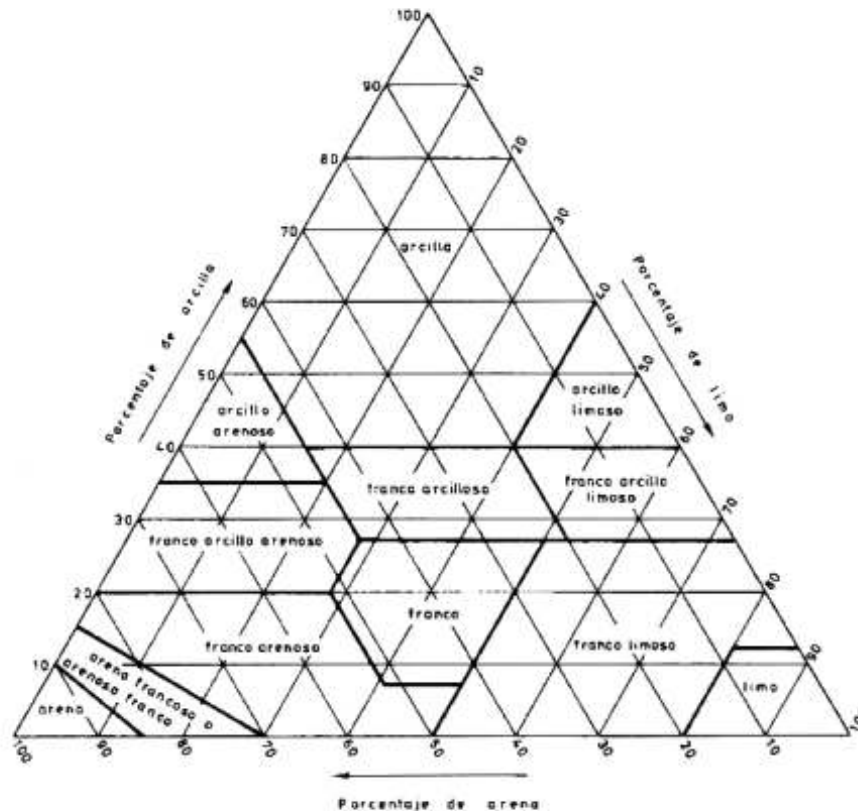
#### *Propriétés physiques*

Les caractéristiques physiques d'un sol sont habituellement difficiles et coûteuses en matière de correction, et constituent, une limitation pour la mise en place d'une culture.

**Texture.** Trois fractions différentes se distinguent: le sable (particules du calibre compris entre 2-0,05 mm), le limon (particules de calibre compris entre 0,05-0,002 mm) et l'argile (particules de calibre  $<0,002$  mm). La texture d'un sol indique la proportion relative de ces trois frac-

Los suelos arcillosos pueden presentar problemas de falta de aireación y de poca movilidad del agua, por el contrario presentan una

tions et, en fonction de leur valeur, les sols se regroupent dans des classes texturales montrées dans le Figure 1.1.



**Figure 1.1. Triangle textural, selon la classification USDA.**

alta capacidad de retención de agua y de nutrientes. Los limosos también presentan dificultades para la aireación y movimiento del agua, además de tener una mala estructura, favoreciendo la formación de costras y la erosión. Los suelos arenosos, al contrario de los arcillosos, son muy permeables, facilitando el crecimiento de las raíces y el movimiento de aire y agua, también son sueltos y fáciles de laborear, presentando el inconveniente de ser poco fértiles y con escasa capacidad de retención de agua.

El almendro es muy sensible al encharcamiento (asfixia radicular), más pronunciada en árboles jóvenes y en los periodos de actividad vegetativa, por lo que son aconsejables los suelos francos o franco-arenosos.

*Estructura.* Las partículas minerales del suelo (arena, limo y arcilla) forman unidades

Les sols argileux peuvent présenter des problèmes d'aération et de peu de mobilité de l'eau mais au contraire, ils ont une haute capacité de rétention de l'eau et des éléments. Les limoneux présentent des difficultés pour l'aération et la circulation de l'eau, en plus ils ont une mauvaise structure, favorisant la formation de croûtes. Les sols sablonneux sont très perméables, facilitent le développement des racines et le mouvement de l'air et de l'eau. Ils sont aussi faciles à labourer, mais présentent l'inconvénient d'être peu fertiles et ayant une faible capacité de rétention de l'eau.

L'amandier est très sensible au stagnation de l'eau (asphyxie radulaire), particulièrement pour les jeunes arbres et durant la période d'activité végétative. Les sols francs ou franco-sablonneux sont donc recommandés pour la culture d'amandier.

de mayor tamaño, denominadas agregados, siendo la materia orgánica y los óxidos de hierro los principales agentes agregantes. A esta ordenación de las partículas minerales se le da el nombre de estructura.

La estructura puede clasificarse en base a varios criterios: la forma, el tamaño y el grado de desarrollo de los agregados. La estructura suele variar a lo largo del año, así, en períodos secos suele acentuarse, mientras que en húmedos tiende a debilitarse.

Un suelo con una mala estructura en su parte superficial sufrirá en mojado una obturación de los poros (sellado), disminuyendo la velocidad de infiltración del agua, que favorecerá la escorrentía y la erosión del suelo. Si la mala estructura afecta al subsuelo, el movimiento del agua de percolación a través del suelo hacia capas profundas se ve disminuida, provocando una falta de aireación. Estos efectos negativos de la mala estructura se verán acrecentados si el suelo es, además, de textura arcillosa.

*Capacidad de almacenamiento de agua útil.* El espacio poroso del suelo está ocupado por agua y aire. Bajo buenas condiciones de cultivo, estos dos componentes vienen a ocupar cada uno el 50% del espacio total, el aire se sitúa en los poros grandes, mientras que el agua ocupa los poros medianos y pequeños.

Se dice que un suelo está saturado cuando el agua ocupa todos los espacios porosos, situación que puede darse después de una lluvia o riego copioso. En condiciones de saturación hay una ausencia de aire en el suelo, por lo que, de prolongarse demasiado en el tiempo, puede darse la muerte de las plantas por asfixia. Cuando el suelo está saturado, el agua que ocupa los poros grandes tiende a moverse, por efecto de la gravedad, hacia los perfiles más bajos del suelo, proceso que recibe el nombre de drenaje. En los primeros momentos la velocidad de drenaje es muy alta, para ir disminuyendo conforme los poros mayores se van vaciando de agua, hasta llegar a un punto en el que prácticamente queda estabilizada, dándose solamente

*Structure.* Les particules minérales du sol (sable, limon et argile) forment des unités de gros calibre, dénommées agrégats, et seul la matière organique et les oxydes de fer sont les principaux agents agrégants. Cet arrangement des particules minérales est connu sous le nom de structure. La structure peut être classée sur la base de plusieurs critères: la forme, le calibre et le niveau de développement des agrégats.

Un sol avec une mauvaise structure dans la partie superficielle souffrira de l'excès d'eau par obturation des pores. La vitesse d'infiltration de l'eau favorise l'érosion du sol. Si la mauvaise structure affecte le sous sol, le mouvement de l'eau de percolation à travers le sol vers les couches profondes diminue en causant un manque d'aération. Ces effets négatifs de la mauvaise structure s'accroissent en sol à texture fine.

*Capacité de stockage de l'eau utile.* L'espace poreux du sol est occupé par l'eau et l'air. En bonnes conditions de culture, ces deux composants occupent 50% chacun de l'espace total. L'air est situé dans les grands pores, pendant que l'eau occupe les pores moyens et petits.

Un sol est dit saturé quand l'eau occupe tous les espaces poreux. Cette situation peut se produire après une pluie ou un arrosage abondant. Sous des conditions de saturation il y a absence d'air dans le sol et en conditions prolongées, cette situation peut causer la mort par asphyxie. Quand le sol est saturé, l'eau qui occupe les grands pores tend à se déplacer, par effet de gravité, jusqu'aux profils les plus bas du sol (drainage). Au début, la vitesse de l'écoulement est très élevée, allant en diminuant et les plus grands pores vont se vider de l'eau, pour arriver à un point stable où l'eau se perd uniquement par évaporation. Le sol est donc à sa **capacité au champ** (CC).

La structure du sol a un effet positif sur la quantité d'eau utile. En conditions sans irrigation qui prédominent dans la culture de l'amandier, il est essentiel de considérer cette période sèche que les arbres doivent supporter. Cette caractéristique du sol est appelée **capacité de**

pérdidas de agua por evapotranspiración. En estas condiciones el suelo se dice que está a **capacidad de campo (CC)**.

Cuando el suelo está a capacidad de campo, el agua ocupa los poros de tamaño medio y pequeño y se encuentra almacenada en forma de películas delgadas alrededor de las partículas sólidas del suelo. La mayor parte de la cantidad de agua retenida por el suelo a capacidad de campo, puede ser tomada por las plantas.

La cantidad de agua retenida a CC irá disminuyendo por pérdidas debidas a la transpiración de las plantas y a la evaporación directa a la atmósfera. Conforme va disminuyendo la humedad del suelo, el agua que va quedando es retenida con más fuerza, hasta llegar un punto en que las raíces de las plantas no pueden extraerla. A este estado de humedad del suelo, en el que las plantas no pueden tomar el agua exis-

**stockage de l'eau disponible (RU)** et qui dépend, principalement, de la profondeur du sol explorable par les racines (profondeur effective) et de la quantité d'eau utile.

*Profondeur effective.* Les racines se développent dans le sol jusqu'à une certaine profondeur (profondeur effective), pour extraire de l'eau et les éléments minéraux. En conditions pluviales, la profondeur effective conditionne la productivité de la culture.

Sous des conditions orographiques et à cause des lits fluviaux ou de reliefs déprimés, l'existence de couches fragiles très proches de la surface du sol empêche le développement des racines et peut causer la mort par asphyxie. Cette situation peut être résolue en pratiquant un drainage du sol et en confectionnant des plantations en ados (Figure 1.2).



**Figure 1.2. Correction de problèmes d'asphyxie racinaire. A gauche, drainage du sol. Droite, plantation en ados.**

tente en el suelo, se le denomina **punto de marchitez permanente (PMP)**.

La fracción de agua útil para las plantas vendrá dada por la diferencia entre la humedad a CC y en el PMP, dependiendo ambas de la textura y de la estructura del suelo, así como del

Dans les très vieux sols formés de matières carbonatées avec l'accumulation d'une croûte calcaire, le développement des racines en profondeur est bloqué. Si la dureté et la grosseur de la croûte ne sont pas excessives, le problème peut être résolu au moyen d'un travail profond du sous sol.



contenido en materia orgánica.

Cuanto más fina es la textura del suelo, mayor es la capacidad para retener agua, tanto a CC como en PMP. Sin embargo, la fracción de agua útil es mayor en suelos franco-limosos, ya que en los arcillosos la humedad en PMP es muy alta.

La estructura del suelo también tiene un efecto positivo sobre la fracción de agua útil, al mejorar, sobre todo, la cantidad de agua retenida a CC.

La materia orgánica incrementa la fracción de agua útil, aunque en los suelos cultivados del área mediterránea los contenidos en materia orgánica suelen ser demasiado bajos para poder apreciar este efecto.

En condiciones de secano, que son las predominantes en el cultivo del almendro, es esencial la duración del periodo seco que los árboles pueden soportar a expensas del agua almacenada en el suelo. Esta característica o condición del suelo se denomina **capacidad de almacenamiento de agua disponible (AD)**, que depende, principalmente, de la profundidad del suelo explorable por las raíces (profundidad efectiva) y de la fracción de agua útil. Para su estimación se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$AD = (CC - PMP) Z (1 - Pg)$$

AD: capacidad de almacenamiento de agua disponible, expresada en mm.

CC: Capacidad de campo, expresada en términos de la fracción de volumen de suelo ocupado por el agua.

PMP: punto de marchitez permanente, expresada en los mismos términos que la CC.

Z: profundidad efectiva del suelo, expresada en mm.

Pg: fracción de volumen de suelo ocupado por partículas gruesas.

*Profundidad efectiva.* Las raíces se desarrollan en el suelo hasta cierta profundidad (profundidad efectiva), siendo en ese espesor donde extraen agua y nutrientes. Bajo condiciones de secano, la profundidad efectiva suele ser,

Dans les terrains plats d'âge ancien, les sols présentent des horizons très fins, plus ou moins épais, à distance faible de la surface. Ces horizons présentent une barrière physique pour le développement des racines, en plus de problème limitant l'infiltration de l'eau en profondeur. Ces conditions peuvent s'améliorer par le drainage du sol et la réalisation des plantations en ados (Figure 1.2).

Dans les sols peu évolués, localisés dans les régions montagneuses prononcées, la présence d'horizon rocheux à faible profondeur est fréquente. Cet horizon rocheux qui est la matière parentale du sol, présente une grande dureté et épaisseur qui sont difficiles à corriger au moyen de travaux.

casi siempre, la característica del suelo que más condiciona los estados vegetativos y productivos de un cultivo. Para establecer correctamente cual es la profundidad efectiva es necesario observar directamente el perfil y la distribución de las raíces en profundidad.

La profundidad efectiva de un suelo suele estar condicionada por la presencia de una capa freática o de un horizonte endurecido, este último puede ser de naturaleza petrocálcica, argílica o de material parental rocoso.

En condiciones orográficas de proximidad a cauces fluviales o de relieves deprimidos, puede darse la existencia de capas freáticas muy próximas a la superficie del suelo que impiden el desarrollo de las raíces, al provocar su muerte por asfixia. Para solucionar estas situaciones se debería realizar un drenaje del suelo y/o hacer las plantaciones en caballón (Figura 1.2).

En suelos muy antiguos y desarrollados a partir de materiales carbonatados, es frecuente la acumulación de caliza a cierta profundidad (costras calcáreas). Estas costras suponen, entre otros efectos negativos, un impedimento para el desarrollo en profundidad de las raíces. Si la dureza y grosor de la costra no son excesivas, el problema puede solucionarse mediante la realización de una labor profunda de subsolado.

En terrenos llanos de mucha edad, suelen darse suelos que presentan horizontes muy arcillosos, más o menos espesos, a escasa distancia de la superficie. La dureza que alcanzan estos horizontes supone una barrera física para el crecimiento de las raíces, además de generar problemas de encharcamiento, al limitar la infiltración del agua en profundidad. Estas condiciones pueden mejorarse realizando drenajes del suelo y/o haciendo las plantaciones en caballón (Figura 1.2).

En suelos poco evolucionados, situados en zonas de montaña con pendientes pronunciadas, es habitual la presencia de un horizonte rocoso a escasa profundidad. Este horizonte rocoso suele ser el material parental del suelo, presentando una gran dureza y espesor, por lo que difícilmente se puede corregir mediante la realización de labores.

### ***Propiedades químicas***

Entre las propiedades químicas más importantes del suelo figuran: la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el poder tampón y el pH.

*Materia orgánica.* Todas las sustancias de origen animal o vegetal que se acumulan o son incorporadas al suelo, constituyen la materia orgánica. Sobre la materia orgánica fresca actúan multitud de organismos que la van descomponiendo y transformando, hasta alcanzar el estado de humus (materia orgánica de tamaño coloidal, muy descompuesta y estable).

La materia orgánica tiene un efecto muy beneficioso en algunas propiedades del suelo, entre las que se pueden destacar las siguientes: mejora la estructura del suelo, al promover la formación de agregados y aumentar su estabilidad, aumenta la fertilidad del suelo, sobre todo en nitrógeno y algunos micronutrientes.

Los suelos cultivados en el Area Mediterránea suelen tener unos contenidos muy bajos en materia orgánica, que raramente superan el 1%. Las causas que han provocado esta reducción de los niveles de materia orgánica son varias: el laboreo continuado del terreno, la quema o retirada de los restos de cultivo, la erosión del suelo, etc.

### ***Capacidad de intercambio catiónico.***

Una de las propiedades químicas más importante del suelo es la de adsorber iones. Los cationes adsorbidos están asociados a las superficies de los filosilicatos o del humus, pero sin llegar a formar parte de éstas, de forma que pueden pasar a la disolución del suelo si son intercambiados por otros cationes. A este proceso de intercambio de cationes adsorbidos en las superficies de las partículas por cationes de la disolución del suelo, se le denomina intercambio catiónico.

La mayoría de los nutrientes esenciales para las plantas están presentes en el suelo o son aportados como fertilizantes, en forma de cationes ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , etc.), constituyendo

### ***Propriétés chimiques***

Parmi les propriétés chimiques les plus importantes du sol figurent la matière organique, la capacité de l'échange cationique, le pouvoir absorbant et le pH.

*Matière organique.* Toutes les substances d'origine animale ou végétale qui s'accumulent ou qui sont incorporées au sol, constituent la matière organique. La matière organique fraîche subit de nombreuses actions d'organismes qui la décomposent et la transforment, pour atteindre l'état d'humus (matière organique de calibre colloïdal, très décomposée et stable).

La matière organique a un effet très bénéfique sur les propriétés du sol, comme l'amélioration de sa structure, la formation d'agrégats et l'amélioration de leur stabilité, l'augmentation de la fertilité du sol, surtout en azote et quelque micro-éléments.

Les sols cultivés dans la Région Méditerranéenne contiennent de très faible quantité de matière organique qui est rarement supérieure à 1%. Les causes qui ont provoqué cette réduction des niveaux de la matière organique sont nombreuses: le labour continu de la terre, l'incinération ou le retrait des restes de culture, l'érosion du sol, etc.

*Capacités d'échange cationique.* La plupart des éléments nutritifs essentiels pour les plantes sont présents dans le sol ou apportés comme engrais sous forme de cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , etc.), constituant l'absorption cationique qui est un mécanisme très important pour éviter leur perte par lessivage. Ces éléments nutritifs sont absorbés directement par la plante quand ils sont dans la dissolution du sol. Par conséquent l'échange cationique augmente la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes.

La capacité d'un sol à adsorber les cations sous forme interchangeable se mesure par la **capacité d'échange des cations** (CEC) qui est exprimée en centième de cations monovalents absorbé par kg de sol ( $\text{cmol}_c/\text{kg}$ , équivalent à  $\text{még}/100\text{g}$ ).

la adsorción catiónica un mecanismo muy importante para evitar su pérdida por lixiviación. Estos nutrientes son absorbidos directamente por la planta cuando se encuentran en la disolución del suelo, por tanto, el intercambio catiónico aumenta la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. Se puede concluir que, los filosilicatos y el humus actúan como un almacén de nutrientes para las plantas.

La capacidad de un suelo para adsorber cationes en forma intercambiable se cuantifica mediante la **capacidad de intercambio catiónico (CIC)**, que se expresa en centimoles de cationes monovalentes adsorbidos por kg de suelo ( $\text{cmol}_c/\text{kg}$  equivale a  $\text{meq}/100 \text{ g}$ ).

La CIC es un buen índice de la aptitud del suelo para almacenar nutrientes catiónicos esenciales: a mayor CIC, mejor fertilidad potencial del suelo. Hay que tener presente que la CIC es una medida cuantitativa y no cualitativa, por tanto una CIC alta no asegura, por sí sola, la presencia de cantidades suficientes de todos y cada uno de esos nutrientes, pudiéndose dar bajas cantidades de algunos de ello, o bien, un exceso de cationes indeseables por su toxicidad ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ , etc.).

La mayoría de los suelos mediterráneos presentan proporciones muy altas de filosilicatos en la fracción arcilla y bajos contenidos de humus, por lo que la CIC depende, básicamente, del contenido en arcilla.

*Poder tampón.* A la propiedad de amortiguar los cambios de concentración de los nutrientes en la disolución del suelo se le denomina poder tampón para los nutrientes, teniendo una gran importancia para la fertilidad del suelo. La disolución del suelo posee unos bajos contenidos de nutrientes en relación con las necesidades de los cultivos, siendo necesario que el suelo tenga la capacidad de rellenarla a medida que se empobrece por la extracción que llevan a cabo las plantas.

El intercambio de cationes, entre las partículas de arcilla y la disolución del suelo,

constituye el mecanismo básico para amortiguar los cambios de concentración de muchos nutrientes que están en la disolución del suelo. Este intercambio depende de la CIC, mejorando el intercambio al aumentar la CIC. Los suelos que presentan una baja CIC serán incapaces de mantener unas adecuadas cantidades de esos nutrientes en la disolución del suelo cuando sean adsorbidos por la planta, lo que obligará a realizar aportaciones frecuentes de fertilizantes solubles.

*pH.* El grado de acidez o alcalinidad de un suelo se cuantifica por la medida de la concentración de iones hidrógeno, conocida por pH. Su valor tiene una gran influencia sobre las reacciones de adsorción/desorción y de disolución/precipitación que regulan la disponibilidad de varios nutrientes y de las formas orgánicas.

En función del valor que alcance el pH, se establecen las siguientes categorías de suelos: muy ácidos (<5,5), ácidos (5,5-6,5), neutros (6,5-7,5), alcalinos (7,5-8,5) y muy alcalinos (>8,5). El almendro se desarrolla bien en suelos neutros y alcalinos.

### 1.2.3. Análisis de la fertilidad del suelo

Se entiende por fertilidad de un suelo a su capacidad para suministrar los nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo vegetativo y productivo. La fertilidad del suelo respecto a un determinado elemento nutritivo depende de dos parámetros principales: por un lado de la cantidad de nutriente disponible, que es la que está presente en la disolución del suelo y en la fracción fácilmente asimilable, y, de otra parte, del poder tampón para el nutriente en cuestión.

El objetivo del análisis del suelo es el de determinar si las cantidades de nutrientes disponibles en el suelo cubren las necesidades del cultivo, para, en el caso de que no lo fuesen, establecer una fertilización complementaria que aporte los elementos y cantidades necesarios.

El análisis de la fertilidad comporta

*pH.* Le niveau d'acidité ou d'alcalinité d'un sol est mesuré par la concentration des ions d'hydrogène, connu par le pH. Ce dernier a une grande influence sur la disponibilité de plusieurs éléments nutritifs.

En fonction de la valeur du pH, les sols sont classés en sols très acide (<5,5), acides (5,5-6,5), neutre (6,5-7,5), alcalin (7,5-8,5) et très alcalin (>8,5). L'amandier se développe bien dans les sols neutres à alcalins.

### 1.2.3. Analyse de la fertilité du sol

On entend par la fertilité d'un sol, sa capacité à donner les éléments nutritifs dont les plantes ont besoin pour leur développement végétatif et productif. La fertilité du sol, concernant certains éléments nutritifs, dépend de deux paramètres principaux: la quantité d'aliment disponible et présente en dissolution dans le sol et en proportion facilement assimilable et du pouvoir tampon pour les éléments nutritif en question.

L'objectif de l'analyse du sol est de déterminer si les quantités d'aliments disponibles dans le sol couvrent les besoins de la culture, et dans le cas contraire, il est indispensable d'apporter une fertilisation complémentaire.

L'analyse de la fertilité comporte trois phases ou processus fondamentaux: la prise des échantillons dans le champ, la réalisation des analytiques au laboratoire et l'interprétation des résultats.

#### *Prise d'échantillons*

Les caractéristiques d'un sol présentent diverses variations au niveau de la profondeur (dûes à la nature différente des couches ou horizons du sol), horizontalement (liées aux changements en topographie, matière parentale du sol, systèmes de la culture, etc.). Le prélèvement d'échantillons doit donc être effectué avec beaucoup de soin pour être représentatif de la parcelle qui présente une uniformité dans les caractéristiques du sol. La méthodologie de l'échantillonnage à respecter est la suivante:

tres pasos o procesos fundamentales: toma de muestras en campo, realización de las determinaciones analíticas en laboratorio e interpretación de los resultados.

### ***Toma de muestras***

Las características de un suelo suelen presentar marcadas variaciones en cortos desplazamientos, tanto en profundidad (debido a la distinta naturaleza de las capas u horizontes del suelo), como horizontalmente (motivadas por cambios en: la topografía, material parental del suelo, sistemas de cultivo, etc.). Por ello, habrá que ser especialmente cuidadoso en la metodología de toma de muestras, de tal forma que la muestra cogida sea representativa de una zona del terreno que presente una uniformidad en cuanto a las características del suelo. La metodología de muestreo a seguir será la siguiente:

Cuando la parcela a estudiar sea heterogénea se dividirá en subparcelas homogéneas, que se muestrearán independientemente. Se fijará un itinerario de muestreo, de tal forma que de cada subparcela se muestren un mínimo de 10 puntos regularmente distanciados.

De cada punto se tomarán muestras a distintas profundidades, en función de la distribución de los horizontes. Normalmente, suelen tomarse dos muestras: una en los primeros 30 cm del suelo, y otra entre los 30-60 cm.

Todas las submuestras individuales, correspondientes a una misma subparcela y profundidad, serán mezcladas cuidadosa e íntimamente. De esta mezcla se separará una porción representativa de unos 0,5 kg, que será la muestra compuesta a analizar. Una vez secadas al aire, las muestras deben ser introducidas en bolsas de plástico, limpias y claramente identificadas, para su envío al laboratorio.

### ***Determinaciones analíticas***

Los análisis deben realizarse en laboratorios de reconocida solvencia, en caso de duda se contrastaran los resultados con otro laboratorio. Al remitir las muestras, se deberá indicar al laboratorio las determinaciones que se quieren realizar.

Quand la parcelle à étudier est hétérogène, elle doit être divisée en sous parcelles homogènes qui seront échantillonnées indépendamment. Se fixer un itinéraire de l'échantillonnage, de telle sorte que chaque parcelle fera l'objet de 10 points régulièrement espacés.

Dans chaque point, un échantillon de sol est prélevé à des profondeurs différentes. Normalement on prend deux échantillons: l'un dans les premiers 30 centimètres du sol, et l'autre dans les 30-60 centimètres.

Tous les sous échantillons individuels, correspondent à une même sous parcelle et profondeur, seront mélangés intimement et avec soin. De ce mélange une partie représentative de 0,5 kg sera prise de l'échantillon pour analyse. Une fois séché à l'air, les échantillons devraient être introduits dans des sacs de plastique, propre et clairement identifié, pour leur envoi au laboratoire.

### ***Déterminations analytiques***

Les analyses doivent être réalisées dans des laboratoires reconnus et en cas de doute les résultats doivent être comparés avec un autre laboratoire.

**Interpretación de los resultados**

Se entiende por nivel crítico la cantidad de un elemento nutritivo en el suelo, por encima de la cual no se produce un incremento adicional del rendimiento del cultivo al aumentar la cantidad del nutriente mediante fertilización. El valor del nivel crítico no solo depende de la concentración del nutriente en el suelo, también influyen otros factores como el poder tampón del suelo sobre dicho nutriente y las características de cada cultivo. Así mismo, la disponibilidad para que un elemento pueda ser absorbido por la planta también depende de otras características del suelo, como el grado de humedad, que afectan a la movilidad del elemento nutritivo.

Por tanto, la interpretación de los resultados de fertilidad de un suelo es difícil y no del todo concluyente. El dato del contenido de un nutriente no es, por sí solo, criterio suficiente para decidir si la fertilidad del suelo respecto a ese elemento es alta o baja. En cultivos arbóreos esta dificultad es aún mayor, por la existencia de órganos de reserva capaces de almacenar elementos nutritivos que pueden ser movilizados a corto plazo.

La interpretación de los análisis del suelo suele hacerse en referencia a valores genéricos y orientativos, aplicables a un amplio conjunto de cultivos. En función de los resultados de los análisis cabe hacer las siguientes interpretaciones:

**Nivel bajo o muy bajo.** La disponibilidad del nutriente es escasa y la probabilidad de que el cultivo responda positivamente a la aportación del nutriente es alta o muy alta.

**Nivel medio.** La disponibilidad del nutriente es adecuada y, posiblemente, no limite el desarrollo del cultivo, existiendo pocas probabilidades de que un aporte fertilizante mejore el rendimiento económico.

**Nivel alto o muy alto.** La disponibilidad del nutriente es más que suficiente y la probabilidad de que un aporte fertilizante mejore el rendimiento económico es muy pequeña, por el contrario, puede provocar excesos o desequilibrios que disminuyan la producción.

**Interprétation des résultats**

Le seuil critique d'un élément nutritif dans le sol est le niveau au-dessus duquel une augmentation supplémentaire du rendement de la culture n'a pas lieu en augmentant la quantité des éléments nutritifs au moyen de fertilisation. La valeur du niveau critique ne dépend pas seulement de la concentration des éléments dans le sol, mais aussi des autres facteurs comme le pouvoir absorbant du sol et les caractéristiques de chaque culture. La disponibilité un élément à être absorbé par la plante dépend aussi d'autres caractéristiques du sol, comme le niveau d'humidité qui affectent sa mobilité.

Par conséquent, l'interprétation des résultats de fertilité d'un sol est difficile et n'est pas complètement concluante du fait que le contenu d'un élément nutritif n'est pas le seul critère pour décider si la fertilité du sol en élément est élevée ou faible. Dans l'arboriculture cette difficulté est complexe, par l'existence d'organes de réserve apte à emmagasiner des éléments nutritifs qui peuvent être mobilisés à court terme.

L'interprétation de l'analyse du sol est faite en se référant aux valeurs générales applicables à un large groupe de cultures.

**Niveau bas ou très bas.** La disponibilité d'élément est rare et la probabilité que la culture réponde positivement à l'apport de l'élément nutritif en question est haute ou très haute.

**Niveau moyen.** La disponibilité de l'élément est adéquate et ne limite pas le développement de la culture. La probabilité qu'un engrais contribue à améliorer économiquement le rendement est faible.

**Haut ou très haut niveau.** La disponibilité de l'élément est plus que suffisante et la probabilité qu'un engrais contribue à améliorer le rendement économique est nulle. Il peut même causer un excès ou un déséquilibre qui diminue la production.

A continuación se describe la interpretación de los elementos nutritivos y parámetros que suelen figurar en un boletín de análisis de suelo

**Nitrógeno (N).** En el suelo, el nitrógeno disponible está sujeto a numerosos procesos y transformaciones (pérdidas por lixiviación o volatilización, ganancias por mineralización de la materia orgánica, etc.) que afectan profundamente a sus existencias. Esto motiva el que no exista un procedimiento de análisis o parámetro edáfico que esté ampliamente aceptado como indicador efectivo de las disponibilidades de N en el suelo.

En cultivos herbáceos anuales suelen utilizarse dos índices: el nitrógeno inorgánico residual (suma de las cantidades de amonio y nitrato en el suelo) y el del nitrógeno mineralizable (estimación del N que será puesto a disposición del cultivo por la descomposición de la materia orgánica). Por todas las dificultades comentadas anteriormente, en los cultivo leño-

**Azote (N).** Dans le sol, l'azote est disponible et est sujet à de nombreux processus de transformations (pertes par lessivage ou volatilisation, gain par minéralisation de la matière organique, etc.). Il n'existe donc pas de procédure d'analyse ou de paramètres édaphiques servant indicateurs effectifs de la disponibilité de N dans le sol. La fertilisation azotée doit être basée sur les analyses foliaires que celles du sol.

**Phosphore (P).** A l'opposé de l'analyse de l'azote, l'analyse du sol est d'une grande importance pour établir la fertilisation phosphatée. L'objectif serait de maintenir un niveau de P assimilable dans le sol au-dessus du niveau critique qui garantie la suffisance.

La valeur critique de P dans le sol dépend de la culture et de la méthode d'analyse utilisée. Selon la méthode d'Olsen qui est la plus utilisée, les niveaux établis pour l'interprétation du P disponible dans le sol sont basés sur un certain nombre cultures, principalement herbacées (Tableau 1.2).

**Tableau 1.2. Interprétation des teneurs en phosphore du sol, calculées à partir de la méthode Olsen.**

| Niveau    | P en sol (ppm) |
|-----------|----------------|
| Très haut | >25            |
| Haut      | 18-25          |
| Moyen     | 10-17          |
| Bas       | 3-9            |
| Très bas  | <5             |

Source: FAO, 1984.

Los la fertilización nitrogenada tiende a basarse más en el análisis foliar que en el del suelo.

**Fósforo (P).** Al contrario que para el nitrógeno, el análisis del suelo es de gran ayuda para establecer la fertilización fosfórica. El objetivo será el de mantener un nivel de P asimilable en el suelo por encima de un nivel crítico, que garantice la suficiencia.

El valor crítico de P en el suelo depende del cultivo de que se trate y del método de análisis utilizado, siendo el de Olsen el más utili-

**Potassium (K), calcium (Ca) et magnesium (Mg).** Les proportions disponibles de ces trois éléments correspondent à leur possibilité d'échange, et sont déterminées à l'aide de la méthode de l'acétate d'ammonium 1N.

L'interprétation de la fertilité du K, Ca et Mg, est basée sur le contenu de chaque élément dans sa forme interchangeable. Elle est apparentée à chaque valeur de la capacité d'échange cationique (CEC). Les normes d'interprétation sont rassemblées pour une grande gamme de cultures au niveau du Tableau 1.3.



**Tableau 1.3. Interprétation des contenus de potassium, calcaire et manganèse en sol, suivant la texture et la CEC.**

| Texture          | CEC                                     | Niveau de fertilité | K (ppm) | Mg (ppm) | Ca (ppm)  |
|------------------|---|---------------------|---------|----------|-----------|
| <b>Grossière</b> | Basse<br>( $<5$ cmol <sub>c</sub> /kg)  | Très élevé          | $>100$  | $>60$    | $>800$    |
|                  |   | Elevé               | 60-100  | 25-60    | 500-800   |
|                  |   | Moyenne             | 30-60   | 10-25    | 200-500   |
|                  |   | Bas                 | 15-30   | 5-10     | 100-200   |
|                  |   | Très bas            | $<15$   | $<5$     | $<100$    |
| <b>Moyenne</b>   | Moyenne<br>(5-15 cmol <sub>c</sub> /kg) | Très élevé          | $>300$  | $>180$   | $>2400$   |
|                  |   | Elevé               | 175-300 | 80-180   | 1600-2400 |
|                  |   | Moyenne             | 100-175 | 40-80    | 1000-1600 |
|                  |   | Bas                 | 50-100  | 20-40    | 500-1000  |
|                  |   | Très bas            | $<50$   | $<20$    | $<500$    |
| <b>Fine</b>      | Elevé<br>( $>15$ cmol <sub>c</sub> /Kg) | Très élevé          | $>500$  | $>300$   | $>4000$   |
|                  |   | Elevé               | 300-500 | 120-300  | 3000-4000 |
|                  |   | Moyenne             | 150-300 | 60-120   | 2000-3000 |
|                  |   | Bas                 | 75-150  | 30-60    | 1000-2000 |
|                  |   | Très bas            | $<75$   | $<30$    | $<1000$   |

Fuente: FAO, 1984.

zado. En el Cuadro 1.2 se recogen los niveles establecidos para la interpretación del P disponible en el suelo, que han sido estimados en base a un amplio conjunto de cultivos, principalmente herbáceos.

*Potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).* Las fracciones disponibles de estos tres elementos vienen a corresponderse con sus contenidos de cambio, y suelen determinarse mediante el método del acetato amónico 1N.

La interpretación de la fertilidad del K,

*Fer (Fe), manganèse (Mn), cuivre (Cu) et zinc (Zn).* Généralement, ces éléments ne manquent pas dans le sol, bien que des carences fréquentes sont provoquées par diverses situations: un pH inapproprié, des adsorptions par les particules de calcaire, des interactions avec d'autres éléments, etc.

Les proportions disponibles de ces quatre éléments sont déterminés à l'aide d'extraction avec des produits aqueux (DTPA). Dans le Tableau 1.4, deux évaluations, celle des États-Unis et de la France, sont présentées.

**Tableau 1.4. Valeurs critiques utilisées dans l'interprétation du contenu du sol en Fe, Mn, Zn et Cu, extractibles avec DTPA, utilisées aux USA et en France.**

| Niveau              | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Zn (ppm) | Cu (ppm) |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| USA <sup>1</sup>    | 4        | 1,4      | 0,8      | 0,8      |
| France <sup>2</sup> | 10       | 4        | 0,7      | 0,2      |

<sup>1</sup> Cox (1987).

<sup>2</sup> Loué (1988).

Ca y Mg, se basa en los contenidos de cada elemento en su forma intercambiable, relacionados para cada tipo de textura o valor de la capacidad de intercambio catiónico (CIC). En el Cuadro 1.3 se recogen las claves de interpretación válidas

*Pouvoir chlorosant.* Dans les sols très calcaires, le manque en fer est fréquent, et est connu sous le nom de chlorose ferrique. Le pouvoir chlorosant d'un sol se réfère à sa capacité à induire la chlorose.

para una amplia gama de cultivos.

*Hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y Zinc (Zn).* Estos elementos normalmente no suelen faltar en el suelo, aunque son frecuentes carencias inducidas provocadas por diversas situaciones: pH inapropiado, adsorción por las partículas de caliza, interacción con otros elementos, etc.

Las fracciones disponibles de estos cuatro elementos suelen determinarse mediante extracción con productos quelantes, entre los cuales el más utilizado es el DTPA. Existen diferentes estimaciones de los niveles críticos para estos elementos, que suelen presentar apreciables diferencias. Como ejemplo, en el Cuadro 1.4 se recogen dos estimaciones, una de Estados Unidos y la otra realizada en Francia.

*Poder clorosante.* En suelos muy calcáreos es frecuente la deficiencia en hierro, conocida como clorosis férrica inducida. Denominándose poder clorosante de un suelo a la capacidad que presenta para inducir clorosis.

Tradicionalmente se ha venido considerando el contenido en caliza activa como un buen índice para predecir el poder clorosante del suelo, aunque en la actualidad se pone en duda su validez. Otros índices que estiman aceptablemente el poder clorosante son el contenido de carbonatos totales y el de hierro extraíble con DTPA.

No tenemos conocimiento de que se hayan realizado estimaciones de los valores críticos de estos parámetros para el almendro. Para el olivo se sitúan en torno al 55% de  $\text{CaCO}_3$  y de 3 ppm de Fe extraíble con DTPA. El almendro está considerado como una de las especies frutales más resistente a la clorosis férrica, superior a la que presenta el olivo.

*Salinidad.* Se entiende por salinidad del suelo a la existencia de un exceso de sales solubles (iones) en la disolución del suelo. Una salinidad elevada dificulta la absorción de agua

Le contenu du calcaire actif d'un sol constitue un bon indice pour prédire le pouvoir chlorosant du sol. Les concentrations en carbonates totaux et en fer extractible avec DTPA constituent aussi un indice du pouvoir chlorosant d'un sol. Chez l'olivier, les valeurs critiques se situent autour de 55% de  $\text{CaCO}_3$  et de 3 ppm du Fer extractible. Il n'existe, cependant pas de valeur estimative pour l'amandier qui reste généralement l'espèce fruitière la plus résistante à la chlorose ferrique, supérieure à celle de l'olivier.

*Salinité.* On entend par salinité du sol l'existence d'un excès de sels solubles (ions) dans la solution du sol. Une salinité élevée entrave l'absorption de l'eau et provoque un stress hydrique et

por parte de los cultivos, provocándoles un estrés hídrico, además de poder plantear problemas de toxicidad debidos a un exceso de iones específicos (sodio, cloruros y boro).

La salinidad del suelo se cuantifica por medio de la **conductividad eléctrica (CE)** de la disolución del suelo a un contenido de agua dado, normalmente el correspondiente a saturación (conductividad eléctrica en el extracto de saturación,  $CE_{es}$ ), cuyas unidades son de deciSiemens por metro (dS/m, equivalente a milimhos/cm).

El origen de la salinidad puede ser el propio material originario del suelo, que contenga un exceso de sales, o bien, el agua de riego, que puede actuar como agente de salinización al aportar las sales que contiene.

des problèmes de la toxicité dus à un excès d'ions spécifiques (sodium, chlorures et bore).

La salinité du sol est mesurée à l'aide de la **conductivité électrique (CE)** de la dissolution du sol à un contenu donné d'eau, correspondant à la saturation (conductivité électrique dans l'extrait du saturation,  $CE_{es}$ ) en unités de deciSiemens par mètre (dS/m, équivalent à milimhos/cm).

L'origine de la salinité peut être le sol qui contient un excès de sel, ou, dans le cas de sols irrigués, l'eau d'irrigation peut agir comme agent du salinisation et en déposant les sels qu'il contient.

**Tableau 1.5. Diminution de la récolte (%) en fonction de la salinité du sol et de l'eau d'irrigation pour la culture d'amandier.**

| Salinité (dS/m)         | Pourcentage de la diminution de la récolte |         |      |
|-------------------------|--|---------|------|
|                         | 0  | 1-60    | > 60 |
| <b>Sol</b>              | <1,5                                       | 1,5-4,8 | >4,8 |
| <b>Eau d'irrigation</b> | <1,1                                       | 1,1-3,2 | >3,2 |

Source: Maas (1990).

En el Cuadro 1.5 se recoge el grado de restricción para el cultivo del almendro respecto a la salinidad en el suelo y en el agua de riego.

*Toxicidad por sodio (Na), boro (B) y cloro (Cl).* Los suelos sódicos presentan, tanto en la disolución del suelo como adsorbido en las partículas de arcilla, una elevada relación de sodio en relación a calcio y magnesio. La excesiva proporción de sodio en la disolución del suelo produce desequilibrios nutritivos y/o toxicidad para las plantas, mientras que en las arcillas facilita su dispersión, obturándose los poros, lo que disminuye la permeabilidad y aireación del suelo. La cantidad de sodio en el suelo suele expresarse mediante el **porcentaje de sodio intercambiable (PSI)**.

Le Tableau 1.5 présente les niveaux limite de la salinité du sol et dans l'eau d'irrigation, pour la culture de l'amandier.

*Toxicité pour sodium (Na), bore (B) et chlore (Cl).* La proportion excessive de sodium dans la solution du sol produit des déséquilibres nutritifs et/ou des toxicités pour les plantes. Dans les argiles il facilite leur dispersion en obturant les pores et en diminuant la perméabilité et l'aération du sol. La quantité de sodium dans le sol est exprimée au moyen du **pourcentage de sodium interchangeable (PSI)**.

Le bore et le chlore peuvent être toxiques pour la plante en quantités relativement faibles. Le contenu de chlorure est donné en meq/l et ceux de bore en mg/l ou ppm.

El boro y el cloro pueden resultar tóxicos para la planta en cantidades relativamente pequeñas. Los contenidos de cloruros suelen darse en meq/l y los de boro en mg/l o ppm.

El origen de estos tres elementos puede ser el propio suelo o el agua de riego. En el Cuadro 1.6 se recogen los niveles críticos para el Na, B y Cl, en suelo y en agua de riego.

L'origine de ces trois éléments peut provenir du sol ou de l'eau d'arrosage. Dans le *Tableau 1.6* les niveaux critiques sont rassemblés pour le Na, B et Cl.

**Tableau 1.6. Niveaux critiques de sodium, de chlorure et de bore en sol et en eau d'irrigation.**

| Milieu              | Elements<br>(unités) | Niveau de restriction |        |        |
|---------------------|----------------------|-----------------------|--------|--------|
|                     |                      | Aucun                 | Moderé | Sévère |
| Sol                 | Na (PSI)             | <5                    | 5-15   | >15    |
|                     | Cl (meq/l)           | <5                    | 5-15   | >15    |
|                     | B (ppm)              | <0,5                  | 0,5-3  | >3     |
| Eau<br>d'irrigation | Na (SAR)             | <3                    | 3-9    | >9     |
|                     | Cl (meq/l)           | <4                    | 4-10   | >10    |
|                     | B (ppm)              | <0,5                  | 0,5-3  | >3     |

Source: Ayers and Westcot (1985).

# 2

**Material Vegetal**

**Matériel Végétal**



## 2.1. Patronos

### 2.1.1. Criterios de elección

El patrón garantiza, con su sistema radicular, el agarre, la absorción hidromineral y el almacenamiento de reservas. Actúa en interacción con la parte aérea (variedad) permitiéndole que se adapte a ciertas condiciones edafoclimáticas de cultivo. Por ello, el éxito de una plantación depende ampliamente de la buena elección de la asociación “variedad-patrón”. Si la elección de una buena variedad es necesaria, la elección del patrón resulta evidente también, ya que influye en el comportamiento y en los resultados posteriores del árbol. El patrón constituye pues un medio adecuado para superar algunas limitaciones del suelo y del clima.

Al elegir el material vegetal se da importancia, principalmente, a la variedad, mientras que al patrón suele dársele poca relevancia, esto hace que la adecuación material vegetal-medio de cultivo falle parcialmente.

### 2.1.2. Principales patronos

El almendro ha sido un cultivo tradicional de suelos secos, pobres y calizos. En la actualidad se está expandiendo a medios con mejores condiciones, con suelos profundos y arcillosos. La utilización de los patronos del almendro ha evolucionado con los años para pasar de los patronos de semillas a genotipos de propagación vegetativa que garantizan una buena homogeneidad.

La investigación ha permitido poner a disposición de los productores una multitud de patronos con aptitudes muy distintas. Las principales características de los patronos más utilizados para el cultivo del almendro se exponen a continuación.

## 2.1. Porte greffes

### 2.1.1. Critères de sélection

Le porte-greffe assure, par son système racinaire, les fonctions d’ancrage, d’absorption hydro-minérale et de stockage de réserves. Il agit en interaction avec la partie aérienne (cultivar) en lui permettant de s’adapter à certaines conditions pédo-climatiques de culture. De ces faits, le succès d’une plantation dépend largement du choix judicieux de l’association “variété porte-greffe”. Si le choix d’une bonne variété est nécessaire, le choix du porte-greffe est évident aussi car il influence le comportement et les performances ultérieurs de l’arbre. Le porte-greffe constitue donc un moyen adéquat pour surmonter certaines contraintes du sol et du climat.

Les efforts de recherche ont permis de mettre à la disposition des producteurs une multitude de porte-greffes ayant des aptitudes distinctes. L’authenticité du matériel végétal et la qualité sanitaire des plants utilisés à l’échelle nationale restent, cependant, dans plusieurs cas, en dessous des exigences d’une arboriculture moderne. En effet, lors de la création du verger, l’importance est accordée essentiellement à la variété ce qui rend l’adéquation matériel végétal milieu de culture partiellement défailante. La disponibilité en pépinière d’une gamme diversifiée de porte-greffes authentiques et sains n’est pas toujours évidente et complique parfois cette adéquation. Les principales caractéristiques des porte-greffes performants sur le plan agronomique et adaptés aux conditions climatiques méditerranéennes sont présentées ci-dessous.

### 2.1.2. Principaux porte-greffes

#### *Semis d’amandier*

L’amandier qui était inféodé aux sols secs, pauvres et calcaires, est aujourd’hui cultivé avec des pratiques horticoles modernes sur des

### ***Francos de almendro***

El patrón franco de almendro, de semilla amarga o dulce (Garrigues, Marcona, Desmayo) se ha preconizado sobre todo para los cultivos en secano y en suelos calizos. Es generalmente conocido por su rusticidad, pero es muy sensible a armillaria, nemátodos y agrobacterium. En suelos con mal drenaje, es igualmente sensible a la asfixia radicular.

El INRA marroquí ha seleccionado una semilla (INRA-U8-AT8), con buen comportamiento agronómico y adaptado a condiciones de secano, y que permite una propagación generativa fácil.

### ***Híbridos interespecíficos***

El desarrollo del híbrido almendro x melocotonero pretende aprovechar por una parte las características del almendro que son un enraizamiento profundo, que adapta el árbol a la sequía y a un contenido calizo importante y, por otra, las del melocotonero, que le dan unas conexiones y una cabellera radicular importante, o las del ciruelo que tolera la asfixia. Estos patrones han permitido desarrollar el cultivo del almendro en situaciones específicas. Los del tipo ciruelo presentan también una mejor tolerancia a las enfermedades del suelo que el melocotonero de semilla o el híbrido melocotonero x almendro.

### ***Híbridos interespecíficos melocotonero x almendro***

*GF-677*. Fue la primera selección de híbrido natural de almendro y melocotonero, siendo muy utilizado en el cultivo del almendro. Da a los árboles un buen anclaje y un importante vigor. Su difícil propagación vegetativa limita no obstante su difusión a gran escala y el enraizamiento de sus estacas leñosas puede ser mejorado con el uso de la hormona AIB. Algunos laboratorios privados practican el cultivo in Vitro de este patrón para una mejor comercialización. Este patrón se utiliza con éxito en suelos de replantación.

*Hansen*. Es una selección americana

terrazas assez profonds et à sol argileux. L'utilisation des porte-greffes d'amandier a évolué, au fil des années, pour passer des porte-greffes de semis vers des génotypes à multiplication végétative qui assurent une bonne homogénéité.

Le semis d'amandier (Marcona, Desmayo, Amandier amer) a été préconisé surtout pour les cultures en sec et en sols calcaires. Il est généralement connu pour sa rusticité mais sa racine reste sensible au pourridié (*Armillaria mellea*), aux galles causées par les nématodes et par l'*Agrobacterium tumefaciens*. En sol mal drainant, il est sensible également à l'asphyxie.

Un semis d'amandier INRA-U8-AT8 a été sélectionné par l'INRA Maroc pour ses performances agronomiques et sa bonne adaptation à la culture pluviale. Il permet une multiplication générative facile et est en cours de diffusion auprès de la profession.

### ***Les hybrides inter spécifiques***

Le développement d'hybride Amandier x Pêcher vise l'exploitation des caractéristiques de l'amandier qui sont l'enracinement profond adaptant l'arbre à la sécheresse et au teneur élevée en calcaire d'une part et d'autre part, celles du pêcher qui confèrent un branchement et une chevelure racinaire importants ou du prunier qui tolère l'asphyxie. Ces porte-greffes ont permis le développement de la culture d'amandier dans des situations particulières. Ceux du type Prunier présentent aussi une meilleure tolérance au pourridié que le semis de pêcher ou le pêcher x amandier.

### ***Hybrides interspécifiques Pêcher x Amandier***

*GF 677*. Est le premier hybride naturel entre l'amandier et le pêcher qui est très largement utilisé en Espagne dans les nouvelles plantations d'amandier et de pêcher et qui commence à être adopté au Maroc. Il confère aux arbres un bon ancrage et une vigueur élevée. Sa multiplication végétative difficile limite cependant sa diffusion à grande échelle et l'enracinement de ses boutures ligneuses peut être amélioré par l'u-



vigorosa con un sistema radicular bien desarrollado y profundo que proporciona un anclaje excelente. Es resistente a los nemátodos y bien adaptado a suelos calizos.

*Adafuel.* Con un vigor similar al del GF-677, este patrón está bien adaptado a las condiciones españolas.

### **Híbridos interespecíficos con ciruelo**

*Cadaman.* Es un híbrido complejo de tipo ciruelo que permite plantar almendros en suelos asfixiantes. El Cadaman (melocotonero x *Prunus davidiana*) tiene mucho vigor, posee una mejor tolerancia a la asfixia que el GF-677, presenta un buen agarre e induce una buena producción.

*Maryana.* Es un híbrido melocotonero x *Prunus belsiana*, es muy sensible a los suelos calizos.

*Julior-Ferdor.* Es un híbrido de ciruelo de vigor medio. Es muy compatible al injerto con muchas especies de *Prunus*. Sin embargo sus aptitudes para el injertado con ciertas variedades de almendro no son buenas.

## **2.2. VARIEDADES**

La expansión del almendro en la Cuenca Mediterránea ha sido favorecida por los distintos pueblos que, a lo largo de la historia, han dominado comercial o militarmente esta área geográfica. Este sucesivo aporte de nuevo material vegetal, unido a los cruzamientos posteriores con variedades locales e hibridaciones con especies autóctonas silvestres, ha dado lugar a una gran diversidad de variedades.

Las características varietales deseables difieren, en mayor o menor grado, para cada zona de cultivo o plantación en función de las condiciones que presenten factores tales como: el medio físico (clima y suelo), características de la explotación, sistema y manejo del cultivo, incidencia de plagas y enfermedades, destino comer-

tilisation d'hormone AIB. Des laboratoires privés pratiquent la culture in vitro de ce porte-greffe pour une utilisation commerciale. Ce porte-greffe est à utiliser avec succès dans des sols de replantation.

*Hansen.* Est une sélection américaine très vigoureuse à système racinaire bien développé et profond et confère un excellent ancrage. Il est résistant aux nématodes et bien adapté au sol calcaire.

*Adafuel.* De vigueur similaire à celle du GF-677, ce porte-greffe est bien adapté aux conditions espagnoles.

### **Hybrides interspécifiques avec le prunier**

*Cadaman.* Est un hybride complexe de type prunier qui permet de planter des amandiers dans des sols asphyxiants. Le Cadaman (hybride pêcher x Davidiana) qui a une vigueur élevée a une meilleure tolérance à l'asphyxie que GF-677. Il a une bonne reprise et induit une bonne production.

*Maryana.* Est un hybride pêcher x *Prunus belsiana* qui est très sensible aux sols calcaires.

*Julior ® -Ferdor.* Est un porte-greffe prunier à vigueur moyenne. Il a une bonne affinité au greffage avec beaucoup d'espèces de *Prunus*. Ses aptitudes au greffage avec certaines variétés d'amandier ne sont cependant pas bonnes.

## **2.2. VARIÉTÉS**

L'extension de l'amandier dans le bassin méditerranéen a été favorisée par différentes civilisations et le flux des populations a engendré un enrichissement du matériel végétal. Allié aux croisements postérieurs avec les variétés locales et des hybridations avec les espèces autochtones sauvages, ce brassage a donné naissance à une grande diversité variétale dans cette zone.

Les caractéristiques variétales sont sou-

cial, etc. La gran diversidad y casuística de estos factores condicionantes, hace que no exista una variedad genéricamente ideal.

### 2.2.1. Criterios de elección

Para la implantación de un nuevo cultivo y la elección del material vegetal (patrón y variedad) adecuados, el agricultor deberá tener presente un conjunto de aspectos, entre los que podemos destacar a los siguientes: condiciones edafoclimáticas de la zona de cultivo; grado de mecanización de la explotación; disponibilidad y cualificación técnica del personal; sistema de cultivo que se va a implantar; calendario de ejecución de las principales labores del cultivo y su acople con el resto de la explotación; características comerciales del producto y su posible evolución; etc.

La existencia de una amplia gama de variedades de almendro permite a los agricultores elegir aquella variedad que presente unas características más apropiadas a sus condiciones y exigencias. Se tendrá siempre presente que el objetivo final debe ser el de conseguir el mayor beneficio neto de la plantación o, más correctamente, de la explotación agraria en su totalidad. No siempre la variedad más productiva es la más adecuada, inconvenientes como: dificultad de poda, susceptibilidad a plagas y enfermedades, inadecuada fecha de floración o recolección, bajo valor comercial, etc., la pueden hacer inapropiada y ser más conveniente elegir otra que, aunque menos productiva, al final aporte un mayor beneficio neto para la explotación.

Las principales características varietales que se han de tener en cuenta son: exigencias climáticas, compatibilidad y fertilidad, fechas de floración y maduración, hábitos vegetativos y facilidad de poda, comportamiento agronómico y características del fruto y comerciales.

mises à l'influence d'un ensemble de facteurs comme: le milieu physique (climat et sol), les caractéristiques de l'exploitation, le système de conduite de la culture, l'incidence des parasites et des maladies, la destination commerciale, etc. La complexité et la multitude de ces facteurs font qu'il n'existe pas une variété génétiquement idéale pour toutes les zones.

### 2.2.1. Critères de choix

Pour faire le choix adéquat du matériel végétal (Porte-greffe et variété) pour une nouvelle plantation, l'agriculteur devra tenir en compte d'un ensemble d'aspects dont: les conditions édapho-climatiques de la zone de culture, le degré de mécanisation de l'exploitation, la disponibilité et la qualification technique du personnel, le système de culture à mettre en place, le calendrier de l'exécution des principales tâches de culture conjuguées avec le reste de l'exploitation, les caractéristiques commerciales du produit et son évolution possible, etc.

L'existence d'une large gamme de variétés d'amandier a permis aux agriculteurs de choisir celles qui présentent les caractéristiques les plus appropriées à ses conditions. On doit toujours prendre en compte l'objectif final pour obtenir le plus grand bénéfice net de la plantation. La variété la plus productive n'est pas toujours la plus rentable. Des inconvénients comme: la difficulté de la taille, la sensibilité aux parasites et maladies, la période de floraison ou de récolte inadéquate, la faible valeur commerciale, etc., la rendent inappropriée et on doit opter pour une celle générant plus de valeur ajoutée même s'elle moins productive.

Les principales caractéristiques variétales dont on doit tenir compte sont: les exigences climatiques, l'incompatibilité et l'autofertilité, les dates de floraison et de maturité, les caractéristiques végétatives, la facilité de taille, le comportement agronomique et les caractéristiques commerciales du fruit.

### ***Exigencias climáticas***

Para que se produzca la floración del almendro primeramente se tienen que haber cubierto las necesidades de horas de frío invernal y, a continuación, también se tienen que cubrir unas necesidades en calor. El almendro está considerado como una especie poco exigente en horas frío, pudiendo oscilar entre 100 y 400 horas frío, según variedades, siendo las de floración tardía las que presentan unas mayores exigencias.

Otro aspecto climático importante a considerar son las diferencias varietales al daño por heladas, siendo este carácter independiente de la época de floración. Así, los cultivares ‘Tuono’ y ‘Desmayo Langueta’ están considerados como resistentes a las heladas, siendo la floración del primero tardía y la del segundo temprana.

Características varietales de índole morfológico y fisiológico también pueden inducir una mayor resistencia a las condiciones de estrés hídrico. Este carácter diferencial todavía no está bien delimitado, aunque algunas variedades, como ‘Garrigues’ o ‘Marcona’, no son recomendadas en condiciones de secanos fuertes.

### ***Compatibilidad y fertilidad***

La mayoría de las variedades de almendro son auto incompatibles. La utilización de este tipo de variedades presenta una serie de condicionantes que dificultan el cultivo y pueden llegar a mermar la productividad de las plantaciones.

El carácter de auto incompatibilidad exige la implantación de, al menos, dos variedades inter compatibles y además coincidentes en floración. Al ser la polinización entomófila (por insectos vectores), para conseguir una buena polinización y posterior cosecha, está aconsejado que el 50% de los árboles sean de una o varias variedades polinizadoras y el otro 50% de la variedad principal, con lo que la superficie cultivada de ésta última queda reducida a la mitad. Así mismo, es estrictamente necesario la presencia de abejas y que, además, se den unas buenas

### ***Exigences climatiques***

Pour la floraison de l'amandier, cette espèce nécessite la disponibilité d'une certaine quantité de froid hivernal et de chaleur. Cette espèce est considérée généralement peu exigeante en heure de froid et des quantités de 100 à 400 heures suffisent pour lever la dormance hivernale.

La tolérance à la gelée est un autre aspect climatique important à considérer dans le choix variétal. Bien que ce caractère soit indépendant de l'époque de floraison, certains cultivars comme Tuono et Desmayo Langueta sont considérés relativement résistants. La résistance de cette dernière est d'autant plus intéressante que son époque de floraison précoce l'expose aux dégâts plus que la variété Tuono dont la floraison est tardive.

Les caractéristiques varietales de nature morphologique et physiologique peuvent aussi induire une meilleure résistance aux conditions de stress hydrique. Ce caractère différent n'est pas bien délimité, cependant certaines variétés comme Garrigues ou Marcona ne sont pas recommandées en conditions de fortes sécheresses.

### ***Incompatibilité et autofertilité***

La plupart des variétés d'amandier sont auto incompatible. L'utilisation de ce type de variétés présente une série de conditions qui rendent difficile la culture et réduisent la productivité des plantations. Le caractère d'autoincompatibilité exige la plantation, au moins de deux variétés, inter compatibles ayant une floraison concordante. Pour assurer une pollinisation adéquate, qui est entomophile, il est conseillé de planter 50% des arbres d'une ou variété pollinisatrice avec 50% de la variété de fond (principale). La présence d'abeilles et de bonnes conditions climatiques (absence de pluie, de vent et de brouillard) en période de floraison améliore la pollinisation.

La sélection pour l'auto compatibilité permettant à la variété d'être génétiquement pollinisée par son propre pollen a permis à la cultu-

condiciones climáticas (ausencia de lluvia, viento y niebla) en el periodo de floración que permitan una buena actividad de las mismas.

Estos inconvenientes que presentan las variedades autoincompatibles han motivado que, la casi totalidad de las nuevas obtenciones de variedades de almendro registradas en los últimos años sean autocompatibles.

El carácter de autocompatibilidad en una variedad es la capacidad genética que le permite la autopolinización y la fertilización del óvulo, posibilitando la realización de plantaciones con una sola variedad. Si el carácter de autocompatibilidad se completa con una morfología floral que permita el contacto de las anteras con el estigma, se consigue el carácter de autogamia o autofertilidad para una variedad, eliminándose el requisito de la presencia de insectos que transporten los granos de polen y de un tiempo atmosférico adecuado para su actividad. A pesar de ello, es aconsejable, sobre todo para grandes plantaciones, la utilización de más de una variedad coincidentes en floración así como la colocación de colmenas.

### ***Épocas de floración y maduración***

El almendro es una de las especies frutales de floración más precoz. A pesar de ello, es habitual su plantación en zonas donde son frecuentes las heladas tempranas de mediados/finales del invierno. Este es el motivo de que, una de las principales causas de pérdida de cosecha en el almendro sea la debida a los daños por heladas tempranas, que afectan a las flores y frutos recién cuajados.

También es relativamente frecuente la plantación de variedades autoincompatibles que no coinciden plenamente en la fecha de floración. Como consecuencia de ello no se produce una buena polinización y la cosecha se ve muy mermada.

Por todo lo comentado, la época de floración debe ser un aspecto a tener muy en cuenta en la elección varietal. La fecha de floración es un carácter intrínseco de cada variedad, pero se dan variaciones en función de las condiciones

re de s'affranchir de ces contraintes et d'être envisagée avec une seule variété. Si le caractère de l'autocompatibilité se complète avec une morphologie florale qui permet le contact des anthères avec le stigmate, le caractère d'autogamie ou d'auto fertilité réduit la nécessité de la présence d'insectes pour le transport des grains de pollen et les conditions atmosphériques propices pour son activité. Même avec ce type de matériel végétal, il est conseillé pour les grandes exploitations d'utiliser plusieurs variétés qui coïncident en floraison et le placement de ruches.

### ***Epoque de floraison et de maturité***

L'amandier est l'une des espèces fruitières à floraison précoce et le milieu favorable à sa culture se situe en zones où les fréquences de gelées précoces de la deuxième moitié de l'hiver sont absentes. La gelée est une des principales causes de perte de la récolte.

L'époque de floraison est un caractère intrinsèque à chaque variété, mais il peut être variable en fonction des conditions climatiques et de l'année. Les différences entre les dates de floraison des variétés se maintiennent toujours dans le même ordre.

La plupart des variétés traditionnelles ont une floraison très précoce ou précoce et les nouvelles obtentions qui ont été enregistrées ces dernières années sont pour la plupart à floraison tardive ou très tardive. La Figure 2.1 montre les dates de floraison des principales variétés d'amandier.

Comme il existe des différences variéta-

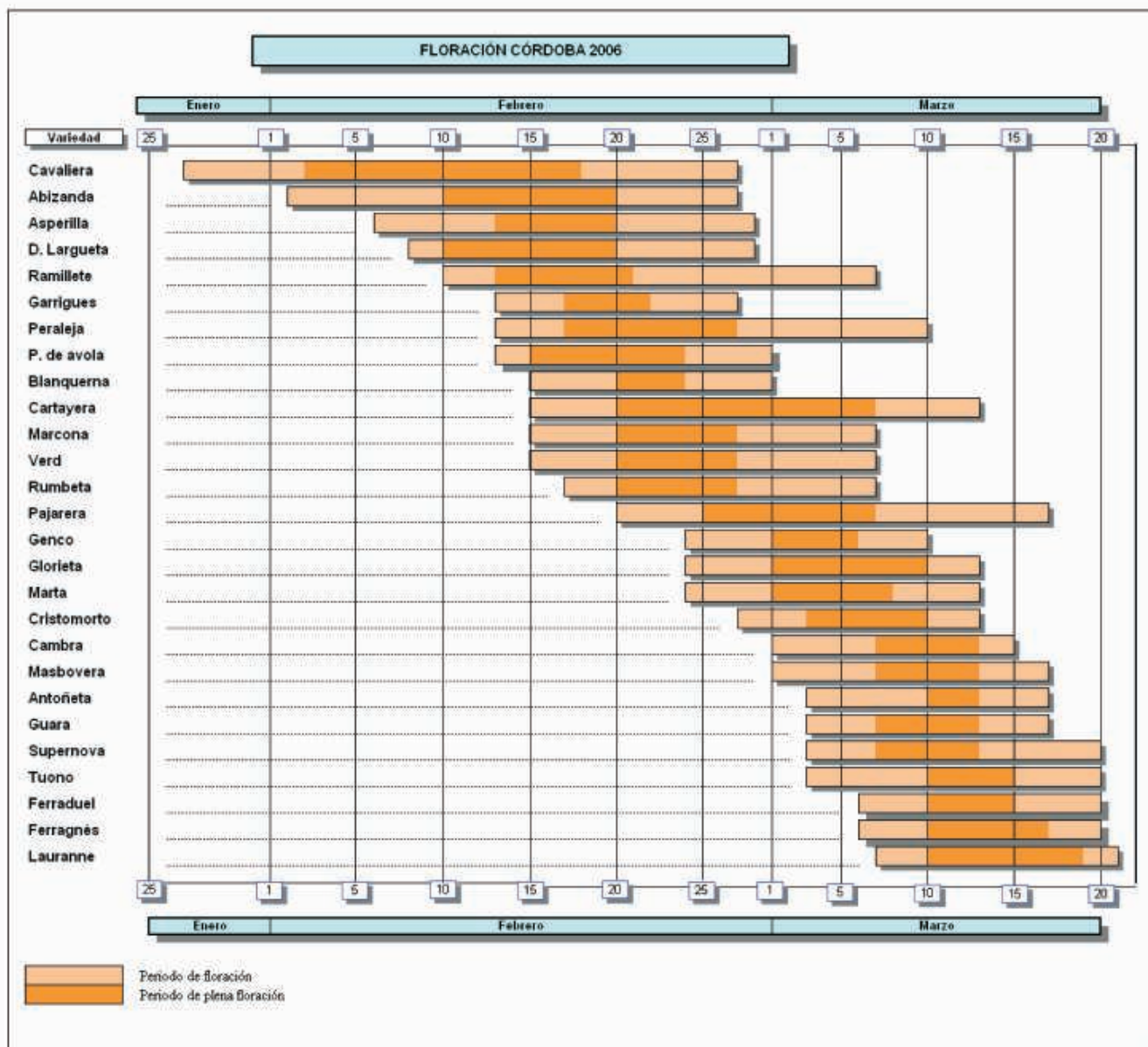


Figure 2.1. Dates de floraison des principales variétés d'amandier. Données obtenues à la collection des variétés de l'IFAPA à Cordoue (Espagne).

climáticas que se registran en cada zona de cultivo y año, que las puede adelantar o retrasar, aunque las diferencias entre las distintas variedades suelen mantenerse siempre en un orden muy parecido.

La casi totalidad de las variedades tradicionales son de floración muy temprana o temprana, mientras que las nuevas obtenciones que han sido registradas en los últimos años son, en su mayoría, de floración tardía o muy tardía. En

les dans la date de maturation du fruit, (Figure 2.2), l'agriculteur doit en tenir compte. Un décalage dans la maturation offre une certaine souplesse au moment de la récolte dans les grandes exploitations.

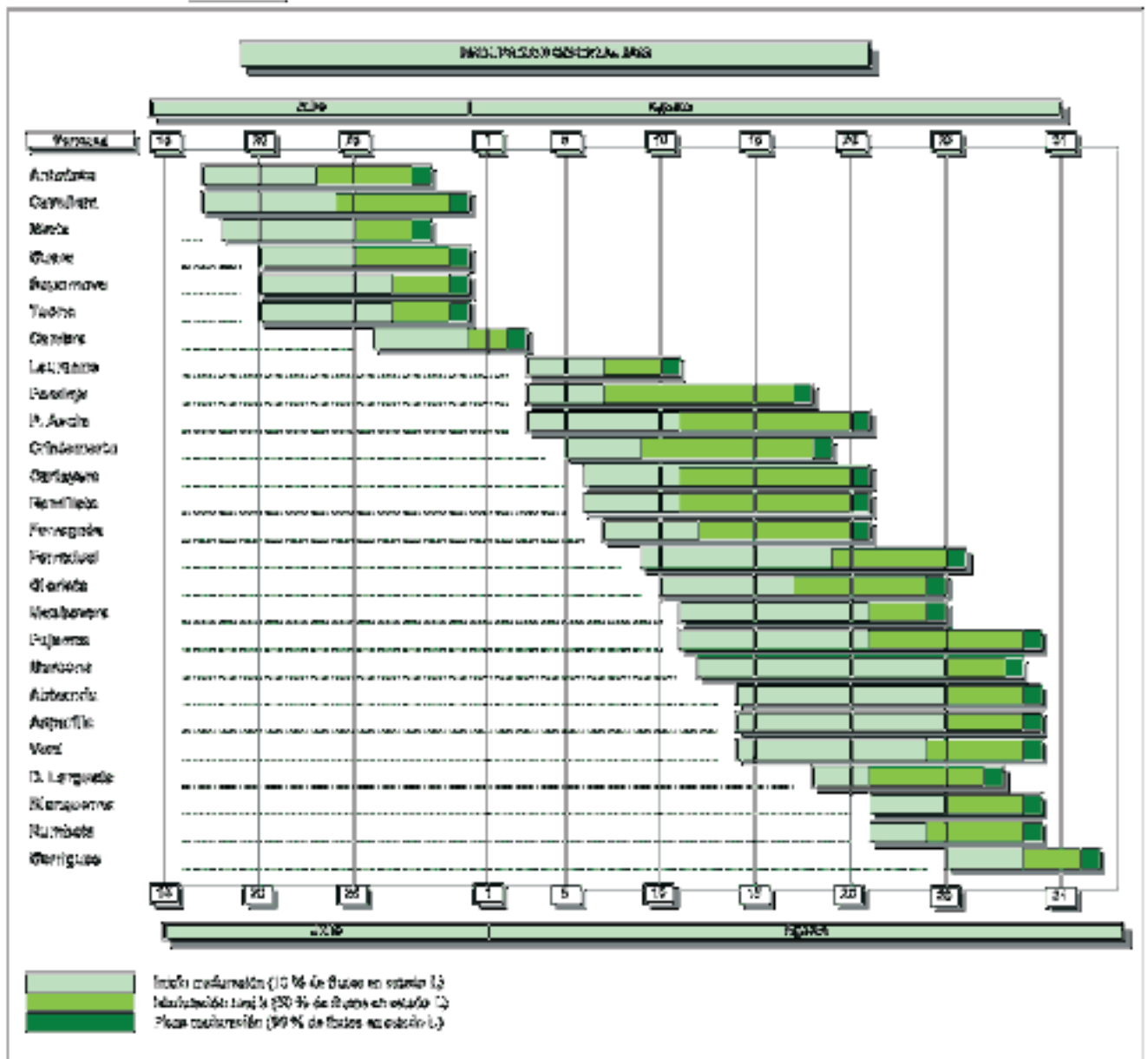
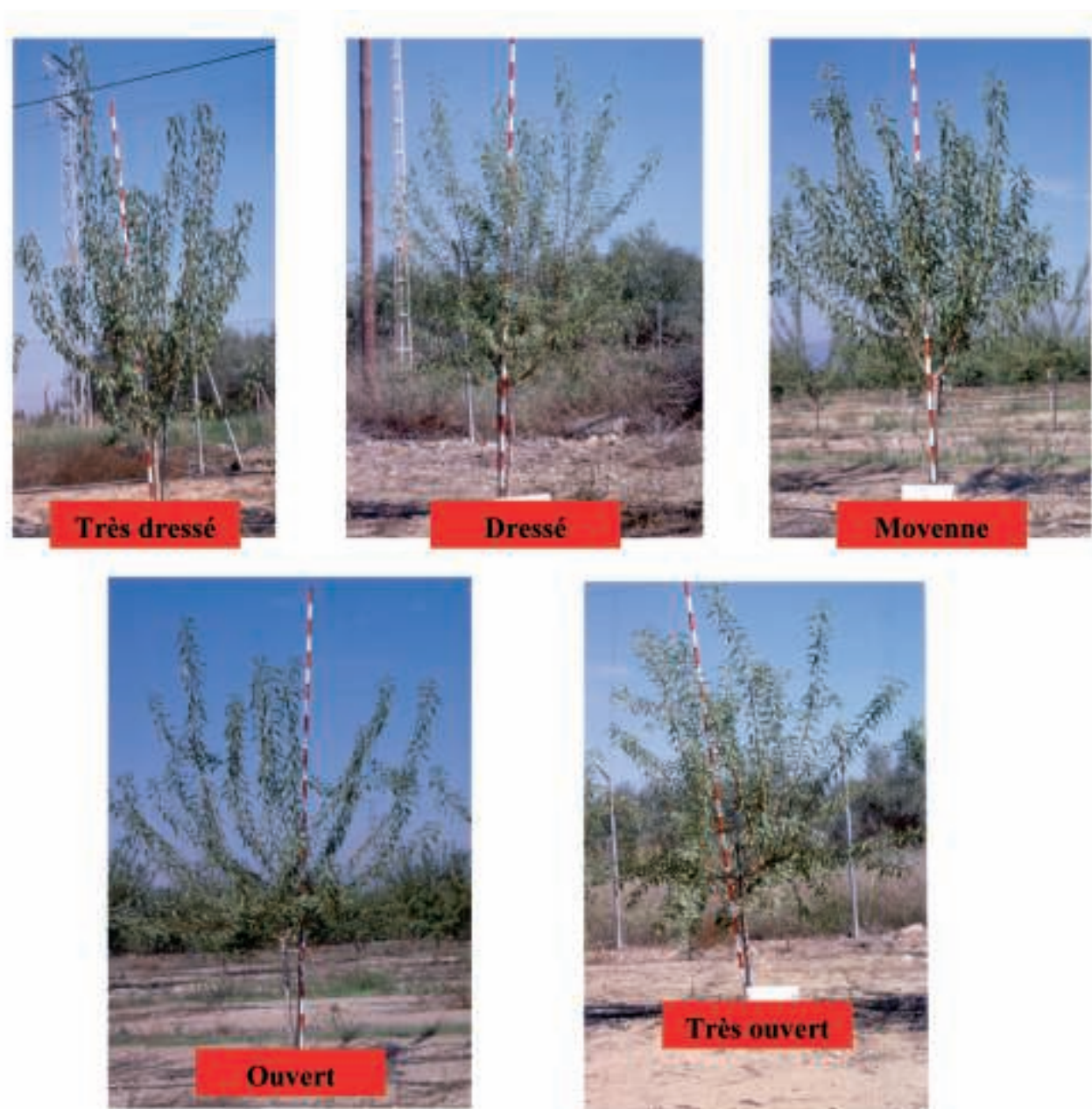


Figure 2.2. Dates de maturité des principales variétés d'amandier. Données obtenues à la collection des variétés de l'IFAPA à Cordoue (Espagne).

la Figura 2.1 se recogen las fechas de floración de las principales variedades de almendro.

También existen grandes diferencias varietales respecto a la fecha de maduración del fruto, como puede observarse en la Figura 2.2. El agricultor debe saber este dato y tenerlo en cuenta. Un desfase en la maduración puede ser de gran ayuda en una plantación grande, ya que



**Figure 2.3. Catégories établies pour le port de l'arbre. Adapte du Almond Descriptors (IBPGR, 1985).**

permite escalar la recolección y, por el contrario, suponer un serio inconveniente en una explotación pequeña, pues obliga a realizar dos pases para la recogida del fruto.

***Hábitos vegetativos y facilidad de poda***

La forma de vegetar de una variedad es de gran importancia ya que condiciona, entre otros, aspectos tan importantes como: densidad de plantación, sistemas de formación y poda,

***Comportement végétatif et facilité de la taille***

La vigueur, la ramificación et le port d'une variété sont des paramètres qui revêtent une grande importance et conditionnent plu-

producción y costes de cultivo. Los principales parámetros vegetativos son el vigor, el porte y el grado de ramificación.

El patrón tiene un efecto determinante sobre el vigor del árbol, aunque también la variedad ejerce una influencia considerable. Algunas variedades como 'Ferragnès' o 'Marta' son muy vigorosas, mientras que otras como 'Lauranne' presentan un vigor menor.

Las variedades de almendro presentan una marcada diferencia en cuanto al porte del árbol, diferenciándose las categorías que aparecen en la Figura 2.3. Los portes medios y erguidos son los más aconsejados, ya que pueden soportar altas cargas productivas y facilitan la formación del árbol, así como la ejecución de las labores de cultivo. Los árboles con porte muy erguido obligan a la reconducción de las ramas estructurales sobre ramos más abiertos, para alcanzar un volumen de copa adecuado. Por el contrario, con portes caedizos se tiene el peligro de rotura de las ramas, por lo que son recomendables reconducciones sobre los ramos interiores.

Respecto a la ramificación, en principio son deseables variedades con un alto grado de ramificación, ya que presentan un potencial productivo más elevado al tener un mayor número de puntos fructíferos. Sin embargo, un exceso de ramificación puede dificultar la formación y encajarse la poda. También es aconsejable que la ramificación sea compensada, es decir, que tenga suficientes crecimientos anuales con el fin de producir una renovación constante de la copa, pero sin que estos crecimientos sean excesivos que obliguen a una importante y costosa operación de poda. Como puede observarse en la Figura 2.4, se dan grandes diferencias entre el grado de ramificación que presentan las variedades de almendro.

### ***Comportamiento agronómico***

Las principales características agronómicas a tener en cuenta de una variedad son: duración del periodo improductivo, productividad, facilidad y economía en la realización de las labores culturales y susceptibilidad a plagas y enfermedades.

sieurs aspects comme : la densité de plantation, le système de formation et de taille, la production et les coûts de la culture.

Le porte-greffe et la variété ont un effet déterminant sur la vigueur de l'arbre. Certaines variétés comme Ferragnes ou Marta sont très vigoureuses, alors que d'autres comme Lauranne présente une vigueur moindre.

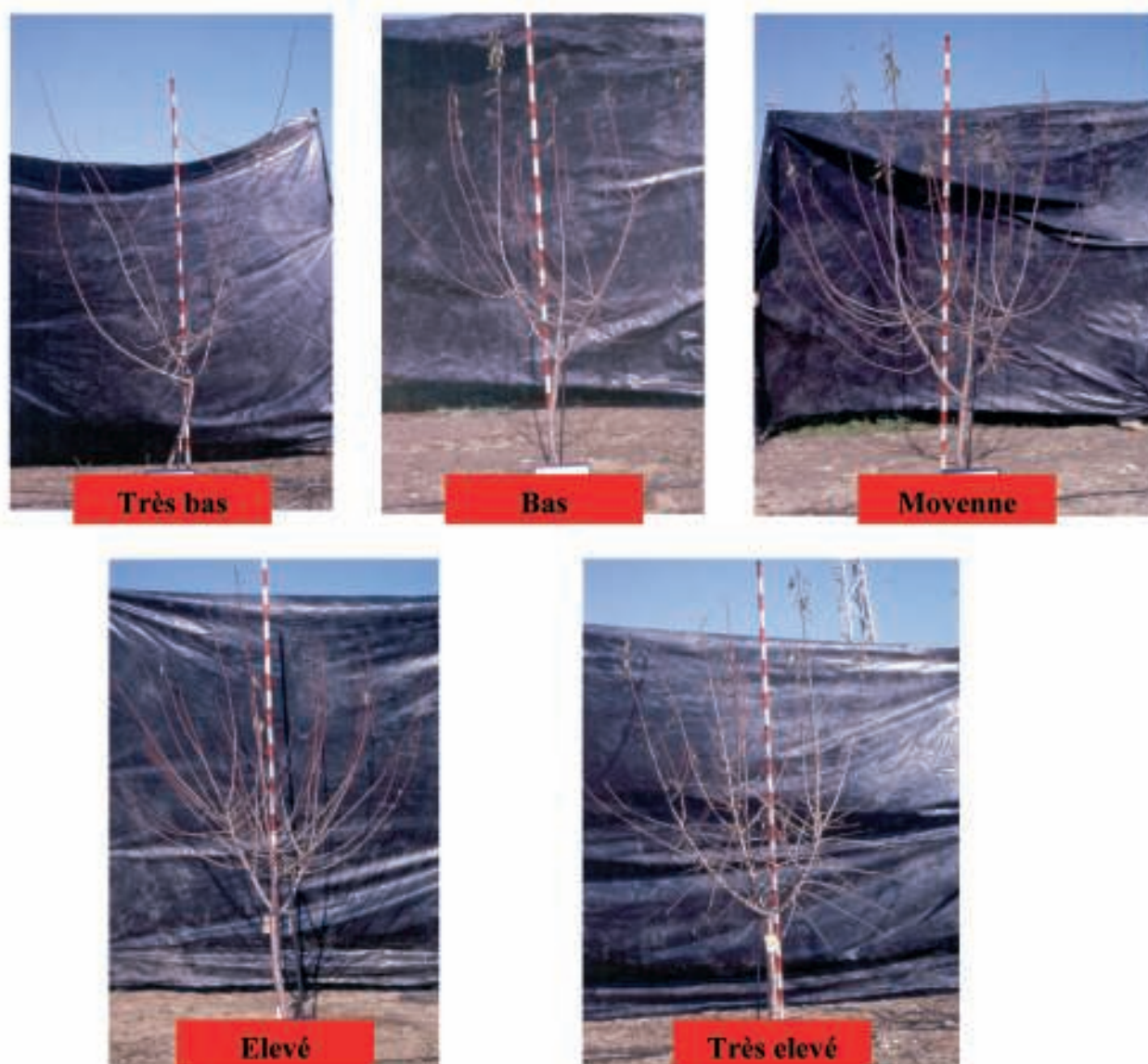
Les variétés d'amandier présentent une différence marquée quant au port de l'arbre, et sont classées en différentes catégories (Figure 2.3). Les ports moyens et érigés sont conseillés car ils peuvent supporter une forte charge, faciliter la formation de l'arbre ainsi que l'exécution des travaux d'entretien. Les arbres à port érigé nécessitent une formation plus évasée en privilégiant des charpentières avec des angles ouverts. Au contraire celles à port retombant sont soumises au risque de cassure des rameaux et on recommande de les reconduire sur des rameaux verticaux.

Les variétés à ramification abondante sont celles qui présentent un potentiel de production plus élevé car elles ont plusieurs points fructifères. Cet excès de ramification peut rendre, cependant, la taille difficile. Le renouvellement de la ramification est souhaité pour avoir suffisamment de pousses annuelles pour un renouvellement constant de la coupe. Cela nécessite un coût élevé pour l'opération de taille et la Figure 2.4, donne les différences entre les degrés de ramification que présentent les variétés d'amandier.

### ***Comportement agronomique***

Les principales caractéristiques agronomiques dont il faut tenir compte lors du choix d'une variété sont: la longueur de la période juvénile, le niveau de productivité, la facilité et l'économie dans la réalisation des travaux et la sensibilité aux parasites et aux maladies.





**Figure 2.4. Différences variétales pour le degré de ramification. Adapte du Almond Descriptors (IBPGR, 1985).**

El almendro es una especie de rápida entrada en producción (3-5 años). Este carácter tiene un claro componente genético, dándose diferencias varietales. Así, cultivares como 'Lauranne' y 'Ferraduel' son bastante precoces, mientras que otras como 'Ferragnès' tardan más tiempo en entrar en producción.

El valor comercial del cultivo del almendro lo tiene la semilla del fruto (almendra grano o pepita). Por tanto, el rendimiento productivo o económico del cultivo vendrá dado por la cantidad de pepita producida por unidad de

L'amandier est une espèce qui entre rapidement en production (3-5 ans). Ce comportement est un caractère génétique qui varie selon les variétés. Ainsi, des variétés comme Lauranne et Ferraduel rentrent rapidement en production alors que d'autres comme Ferragnes sont plus lentes. La qualité de l'amande (calibre, aspect) et le rendement au concassage déterminent la valeur commerciale de la variété.

L'alternance de production est un autre aspect important à tenir en compte lors du choix variétal. Il existe des variétés comme:

superficie (independientemente de la cantidad de cáscara que la acompaña), siendo el resultado de multiplicar el número de frutos por el peso medio de la semilla. A pesar de que el peso medio de la almendra cáscara y grano disminuye al incrementarse el número de frutos por árbol, las producciones aumentan al maximizar el número de frutos. Por tanto, características varietales como: un grado de ramificación alto y elevados índices de floración y cuajado, incrementan el potencial productivo de la variedad.

Otro aspecto productivo importante a tener en cuenta es la alternancia de las producciones. Existen variedades como 'Cristomorto', 'Ferraduel' y 'Rumbeta', que presentan una marcada vecería, mientras que otras, como 'Guara', 'Ferragnès' y 'Lauranne', mantienen unas cosechas más constantes.

Las labores culturales que suponen un mayor coste en el cultivo del almendro son la recolección y la poda. En estado de maduración, el fruto de la almendra se desprende con facilidad, siendo la eficacia del derribo mecánico mediante vibrador de tronco muy alta, no siendo perceptibles diferencias varietales. Por el contrario, si se observan diferencias sobre la caída natural. En algunas variedades, como 'Marcona', el fruto cuando está maduro cae con mucha facilidad al suelo. Para estas variedades, si la recolección se retrasa o se dan condiciones de mucho viento, el porcentaje de frutos en el suelo puede ser elevado, dificultando y encareciendo la recolección.

En la actualidad, el cultivo del almendro tiene un alto grado de mecanización, siendo la poda la única labor que, genéricamente, sigue haciéndose de forma manual. Para disminuir los tiempos de ejecución y facilitar los criterios de intervención, son aconsejables variedades bien estructuradas, con portes medios y no muy ramificadas.

La incidencia de ciertas plagas y, sobre todo, enfermedades puede ser determinante para la viabilidad de una plantación. Así, las variedades 'Marcona' y 'Ferragnès' son agrónomicas y comercialmente excelentes, pero son muy susceptibles a moniliosis y fusicocum, respectivamente, siendo

Cristomoro, Ferraduel et Rumbeta qui présentent une nette irrégularité de production alors que d'autres comme Guara, Ferragnes et Lauranne sont plus régulières

Les opérations culturales les plus onéreuses dans la culture de l'amandier sont la récolte et la taille. En période de maturité, le fruit de l'amandier se détache facilement et l'utilisation de vibrateur sur un tronc haut est possible. Chez certaines variétés comme Marcona, le fruit mur se détache facilement et tombe au sol. Pour ces variétés, la récolte tardive et les vents forts au moment de la maturité provoquent la chute des fruits rendant leur ramassage difficile.

Actuellement, la culture de l'amandier a un grand degré de mécanisation et seule la taille reste en général manuelle. Pour diminuer le temps d'exécution et les critères d'intervention, il est conseillé d'utiliser des variétés bien structurées à port moyen et qui sont peu ramifiées.

L'incidence de certaines maladies peut être déterminante pour la viabilité de la plantation. Les variétés Marcona et Ferragnes sont agronomiquement et commercialement excellentes mais elles sont très sensibles respectivement à la moniliose et au fusicocum et sont déconseillées en zones qui présentent des conditions climatiques propices pour le développement de ces maladies.

desaconsejables en zonas que presenten una condiciones climáticas propicias para el desarrollo de esas enfermedades.

### *Características del fruto*

Las más importantes son la dureza de la cáscara y el rendimiento en pepita. Ambas están muy relacionadas ya que, cuanto más dura sea la cáscara menor es el rendimiento en pepita, aunque existen algunas excepciones de almendras de cáscara dura y elevado rendimiento.

En el Cuadro 2.1 se recogen las catego-

### *Caractéristiques du fruit*

Les plus importants sont la dureté de la coque et le rendement en amande. Des variétés à coque dure donnent des rendements au concassage faibles. Dans le Tableau 2.1, sont indiquées les catégories établies pour le rendement au concassage. La plupart des variétés sont à coque dure ou semi dure avec un rendement qui n'at-

**Tableau 2.1. Durété de la coque en fonction du rendement de concassage. Normes USA**

| Catégories         | Rto. Concassage (%) | Variété type |
|--------------------|---------------------|--------------|
| <b>Très dur</b>    | < 25                | Marcona      |
| <b>Dure</b>        | 25-35               | Cristomorto  |
| <b>Semi dure</b>   | 36-45               | Ferragnès    |
| <b>Semi tendre</b> | 46-55               | Morskoy      |
| <b>Tendre</b>      | > 55                | Nonpareil    |

**Tableau 2.2. Principales caractéristiques de certaines variétés d'amandier**

| Variété          | Rto. Concassage (%) | Amandons doubles (%) | Poids moyenne grain (g) |
|------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|
| Antoñeta         | 36                  | 0                    | 1,5                     |
| Asperilla        | 27                  | 4                    | 1,2                     |
| Blanquerna       | 32                  | 0                    | 1,0                     |
| Cambra           | 29                  | 0                    | 1,1                     |
| Cartayera        | 29                  | 4                    | 1,7                     |
| Cristomorto      | 33                  | 15                   | 1,7                     |
| Desmayo Largueta | 29                  | 1                    | 1,2                     |
| Ferraduel        | 31                  | 0                    | 1,5                     |
| Ferragnès        | 35                  | 0                    | 1,7                     |
| Garrigues        | 32                  | 1                    | 1,0                     |
| Genco            | 37                  | 2                    | 1,1                     |
| Glorieta         | 30                  | 1                    | 1,6                     |
| Guara            | 40                  | 10                   | 1,1                     |
| Lauranne         | 36                  | 0                    | 1,0                     |
| Marcona          | 28                  | 4                    | 1,1                     |
| Masbovera        | 31                  | 0                    | 1,4                     |
| Marta            | 35                  | 0                    | 1,3                     |
| Pajarera         | 28                  | 1                    | 1,1                     |
| Peraleja         | 30                  | 2                    | 1,1                     |
| Pizzuta de Avola | 26                  | 2                    | 1,0                     |
| Ramillete        | 29                  | 1                    | 1,3                     |
| Rumbeta          | 35                  | 2                    | 1,2                     |
| Supernova        | 38                  | 5                    | 1,3                     |
| Tuono            | 38                  | 6                    | 1,3                     |
| Vert             | 29                  | 0                    | 1,2                     |

Données obtenues à la collection de variétés d'amandier de l'IFAPA, centre "Alameda del Obispo" située à Cordoue (Espagne).

rías establecidas para el rendimiento al descascarado. La mayoría de las variedades cultivadas en la actualidad son de cáscara dura o semidura, con un rendimiento que no supera el 45% (ver Cuadro 2.2). En California, sin embargo, prevalecen las variedades de cáscara semimollar o mollar (cáscara de papel), con rendimientos en pepita que superan el 45%.

Frecuentemente se relaciona un mayor rendimiento en pepita con un nivel productivo más alto. Esta afirmación es errónea ya que, el rendimiento productivo viene dado por el peso de pepita producido por unidad de superficie, siendo independiente de la cantidad de cáscara que lo acompaña.

Debido a la menor consistencia de su cáscara, las variedades mollares se pueden ver afectadas por algunos agentes, como insectos o pájaros, que no dañan a las de cáscara dura. Por igual motivo, la almendra de cáscara blanda es más susceptible de infección por aflatoxinas, por lo que la recolección, almacenaje y procesado deberán hacerse con mayor cuidado.

La maquinaria utilizada para la eliminación de la cáscara del fruto es específica para cada tipo de dureza. Por ello, si un agricultor se decide a plantar una variedad con una dureza de cáscara distinta a la habitual de la zona, deberá cerciorarse previamente de que no tendrá impedimentos a la hora de vender la cosecha.

### ***Características comerciales***

Los requerimientos comerciales están en función de las características de la industria transformadora y de la demanda del mercado, que presentan variaciones de índole local y temporal.

El primer sector transformador industrial (descascarado, repelado y elaboración de productos industrializados) prefiere variedades cuyos frutos presenten una buena facilidad al descascarado y repelado. Variedades, como 'Ferraduel', que tienen una almendra con doble cáscara, presentan ciertos inconvenientes.

Normalmente, son más apreciadas las almendras de pepita grande (peso superior a 1,2

teint pas 45% (voir Tableau 2.2). En California, les variétés prédominantes sont à coque semi tendre ou tendre avec un rendement en grain supérieur à 45%.

Les variétés à coque tendre sont affectées par les insectes et les oiseaux et sont aussi sensibles à l'infection par les aflatoxines. Leur stockage doit se faire avec beaucoup de soins.

Les machines utilisées pour le concassage du fruit sont spécifiques pour chaque type de coque. L'agriculteur doit donc décider du type de coque avant de choisir la variété à planter.

### ***Caractéristiques commerciales***

Les exigences commerciales sont fonction des caractéristiques de l'industrie de transformation et de la demande du marché qui peuvent présenter des variations locales ou temporaires. Le premier secteur de transformation industrielle (concassage, pelage et préparation des produits industrialisés) préfèrent les variétés dont le fruit présente une facilité de concassage et de pelage. Les variétés comme Ferraduel qui possède des amandons doubles présentent certainement des inconvénients.

Les plus appréciées sont normalement les amandiers de grosses graines (supérieure à 1,2 g) et de forme ronde. Pour des usages conc-

g) y de forma redondeada, aunque para usos concretos se prefieren las pequeñas y planas como, por ejemplo, para la elaboración de tabletas de chocolate. Un carácter no deseable es la presencia de pepitas dobles, porque afecta negativamente al aspecto de la semilla y dificulta los procesos de descascarado y repelado, aunque no influye sobre la calidad organoléptica de la pepita. A pesar de ser caracteres indeseables, actualmente no hay una penalización económica sobre el precio de la almendra debida al pequeño tamaño de la pepita o a un alto porcentaje de almendras dobles. En el Cuadro 2.2 figuran los valores que presentan estas dos características en las principales variedades de almendro.

Desde el punto de vista organoléptico, el aspecto más importante es el amargor de la pepita, diferenciándose tres categorías: dulces, amargas y ligeramente amargas. La casi totalidad de variedades cultivadas de almendro son de almendra dulce, aunque hay algunas con pepita ligeramente amarga como ‘Garrigues’ y ‘Texas’.

En general, las variedades californianas de almendro están consideradas como de peor calidad comercial que las del resto de países mediterráneos. Cabe destacar que, las variedades tradicionales españolas ‘Desmayo largueta’ y, sobre todo, ‘Marcona’ son de las más apreciadas comercialmente a nivel mundial, alcanzando en el mercado español una cotización superior al 10-30% del resto de variedades.

### 2.2.2. Principales variedades

A continuación se recogen las fichas varietales de las principales variedades de almendro que se cultivan en la actualidad.

rets, on préfère les fruits petits et plats comme par exemple, l’élaboration des tablettes de chocolat. La présence d’amandons doubles est un caractère non désiré car il affecte négativement l’aspect de la graine et présente la difficulté au processus de concassage et de pelage bien qu’il n’influe pas sur la qualité organoleptique de l’amandon. A part ce caractère indésirable, actuellement il n’y a pas de pénalisation économique sur le prix de l’amande de petit calibre ou d’un pourcentage élevé d’amandons doubles. Dans le Tableau 2.2 figurent ces deux caractères des principales variétés d’amandier.

Du point de vue organoleptique, l’aspect le plus important est l’amertume de l’amandon. La quasi-totalité des variétés d’amandier cultivées ont des amandes douces, cependant on rencontre parfois des graines légèrement amères chez certaines variétés comme: Garrigues et Texas.

En général, les variétés californiennes d’amandier sont considérées de mauvaise qualité commerciale que le reste des pays méditerranéens. Il faut souligner que les variétés traditionnelles espagnoles Desmayo Largueta et Marcona sont les plus appréciées commercialement au niveau mondial avec 10-30% de la part du marché espagnol que le reste des autres variétés.

### 2.2.2 Variétés principales

Les caractéristiques des principales variétés d’amandier cultivées actuellement sont présentées dans les fiches suivantes.



**VARIETADES ESPAÑOLAS****Antoñeta****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento entre 'Ferragnès' x 'Tuono', obtenida en el CEBAS de Murcia.
- Difusión: en inicio.
- Sinonímias:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: elevado.
- Porte y ramificación: muy abierto y de ramificación abundante.
- Fructificación: sobre ramo mixto y chifona.
- Facilidad de formación: difícil.
- Flor: blanca y tamaño pequeño.
- Época de floración: tardía.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Epoca de maduración: temprana.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción:
- Productividad: elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: resistente a Moniliosis y con buena tolerancia a la Mancha Ocre.

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura
- Forma: redondeada.
- Rendimiento al descascarado: 34-36 %

**Semilla**

- % de dobles: 0.
- Tamaño: medio.
- Forma: acorazonada.
- Peso medio: 1,5 g.
- Tegumentos: marrón claro y poco rugoso.
- Fragilidad: compacta.

**VARIETÉS ESPAGNOLES****Antoñeta****Date de passeport**

- Origine: Espagnole, croisement entre Ferragnes et Tuono, obtenue au CEBAS de Murcia
- Diffusion: en cours

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: élevée
- Port et ramification: ouvert et ramification abondante
- Fructification: sur rameaux mixtes et chifonnes
- Fleur: blanche de petite taille
- Epoque de floraison: Tardive
- Intensité de floraison: Abondante
- Fertilité: autofertile
- Epoque de maturité: précoce

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production:
- Production: élevée
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: résistante à la moniliose et une bonne tolérance à la mancha ocre.

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: dure
- Forme: arrondie
- Rendement au concassage: 34-36%

**Graine**

- % de doubles: 0
- Calibre: moyen
- Forme: en cœur
- Poids moyen: 1,5 g
- Teguments: marron clair et peu rugueux
- Fragilité: compacte

**Appréciation**

- Peut servir à tous les usages

**Evaluation globale:** Son comportement n'est pas

**Apreciación**

- Se puede utilizar para todo tipo de uso.

**Evaluación global:** al no estar todavía muy difundida no se sabe rigurosamente su comportamiento, pero por los datos recogidos apunta a que se trate de una variedad de alto interés. Además de ser variedad autofértil, es resistente a las heladas y tiene un buen comportamiento para la recolección. Debido a su porte, requiere una poda especial.

**Belona****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento entre la selección 'Blanquerna' x 'Belle d'Aurons', obtenida en el CITA de Aragón.
- Difusión: en inicio.
- Sinónimas:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: intermedio.
- Porte y ramificación: caedizo y de ramificación abundante.
- Fructificación: en ramillete de mayo y chifona.
- Facilidad de formación: buena.
- Flor: blanca y tamaño medio.
- Época de floración: tardía.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Época de maduración: intermedia, después de 'Guara'.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción:
- Productividad:
- Alternancia:
- Facilidad de recolección:
- Susceptibilidad a enfermedades:

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: redondeado.

bien definido mais pour les observations recueillies, cette variété est d'un grand intérêt. C'est une variété autofertile, résistante aux gelées et présente un bon comportement à la récolte.

**Belona****Date de passeport**

- Origine: Espagnole, croisement entre la sélection Blanquerna et Belle d'Aurons, obtenue au CITA d'Aragon
- Diffusion: en cours

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: intermédiaire
- Port et ramification: retombant et ramification abondante
- Fructification: sur les bouquets de mai et chiffonnes
- Facilité de formation: bonne
- Fleur: blanche de petite taille
- Époque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autofertile
- Époque de maturité: intermédiaire, après « Guara »

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: dure
- Forme: arrondie
- Rendement au concassage: 27-35%

**Graine**

- Forme: arrondie
- Poids moyen: 1,3 g
- Téguments: marron clair et peu rugueux
- Fragilité: compacte

**Appréciation**

- Amande de forme et de caractéristiques très



- Rendimiento al descascarado: 27-35 %

#### **Semilla**

- % de dobles:
- Tamaño:
- Forma: redondeado.
- Peso medio: 1,3 g
- Tegumentos: marrón claro y poco rugoso.
- Fragilidad: compacta.

#### **Apreciación**

- Almendra de forma y características muy similares a 'Marcona'.

**Evaluación global:** al ser de reciente aparición no se dispone de datos suficientemente contrastados. Es autofértil y de fácil formación, aunque en la poda exige realizar cierto rejuvenecimiento. Muy interesante por la calidad y composición de la almendra.

### **Blanquerna**

#### **Datos de Pasaporte**

- Origen: semilla procedente de la polinización libre de 'Genco', obtenida en el CITA de Aragón. N° de registro en el INSPV: 97/187
- Difusión: en inicio
- Sinonimia: número de selección: E-5-7.

#### **Morfología y fisiología**

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: abierto y medianamente ramificado.
- Fructificación: sobre ramo mixto y ramillete de mayo.
- Facilidad de formación: fácil.
- Época de floración: media.
- Flor: blanca y de tamaño pequeño.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Época de maduración: muy temprana.



similares à celles de Marcona

**Evaluation globale:** elle est récente et on ne dispose pas d'observations suffisamment contradictoires. Elle est fertile et de formation facile et la taille nécessite certains rajeunissements. Très intéressante pour la qualité et la composition des amandes.

### **Blanquerna**

#### **Date de passeport**

- Origine: Semis de la pollinisation libre de Genco, issue du programme d'amélioration génétique de l'Unité Fruitière du Service de recherche agraire de Saragosse. N° d'inscription à l'INSPV: 97/187
- Diffusion: en cours
- Synonymes: numéro de sélection: E-5-7.

#### **Morphologie et physiologie**

- Vigueur: intermédiaire
- Port et ramification: ouvert et ramification moyenne
- Fructification: sur les rameaux mixtes et les bouquets de mai
- Facilité de formation: facile
- Fleur: blanche de petite taille
- Époque de floraison: moyenne
- Intensité de floraison: Abondante
- Fertilité: autofertile
- Époque de maturité: très précoce

**Características agronómicas**

- Entrada en producción:
- Productividad: elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

**Características comerciales*****Fruto***

- Dureza: dura.
- Forma: redondeada.
- Rendimiento al descascarado: 30 %.

***Semilla***

- % de dobles: 0.
- Tamaño: medio.
- Forma: elíptica-redonda y plana.
- Peso medio: medio.
- Tegumentos: de poco grosor y claros.
- Fragilidad: no se separan los cotiledones al repelarlos.

***Apreciación***

- El grano tiene muy buena apariencia y es de un sabor agradable.

**Evaluación global:** variedad de floración semi-temprana que se recomienda para zonas con pocos peligros de heladas. Es autógama comprobada y muy buen polinizador de 'Marcona', ya que coincide casi plenamente con la floración y además por su intercompatibilidad. Fácil de formar y de podar, de maduración muy temprana y altamente productiva.

**Caractéristiques agronomiques**

- Facilité de récolte: facile

**Caractéristiques commerciales*****Fruit***

- Dureté: dure
- Forme: arrondie
- Rendement au concassage: 30%

***Graine***

- % de doubles: 0
- Calibre: moyen
- Forme: elliptique ronde et plane
- Poids moyen: moyen
- Teguments: clair
- Fragilité: les cotylédons ne se détachent pas au pelage

***Appréciation***

- L'amandon a une bonne apparence et d'une saveur agréable

**Evaluation globale:** Variété à floraison semi-précoce recommandée pour les zones avec des risques de gelée. Elle est autogame et un bon pollinisateur de Marcona qui coïncide pleinement avec la floraison et en plus de son intercompatibilité. Sa formation est facile, de maturité très précoce et très productive.

**Cambra****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento 'Tuono' x 'Ferragnes', realizado en el CITA de Aragón. N° de registro en el INSPV: 97/186.
- Difusión:
- Sinonimia: número de selección: A-10-8.

**Morfología y fisiología**

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: semi-abierto, pero erguido y con ramificación media.
- Fructificación: sobre ramo mixto y chifona.
- Facilidad de formación: fácil de formar y de podar.
- Época de floración: tardía.
- Flor: mediana y de color blanco.
- Intensidad de floración: media a abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Época de maduración: media.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción:
- Productividad: de media a elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: elíptica.
- Rendimiento al descascarado: 27 %

**Semilla**

- % de dobles: 0.
- Tamaño: medio.
- Forma: amigdalóide.
- Peso medio: medio.
- Tegumentos: color marrón claro y de grosor medio.
- Fragilidad:

**Cambra****Date de passeport**

- Origine: du croisement Tuono et Ferragnes, issue du programme d'amélioration génétique de l'Unité Fruitière du Service de recherche agraire de Saragosse. N° d'inscription à l'INSPV: 97/186
- Diffusion: en cours
- Synonymes: numéro de sélection: A-10-8.

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne
- Port et ramification: semi ouvert et dressé avec des ramifications moyennes
- Fructification: sur les rameaux mixtes et les chiffonnes
- Facilité de formation: facile de former et de tailler
- Fleur: médiane et de couleur blanche
- Époque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: moyenne et abondante
- Fertilité: autogame (autofertile)
- Époque de maturité: moyenne

**Caractéristiques agronomiques**

- Production: de moyenne à élevée
- Facilité de récolte: facile

**Caractéristiques commerciales****Frut**

- Dureté: dure
- Forme: elliptique
- Rendement au concassage: 27%

**Graine**

- % de doubles: 0
- Calibre: moyen
- Forme: amygdaloïde
- Poids moyen: moyen
- Teguments: de couleur marron et d'épaisseur moyenne

**Appréciation**

- L'amandon est d'une saveur agréable

**Apresiasión**

- El grano es de sabor agradable.

**Evaluaci3n global:** es una variedad aut3gama y, por lo tanto, sin necesidad de polinizaci3n cruzada. De floraci3n tardía, puede interpolinizarse con ‘Guara’, ‘Ferragnès’, ‘Tuono’ y otras, coincidentes en la 3poca de floraci3n. Es menos resistente a heladas que ‘Guara’. El fruto a veces se separa en capas.

**Constantí****Datos de Pasaporte**

- Origen: ‘FGFD2’ (op). Obtenci3n del IRTA de Cataluña.
- Difusi3n: de muy reciente aparici3n.
- Sinonímia:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: fuerte.
- Porte y ramificaci3n: medio-erguido, ramificaci3n media.
- Fructificaci3n: principalmente en ramillete de mayo.
- Facilidad de formaci3n: f3cil de formar y de podar.
- 3poca de floraci3n: tardía.
- Flor:
- Intensidad de floraci3n:
- Fertilidad: autof3rtil.
- Epoca de maduraci3n: media.

**Características agron3micas**

- Entrada en producci3n: precoz
- Productividad: de elevada a muy elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolecci3n: f3cil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma:
- Rendimiento al descascarado:

**Evaluation globale:** Variété autogame et ne nécessite pas de pollinisation croisée. De floraison tardive, elle peut être interpollinisée par Guara, Ferragnes, Tuono. Elle est moins résistante aux gelées que Guara. Parfois le fruit se sépare de la coque.

**Constanti****Date de passeport**

- Origine: 3FGDD2 (op) Obtention de l’IRTA de Catalogne (Espagne)
- Diffusion: apparition récente

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: forte
- Port et ramification: moyennement dressé, ramifications moyennes
- Fructification: principalement sur les bouquets de mai
- Facilité de formation: facile de former et de tailler
- Epoque de floraison: tardive
- Fertilité: autogame (autofertile)
- Epoque de maturité: moyenne

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: précoce
- Production: élevée à très élevée
- Facilité de récolte: facile

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: dure
- Rendement au concassage: 27%

**Graine**

- % de doubles: 0

**Appréciation**

- Fruit avec de bonnes caractéristiques

**Evaluation globale:** Pour son nouvelle appariation, on ne dispose pas suffisamment d’observa-

**Semilla**

- % de dobles: muy bajo.
- Tamaño:
- Forma:
- Peso medio:
- Tegumentos:
- Fragilidad:

**Apreciación**

- Fruto con buenas características.

**Evaluación global:** al ser de reciente aparición no se dispone de datos suficientemente contrastados. Es autofértil, de fácil formación y poda y muy productiva.

**Desmayo Largueta****Datos de Pasaporte**

- Origen: descubierta en Bisbal de Falset (Tarragona).
- Difusión: a nivel nacional, en todas las zonas productoras.
- Sinónimias: 'Desmayo', 'Desmayo blanco', 'Largueta'.

**Morfología y fisiología**

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: abierto y muy tumbado, con ramificación abundante.
- Fructificación: sobre chifona, en ramificación de dos años y sobre ramo mixto.
- Facilidad de formación: regular.
- Época de floración: muy temprana.
- Flor: pétalos blancos, con la base rosada y forma elítico-alargada, de tamaño medio.
- Intensidad de floración: media a abundante pero de bajo cuajado y bastante escalonada en el tiempo.
- Fertilidad: autoincompatible.
- Polinizadores: 'Asperilla', 'Ramillete' y 'Desmayo rojo'.
- Época de maduración: tardía.



tions. Elle est autofertile, de formation et de taille facile et très productive.

**Desmayo Largueta****Date de passeport**

- Origine: Espagne, découverte à Bisbal de Falset (Tarragone)
- Diffusion: au niveau national dans toutes les zones de production
- Synonymes: Desmayo, Desmayo Blanc, Largueta

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne
- Port et ramification: ouvert et très tombant avec ramification abondante
- Fructification: sur chiffon, en ramification de deux ans et sur rameaux mixtes
- Facilité de formation: régulière
- Fleur: Pétales blanches avec une base en forme de rose et de forme elliptique large de calibre moyen
- Époque de floraison: très précoce
- Intensité de floraison: moyenne à abondante et échelonné dans le temps
- Fertilité: autoincompatible
- Époque de maturité: tardive

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: rapide
- Production: moyennement élevée si on assure une bonne pollinisation

**Características agronómicas**

- Entrada en producción: rápida.
- Productividad: media-alta, si se asegura una buena polinización.
- Alternancia: poco vecera.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: resistente a Moniliosis, sensible a Fusicoccum.

**Características comerciales*****Fruto***

- Dureza: muy dura.
- Forma: plana y ligeramente alargada, con mucrón estilar patente.
- Rendimiento al descascarado: 25-29 %.

***Semilla***

- % de dobles: 2-3.
- Tamaño: medio a grande.
- Forma: alargada y puntiaguda.
- Peso medio: 1,5 g.
- Tegumentos: color marrón bastante oscuro y de grosor medio.
- Fragilidad: Los cotiledones tienden a separarse en los procesos de elaboración.

***Apreciación***

- Muy apreciada para el tostado, por la facilidad con la que se desprende la piel. Repelada se utiliza en repostería por su forma y tamaño.

**Evaluación global:** Se adapta bien a zonas con altitud media entre 300-750 m, ya que la flor se considera resistente a fríos precoces. Durante la fase de formación resulta un poco compleja su poda. El grano de excelente calidad y presentación, con calibres altos, es muy apreciado para tostado.

- Alternance: peu visible
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: résistante à Monilia, mais sensible à Fusicoccum

**Caractéristiques commerciales*****Fruit***

- Dureté: très dure
- Forme: plate et légèrement évasée avec mucron manifeste
- Rendement au concassage: 25-29%

***Graine***

- % de doubles: 2-3
- Calibre: moyen à grand
- Forme: évasée et ponctuée
- Poids moyen: 1,5 g
- Teguments: couleur marron obscure, suivant Felipe, (2000) et couleur châtin clair et lisse, selon Salazar, (2002) et de grosseur moyenne
- Fragilité: Les cotylédons tendent à se séparer dans le processus de fabrication

***Appréciation***

- Le fruit est très apprécié grillé, pour la facilité du détachement de la peau. Utilisé en pâtisserie pour sa forme et son calibre

**Evaluation globale:** S'adapte bien en zones à altitude moyenne entre 300-750 m, et que la fleur est considérée résistante aux froids précoces. Durant la phase de formation la taille est un peu compliquée. Le grain d'excellente qualité et présentation avec un grand calibre est très apprécié en pâtisserie.

**Garrigues****Datos de Pasaporte**

- Origen: de la localidad de Totana, en el valle del Guadalentín (Murcia).
- Difusión: Murcia, Tarragona y Extremadura.
- Sinonimia:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: bastante alto.
- Porte y ramificación: semi-erecto y ramificación abundante.
- Fructificación: sobre ramillete de mayo y chifona.
- Facilidad de formación: muy fácil
- Época de floración: media
- Flor: blanco, tamaño grande y forma redondeada.
- Intensidad de floración: muy abundante.
- Fertilidad: autoincompatible.
- Polinizadores: 'Peraleja', 'Blanquerna' y 'Marcona'.
- Época de maduración: media.

**Características agronómicas**

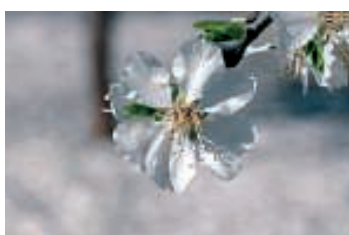
- Entrada en producción: rápida.
- Productividad: muy elevada.
- Alternancia: poca.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: muy dura.
- Forma: redondeada.
- Rendimiento al descascarado: 27-30 %

**Semilla**

- % de dobles: 0-2.
- Tamaño: pequeño a medio.
- Forma: redonda.
- Peso medio: medio.
- Tegumentos: color crema-marrón, ligeramente rugoso, sin pliegues y fina en grosor.
- Fragilidad: baja.

**Garrigues****Date de passeport**

- Origine: Espagne, de la localité de Totana, à la vallée de Guadalentín (Murcie)
- Diffusion: Murcie, Tarragone et Extremadura.

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: assez grande
- Porte et ramification: moyennement dressé, ramifications moyennes
- Fructification: sur les bouquets de mai et chiffonnes
- Fleur: blanche, de grande taille et de forme arrondie
- Époque de floraison: moyenne
- Intensité de floraison: très abondante
- Fertilité: autoincompatible
- Époque de maturité: tardive/moyenne

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: rapide
- Production: élevée
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies:

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: très dure
- Forme: arrondie
- Rendement au concassage: 27-30%

**Graine**

- % de doubles: 0-2
- Calibre: petit à moyen
- Forme: ronde
- Poids moyen: moyen
- Teguments: couleur crème-marron, légèrement rugueuse, sans pli de grosseur fine
- Fragilité: faible

**Appréciation**

- Fruit réputé de bonne présentation, est très voisin de Marcona

**Evaluation globale:** c'est une variété de grand intérêt pour sa vigueur, sa rapidité d'entrée en production et sa forte production. Avec un grain

**Apreciación**

- Grano repelado de buena presentación, es muy parecido al de 'Marcona'.

**Evaluación global:** es una variedad de gran interés por su vigor, rápida entrada en producción y excelente productividad. Con semilla de buen aspecto y calidad que ocasionalmente tienen alto contenido en amigdalina (ligerísimo sabor amargo). No es resistente a la sequía. Como portainjerto es muy interesante por su buena germinabilidad y la calidad del sistema radicular que produce.

**Glorieta****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento entre 'Primorskyi' x 'Cristomorto', realizado en el IRTA de Mas Bové (Cataluña) en 1975.
- Difusión: principalmente en Cataluña.
- Sinonimia: número de selección: A-205.

**Morfología y fisiología**

- Vigor: bastante alto.
- Porte y ramificación: vertical y con ramificación media. Hojas anchas.
- Fructificación: en ramo mixto y preferentemente sobre ramillete de mayo.
- Facilidad de formación: muy fácil.
- Época de floración: tardía.
- Flor: blanca, de tamaño medio a grande.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autoincompatible.
- Polinizadores: 'Mas Bovera', 'Ferragnès', 'Francoli' y 'Ferraduel'.
- Época de maduración: media a tardía.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción: rápida.
- Productividad: elevada a muy alta.



d'un bon aspect et de qualité qui occasionnellement a une teneur élevée en amygdaline (légèrement une saveur amère). N'est pas résistante à la sécheresse. Comme porte-greffe est intéressante pour sa bonne germination et la qualité du système racinaire qu'elle produit.

**Glorieta****Date de passeport**

- Origine: Espagne, issue d'un croisement entre Primorskyi et Cristomoro réalisé à l'IRTA de Mas Bové en Catalogne (Espagne) en 1975.
- Diffusion: en cours
- Synonymes: Numéro de sélection: A-205.

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: assez grande
- Porte et ramification: verticale avec des ramifications moyennes
- Fructification: sur les rameaux mixtes
- Facilité de formation: très facile
- Fleur: blanche, de taille moyenne à grande
- Époque de floraison: moyenne à tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autoincompatible
- Époque de maturité: moyenne à tardive

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: rapide
- Production: élevée à très haute
- Alternance: faible
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: résistante à fusicoccum.



- Alternancia: baja.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: resistente a *Fusicoccum*.

### Características comerciales

#### *Fruto*

- Dureza: dura.
- Forma: elíptica y grande.
- Rendimiento al descascarado: 30-34 %.

#### *Semilla*

- % de dobles: 2.
- Tamaño: medio.
- Forma: elíptica alargada, con engrosamiento en su extremo.
- Peso medio: 1,5 g.
- Tegumentos: castaño claro, liso y grosor medio.
- Fragilidad:

#### *Apreciación*

- Grano de aspecto atractivo y con amplia aptitud de usos.

**Evaluación global:** es una variedad muy interesante ya que entra rápido en producción, de formación sencilla, con buen vigor y fácil de podar. Con floración tardía y alta producción de calidad.

### Guara

#### Datos de Pasaporte

- Origen: procede de la selección clonal y sanitaria, realizada en el CITA de Aragón, de una variedad que llegó a la colección con denominación errónea.
- Difusión: muy cultivada en casi todas las zonas productoras españolas.
- Sinonimia:

#### Morfología y fisiología

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: medio y poco ramificada.
- Fructificación: sobre ramillete de



### Caractéristiques commerciales

#### *Fruit*

- Dureté: dure
- Forme: elliptique et grande
- Rendement au concassage: 30-34%

#### *Graine*

- % de doubles: 2
- Calibre: moyen
- Forme: elliptique évasée et gros à l'extrémité
- Poids moyen: 1,5 g
- Teguments: châtin clair, lisse et de grosseur moyenne

#### *Appréciation*

- Amandon d'aspect attractif avec diverses aptitudes d'emploi

**Evaluation globale:** C'est une variété très intéressante, entrant rapidement en production. De formation simple, avec une bonne vigueur et facile de formation. Floraison tardive et haute production de qualité.

### Guara

#### Date de passeport

- Origine: Sélection clonale et sanitaire, réalisée à l'Unité Fruitière du Service de la Recherche Agronomique de Saragosse (Espagne), d'une variété introduite à la collection sous une dénomination erronée.
- Diffusion: Dans la quasi-totalité des zones de production espagnoles

#### Morphologie et physiologie

- Vigueur: moyenne
- Port et ramification: moyen et peu ramifié
- Fructification: sur les bouquets de

mayo y ramo mixto.

- Facilidad de formación: hay que efectuar cortes de rebaje para endurecer las ramas y provocar ramificación
- Época de floración: tardía.
- Flor: blanca, de tamaño medio.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Epoca de maduración: muy temprana.

### Características agronómicas

- Entrada en producción: precoz
- Productividad: muy elevada.
- Alternancia: muy baja.
- Facilidad de recolección: muy fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: sensible a Mancha Ocre.

### Características comerciales

#### *Fruto*

- Dureza: dura. Las primeras cosechas pueden salir semidura.
- Forma: amigdalóide.
- Rendimiento al descascarado: 32-35 %.

#### *Semilla*

- % de dobles: 10-20.
- Tamaño: medio.
- Forma: acorazonada.
- Peso medio: 1,45 g.
- Tegumentos: marrón semiclavo y grosor medio.
- Fragilidad:

#### *Apreciación*

- Grano apreciado en repostería por el color blanco de sus cotiledones.

**Evaluación global:** en la actualidad es la variedad más plantada en España. Es autofértil, precoz de entrada en producción, muy productiva y poco vecera. Necesita poda de formación fuerte para crear una estructura sólida y ramificada, es muy sensible a Mancha Ocre y presenta un alto porcentaje de semillas dobles.

mai et mixtes

- Fleur: blanche, de taille moyenne
- Époque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autofertile
- Époque de maturité: très précoce

### Caractéristiques agronomiques

- Production: très élevée
- Alternance: faible
- Facilité de récolte: très facile
- Sensibilité aux maladies: peu sensible à la cloque des feuilles (*Polystigma ochraceum* (Wahl) Sacc.)

### Caractéristiques commerciales

#### *Fruit*

- Dureté: dure. Les premières récoltes peuvent être semi dures
- Forme: amygdaloïde
- Rendement au concassage: 32-35%

#### *Graine*

- % de doubles: 10-20
- Calibre: moyen
- Forme: coeur
- Poids moyen: 1,45 g
- Teguments: marron semi clair et de grosseur moyenne

#### *Appréciation*

- Amandon apprécié en pâtisserie pour la couleur et la grosseur moyenne

**Evaluation globale:** C'est une variété qui a prouvé son autogamie associée à son comportement aux gelées tardives, elle offrant une grande régularité en production. Facile à former et à tailler si on applique tous les critères adéquats.

**Marcona****Datos de Pasaporte**

- Origen: probablemente de la región de Alicante.
- Difusión: De gran importancia a nivel nacional y también cultivada en otros países.
- Sinonímias:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: semi-abierto, con ramificación muy abundante.
- Fructificación: sobre ramos mixtos situados en madera de 2-3 años y chifona.
- Facilidad de formación: muy buena.
- Época de floración: media.
- Flor: pequeña de color rosado y forma alargada.
- Intensidad de floración: muy abundante.
- Fertilidad: autoincompatible.
- Polinizadores: 'Garrigues', 'Blanquerna', 'Rumbeta', 'Verd'
- Epoca de maduración: media-tardía y escalonadamente

**Marcona****Date de passeport**

- Origine: Espagne, probablement de la région d'Alicante
- Diffusion: De grande importance au niveau international et cultivée dans d'autres pays comme la Maroc.

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne
  - Port et ramification: semi ouvert avec ramification très abondante
  - Fructification: sur les rameaux mixtes situés sur le bois de 2-3 ans et des chiffonnes
  - Facilité de formation: très bonne
  - Fleur: petite de couleur rose et de forme large
  - Epoque de floraison: moyenne
  - Intensité de floraison: très abondante
  - Fertilité: autoincompatible
  - Pollinistateurs: Non Pareil, Fournat de Breznaud Texas.
- Un nouveau pollinisateur spécifique à cette variété est récemment sélectionné au Maroc.
- Epoque de maturité: moyenne à tardive et échelonnée

**Características agronómicas**

- Entrada en producción: muy precoz, a partir del tercer año.
- Productividad: muy alta.
- Alternancia: ligeramente vecera.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: sensible a Moniliosis.

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: redondeada y corta, ligeramente rugosa.
- Rendimiento al descascarado: 24-26 %.

**Semilla**

- % de dobles: 2.

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: très précoce à partir de la 3ème année
- Production: très élevée
- Alternance: légèrement visible
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: sensible à Moniliose

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: dure.
- Forme: arrondie et court, légèrement rugueuse
- Rendement au concassage: 24-26%

**Graine**

- % de doubles: 2
- Calibre: moyen à grand
- Forme: moyenne et globuleuse

- Tamaño: medio a grande.
- Forma: redondeada y globosa.
- Peso medio: medio.
- Tegumentos: color marrón de grosor medio y algo arrugado.
- Fragilidad: muy compacto.

#### **Apreciación**

- Para la elaboración de turrones tipo Alicante es de calidad inmejorable, también para algunos tipos de turrones franceses y para almendra frita o salada.

**Evaluación global:** es la variedad más cultivada en España, a causa de su alta productividad, y a la calidad y aspecto de su fruto, pero es muy exigente en cuanto a suelo y clima. Es exigente en poda por su abundante ramificación, sin embargo su formación no conlleva ninguna dificultad.

#### **Marinada**

##### **Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento entre 'Lauranne' x 'Glorieta'. Obtención del IRTA de Cataluña.
- Difusión: de muy reciente aparición.
- Sinonimia:

##### **Morfología y fisiología**

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: medio-erguido, ramificación media.
- Fructificación: principalmente en ramillete de mayo.
- Facilidad de formación: fácil de formar y de podar.
- Época de floración: muy tardía, más tarde que 'Guara'.
- Flor:
- Intensidad de floración:
- Fertilidad: autógama (autofértil).
- Época de maduración: media.

##### **Características agronómicas**

- Entrada en producción: muy precoz.
- Productividad: muy elevada.
- Alternancia: poca.

- Poids moyen: moyen
- Teguments: marron de grosseur moyenne et peu ridé
- Fragilité: très compact

#### **Appréciation**

- Elaboration de nougats, pour amande frite et salée (nougat type Alicante et de qualité incomparable)

**Evaluation globale:** Cette variété est la plus cultivée en Espagne à cause de sa production élevée, la qualité et l'aspect de son fruit. Elle est exigeante en matière de sol au sol et du climat. Exigeante en taille pour sa ramification abondante et sa taille de formation ne présente aucune difficulté.

#### **Marinada**

##### **Date de passeport**

- Origine: Croisement entre Lauranne et Glorieta, obtention de l'IRTA de Catalogne (Espagne)
- Diffusion: apparition très récente

##### **Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne
- Port et ramification: semi érigé, ramification moyenne
- Fructification: principalement sur bouquets de mai
- Facilité de formation: facile à former et à tailler
- Époque de floraison: très tardive, plus tardive que Guara
- Fertilité: autogame (autofertile)
- Époque de maturité: moyenne

##### **Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: très précoce
- Production: très élevée
- Alternance: peu
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies:

- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

### Características comerciales

#### *Fruto*

- Dureza: dura.
- Forma:
- Rendimiento al descascarado:

#### *Semilla*

- % de dobles: muy bajo.
- Tamaño:
- Forma:
- Peso medio:
- Tegumentos:
- Fragilidad:

#### *Apreciación*

- Buenas características del fruto.

**Evaluación global:** al ser de reciente aparición no se dispone de datos suficientemente contrastados. Es autofértil, de fácil formación y poda, muy productiva y de rápida entrada en producción.

### Marta

#### Datos de Pasaporte

- Origen: cruzamiento entre 'Ferragnès' x 'Tuono', realizado en el CEBAS de Murcia en 1985.
- Difusión: iniciándose.
- Sinonimia:

#### Morfología y fisiología

- Vigor: muy grande.
- Porte y ramificación: erecto y ramificación discreta y equilibrada.
- Fructificación: preferentemente sobre ramillete de mayo.
- Facilidad de formación: fácil.
- Época de floración: tardía.
- Flor: blanca de tamaño grande.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Polinizadores: 'Guara', 'Tuono', 'Genco',



### Caractéristiques commerciales

#### *Fruit*

- Dureté: dure

#### *Appréciation*

- Bonne caractéristique du fruit

**Evaluation globale:** nouvelle acquisition dont on ne dispose pas suffisamment d'observations. Autofertile, de formation et de taille facile, très productive et de rapide entrée en production.

### Marta

#### Date de passeport

- Origine: Espagne, issue d'un croisement entre Ferragnès et Tuono réalisé au CEBAS de Murcie en 1985.
- Diffusion: au début

#### Morphologie et physiologie

- Vigueur: très grande
- Porte et ramification: érigé et ramification équilibrée
- Fructification: de préférence sur bouquets de mai
- Facilité de formation: facile
- Fleur: blanche de grande taille
- Epoque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autofertile
- Pollinistateurs: Guara, Tuono, Geneco, Antoneta
- Epoque de maturité: moyenne

‘Antoñeta’.

- Epoca de maduración: media.

#### **Características agronómicas**

- Entrada en producción: precoz.
- Productividad: elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

#### **Características comerciales**

##### ***Fruto***

- Dureza: dura.
- Forma: amigdalóide.
- Rendimiento al descascarado: 32 %.

##### ***Semilla***

- % de dobles: 0.
- Tamaño: medio.
- Forma: elíptica.
- Peso medio: 1,2-1,5 g
- Tegumentos: marrón claro, poco rugoso.
- Fragilidad: compacta.

##### ***Apreciación***

- Grano de aspecto atractivo y para todo uso.

**Evaluación global:** es una variedad autofértil, que se encuentra en inicio de su difusión, pero por los datos obtenidos hasta el momento parece tratarse de una variedad interesante.

#### **Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: précoce
- Production: élevée
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies:

#### **Caractéristiques commerciales**

##### ***Fruit***

- Dureté: dur
- Forme: amygdaloïde
- Rendement au concassage: 32%

##### ***Graine***

- % de doubles: 0
- Calibre: moyen
- Forme: elliptique
- Poids moyen: 1,2-1,5 g
- Téguments: marron clair, peu rugueux
- Fragilité: compact

##### ***Appréciation***

- Amandon d’aspect attractif et pour tout usage

**Evaluation globale:** c’est une variété autofertile, qui est en cours de lancement et pour les observations recueillies, elle parait intéressante.

**Masbovera****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento entre 'Primorskyi' x 'Cristomorto', realizado en el IRTA de Mas Bové (Cataluña) en 1975.
- Difusión: en todas las zonas almendricolas españolas.
- Sinonimia: número de selección: A-200.

**Morfología y fisiología**

- Vigor: muy vigoroso.
- Porte y ramificación: semi-erecto y con ramificación media.
- Fructificación: principalmente sobre ramillete de mayo, también sobre ramo mixto.
- Facilidad de formación: fácil.
- Época de floración: tardía.
- Flor: blanca de tamaño medio.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autoincompatible.
- Polinizadores: 'Glorieta', 'Ferragnes', 'Francoli'.
- Epoca de maduración: media a tardía.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción: rápida.
- Productividad: elevada a muy alta.
- Alternancia: baja.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: resistente a Fusicoccum.

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: amigdalóide y grande.
- Rendimiento al descascarado: 26-30 %.

**Semilla**

- % de dobles: 0-1.
- Tamaño: medio-grande.
- Forma: amigdalóide.
- Peso medio: 1,4 g.
- Tegumentos: marrón medio, lisos y de grosor

**Masbovera****Date de passeport**

- Origine: Espagne, issue du croisement entre Primorskyi et Cristomoro réalisé à l'IRTA de Mas Bové en catalogne en 1975
- Diffusion: en cours
- Synonymes: numéro de sélection: A-200

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: très vigoureuse
- Port et ramification: semi érigée avec ramification moyenne
- Fructification: principalement sur bouquets de mai et aussi sur rameaux mixtes
- Facilité de formation: facile
- Fleur: blanche de taille moyenne
- Epoque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autoincompatible
- Pollinistateurs: Glorieta, Ferragnes, Francoli
- Epoque de maturité: moyenne à tardive

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: rapide
- Production: élevée à très élevée
- Alternance: faible
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: résistante à Fusicoccum

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: dur
- Forme: amygdaloïde et grande
- Rendement au concassage: 26-30%

**Graine**

- % de doubles: 0-1
- Calibre: moyen et grand
- Forme: amygdaloïde
- Poids moyen: 1,4 g
- Teguments: marron moyen, lisse et de grosueur moyenne

medio.

- Fragilidad:

### **Apreciación**

- Grano de aspecto atractivo y con muy buena calidad.

**Evaluación global:** es una variedad que destaca por gran vigor, facilidad de formación y de poda, rápida entrada en producción, de floración tardía, alta productividad y de muy buena calidad.

### **Penta**

#### **Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento S5133 x 'Lauranne', realizado en el CEBAS-CSIC de Murcia. S5133 es una selección del CEBAS-CSIC
- Difusión: obtenida en el año 2.007.
- Sinonimia:

#### **Morfología y fisiología**

- Vigor: intermedio.
- Porte y ramificación: porte intermedio y ramificación equilibrada.
- Fructificación: chifona y ramo mixto.
- Facilidad de formación:
- Época de floración: extra-tardía, entre 10 y 20 días después de 'Ferragnès'.
- Flor: blanca.
- Intensidad de floración: alta.
- Fertilidad: autocompatible con un elevado nivel de autogamia.
- Polinizadores:
- Época de maduración: temprana.

#### **Características agronómicas**

- Entrada en producción: rápida.
- Productividad: elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: buena.
- Susceptibilidad a enfermedades: buen comportamiento frente a las enfermedades.

#### **Características comerciales**

##### **Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: elíptica.

### **Appréciation**

- Amandon attractif avec une bonne qualité

**Evaluation globale:** c'est une variété qui se distingue par sa grande vigueur, facilité de formation et de taille et une rapide entrée en production, à floraison tardive avec une bonne productivité et de bonne qualité.

### **Penta**

#### **Données de passeport**

- Origine: croisement S5133 x 'Lauranne', réalisé au CEBAS-CSIC de Murcie. Le S5133 est une sélection du CEBAS-CSIC
- Diffusion: obtenue en 2007.
- Synonymie:

#### **Morphologie et physiologie**

- Vigueur: intermédiaire.
- Port et ramification: port intermédiaire et ramification équilibrée.
- Fructification: chiffonne et rameau mixte.
- Facilité de formation:
- Époque de floraison: extra-tardive, entre 10 et 20 jours après 'Ferragnès'.
- Fleur: blanche.
- Intensité de floraison: haute.
- Fertilité: autocompatible, avec un niveau élevé d'autogamie.
- Pollinisateurs:
- Époque de maturation: précoce.

#### **Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: rapide.
- Productivité: élevée.
- Alternance:
- Facilité de cueillette: bonne.
- Sensibilité aux maladies: bon comportement face aux maladies.

#### **Caractéristiques commerciales**

##### **Fruit**

- Dureté: dure.
- Forme: elliptique.



- Rendimiento al descascarado: 27 %.

#### **Semilla**

- % de dobles: 0.
- Tamaño: medio.
- Forma: elíptica.
- Peso medio: 1 g.
- Tegumentos: marrón claro.
- Fragilidad:

#### **Apreciación**

-

- Rendement au décortilage : 27 %.

#### **Graine**

- % de doubles : 0.
- Taille : moyenne.
- Forme : elliptique.
- Poids moyen : 1 g.
- Téguments : marron clair.
- Fragilité :

#### **Appréciation**

-

**Evaluación global:** es una variedad autocompatible, productiva, de floración extra-tardía y maduración temprana destinada a las áreas donde las variedades de la época de 'Ferragnès' se hielan frecuentemente.

**Evaluation globale :** variété autocompatible, productive, à floraison extra-tardive et à maturation précoce, destinée aux zones où les variétés de l'époque de 'Ferragnès' gèlent fréquemment.

#### **Rumbeta**

##### **Datos de Pasaporte**

- Origen: Alcalí (Alicante)
- Difusión: zona levantina.
- Sinonimia:

#### **Rumbeta**

##### **Données de passeport**

- Origine : Alcalí (Alicante)
- Diffusion : zone est de l'Espagne (Levante).
- Synonymie :

#### **Morfología y fisiología**

- Vigor: elevado.
- Porte y ramificación: semicerrado y de ramificación media.
- Fructificación: preferentemente en ramo mixto.
- Facilidad de formación: fácil
- Época de floración: media.
- Flor: rosa.
- Intensidad de floración: abundante y prolongada.
- Fertilidad: autoincompatible.
- Polinizadores: 'Garrigues', 'Blanquerna', 'Marcona'
- Epoca de maduración: temprana.

#### **Morphologie et physiologie**

- Vigueur: élevée.
- Port et ramification: semi-fermé et ramification moyenne.
- Fructification: de préférence sur rameau mixte.
- Facilité de formation: facile
- Epoque de floraison: intermédiaire.
- Fleur: rose.
- Intensité de floraison: abondante et prolongée.
- Fertilité: auto-incompatible.
- Pollinisateurs: 'Garrigues', 'Blanquerna', 'Marcona'
- Epoque de maturation : précoce.

#### **Características agronómicas**

- Entrada en producción: rápida.
- Productividad: elevada.
- Alternancia: alta
- Facilidad de recolección: muy buena.
- Susceptibilidad a enfermedades: buen comportamiento frente a las enfermedades.

#### **Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: rapide.
- Productivité: élevée.
- Alternance: haute
- Facilité de cueillette: très bonne.
- Sensibilité aux maladies: bon comportement face aux maladies.

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: amigdaloido-elíptica.
- Rendimiento al descascarado: 29-32 %.

**Semilla**

- % de dobles: 0-1.
- Tamaño: medio a grande.
- Forma: redondeada-alargada.
- Peso medio:
- Tegumentos: crema muy claro.
- Fragilidad: escasa

**Apreciación**

- Grano para la elaboración de peladillas y para confitería.

**Evaluación global:** es muy interesante por la alta calidad del grano y su elevada productividad.

**Soleta****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento entre la selección 'Blanquerna' x 'Belle d'Aurons', obtenida en el CITA de Aragón.
- Difusión: en inicio.
- Sinonímias:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: intermedio.
- Porte y ramificación: caedizo y de ramificación abundante.
- Fructificación: en ramillete de mayo y chifona
- Facilidad de formación: buena.
- Flor: blanca y tamaño medio.
- Época de floración: tardía.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Época de maduración: intermedia, después de 'Guara'.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción:
- Productividad:.
- Alternancia:

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté : dure.
- Forma : amygdaloïde-elliptique.
- Rendement au décortilage : 29-32 %.

**Graine**

- % de doubles : 0-1.
- Taille : moyenne à grande.
- Forme : arrondie-allongée.
- Poids moyen :
- Téguments : crème très clair.
- Fragilité : faible

**Appréciation**

- Amande pour l'élaboration de dragée et de confiserie.

**Evaluation globale:** très intéressante par la qualité de l'amande et sa productivité élevée.

**Soleta****Date de passeport**

- Origine: Espagne d'un croisement entre Blanquerna et Belle d'Aurons obtenue au CTA d'Aragon
- Diffusion: en cours

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: intermédiaire
- Port et ramification: tombant et de ramification abondante
- Fructification: sur les bouquets da mai et chiffonnes
- Facilité de formation: bonne
- Fleur: blanche et de taille moyenne
- Époque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autofertile
- Époque de maturité: intermédiaire, après Guara.

**Caractéristiques agronomiques**

- Sensibilité aux maladies: sensible à polystigma

- Facilidad de recolección:
- Susceptibilidad a enfermedades: susceptible a Mancha Ocre.

### Características comerciales

#### *Fruto*

- Dureza: dura.
- Forma: alargado.
- Rendimiento al descascarado: 27-35 %.

#### *Semilla*

- % de dobles:
- Tamaño:
- Forma: redondeada.
- Peso medio: 1,3 g.
- Tegumentos: marrón y algo rugoso.
- Fragilidad: compacta.

#### *Apreciación*

- Almendra de forma y características muy similares a 'Desmayo Langueta'.

**Evaluación global:** al ser de reciente aparición no se dispone de datos suficientemente contrastados. Es autofértil y de fácil formación y poda. Muy interesante por la calidad de la almendra, muy adecuada para el tostado.

### Tardona

#### Datos de Pasaporte

- Origen: cruzamiento S5133 x R1000, realizado en el CEBAS-CSIC de Murcia. S5133 es una selección del CEBAS-CSIC y R1000 es una selección francesa del INRA.
- Difusión: obtenida en el año 2.007.
- Sinonimia:

#### Morfología y fisiología

- Vigor: intermedio.
- Porte y ramificación: porte intermedio y ramificación abundante.
- Fructificación: chifona y ramo mixto.
- Facilidad de formación:
- Época de floración: extra-tardía, entre 20 y 30 días después de 'Ferragnès'.
- Flor: blanca.
- Intensidad de floración: alta.

### Caractéristiques commerciales

#### *Fruit*

- Dureté: dure
- Forme: allongée
- Rendement au concassage: 27-35%

#### *Graine*

- Forme: arrondie
- Poids moyen: 1,3 g
- Teguments: marron et peu ridé
- Fragilité: compacte

#### *Appréciation*

- Amande de forme et de caractéristiques très similaires à Desmayo Langueta

**Evaluation globale:** Nouvelle variété d'apparition récente. Elle est autofertile, de formation et de taille facile. Très intéressante pour la qualité de l'amandon qui très bonne pour la pâtisserie.

### Tardona

#### Données de passeport

- Origine: croisement S5133 x R1000, réalisé au CEBAS-CSIC de Murcia. Le S5133 est une sélection du CEBAS-CSIC et le R1000 est une sélection française de l'INRA.
- Diffusion: obtenue en 2007.
- Synonymie:

#### Morphologie et physiologie

- Vigueur: intermédiaire.
- Port et ramification: port intermédiaire et ramification abundante.
- Fructification: chiffonne et rameau mixte.
- Facilité de formation:
- Epoque de floraison: extra-tardive, entre 20 et 30 jours après 'Ferragnès'.
- Fleur: blanche.
- Intensité de floraison: haute.

- Fertilidad: autocompatible con un elevado nivel de autogamia.
- Polinizadores:
- Epoca de maduración: intermedia.

#### Características agronómicas

- Entrada en producción: rápida.
- Productividad: elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: buena.
- Susceptibilidad a enfermedades: buen comportamiento frente a las enfermedades.

#### Características comerciales

##### *Fruto*

- Dureza: dura.
- Forma: elíptica.
- Rendimiento al descascarado: 25 %.

##### *Semilla*

- % de dobles: 0.
- Tamaño: pequeño.
- Forma: elíptica.
- Peso medio: 0,8 g.
- Tegumentos: marrón claro.
- Fragilidad:

##### *Apreciación*

-

**Evaluación global:** es una variedad autocompatible, productiva, de floración extra-tardía y maduración media, destinada a las áreas más frías, especialmente en donde el almendro no se ha podido cultivar a causa de las heladas.

- Fertilité: autocompatible, avec un niveau élevé d'autogamie.
- Pollinisateurs:
- Epoque de maturation: intermédiaire.

#### Caractéristiques agronomiques

- Entrée en production: rapide.
- Productivité: élevée.
- Alternance:
- Facilité de cueillette: bonne.
- Sensibilité aux maladies: bon comportement face aux maladies.

#### Caractéristiques commerciales

##### *Fruit*

- Dureté: dure.
- Forme: elliptique.
- Rendement au décorticage: 25 %.

##### *Graine*

- % de doubles: 0.
- Taille: petite.
- Forme: elliptique.
- Poids moyen: 0,8 g.
- Téguments: marron clair.
- Fragilité:

##### *Appréciation*

-

**Evaluation globale:** variété autocompatible, productive, à floraison extra-tardive et maturation moyenne, destinée aux zones les plus froides, en particulier où l'amandier n'a pas pu être cultivé en raison du gel.

**Tarraco****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento entre 'FLTU18' x 'Anxaneta'. Obtención del IRTA de Cataluña.
- Difusión: de muy reciente aparición
- Sinonimia:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: medio-erguido, ramificación media.
- Fructificación: principalmente en ramillete de mayo.
- Facilidad de formación: fácil de formar y de podar.
- Época de floración: muy tardía, más tarde que 'Guara'.
- Flor:
- Intensidad de floración:
- Fertilidad: autoincompatible.
- Época de maduración: media.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción: muy precoz
- Productividad: muy elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma:
- Rendimiento al descascarado:

**Semilla**

- % de dobles: muy bajo.
- Tamaño:
- Forma:
- Peso medio:
- Tegumentos:
- Fragilidad:

**Apresiasi3n**

- Buenas características del fruto.

**Tarraco****Date de passeport**

- Origine: suite au croisement entre FLTU18 et Anxaneta, obtention de l'IRTA de Catalogne (Espagne)
- Diffusion: récente

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne
- Port et ramification: semi érigé et ramification moyenne
- Fructification: Principalement sur bouquets de mai
- Facilité de formation: facile à former et à tailler
- Fertilité: autoincompatible
- Époque de maturité: moyenne

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: très précoce
- Production: très élevée
- Facilité de récolte: facile

**Caractéristiques commerciales****Frut**

- Dureté: dure

**Graine**

- % de doubles: très faible

**Appréciation**

- Bonnes caractéristiques du fruit

**Evaluation globale:** Variété récente qui ne dispose pas de suffisamment de données. Elle est auto-incompatible, à floraison très tardive, de formation et de taille facile, très productive et de rapide entrée en production.

**Evaluación global:** al ser de reciente aparición no se dispone de datos suficientemente contrastados. Es autoincompatible, floración muy tardía, de fácil formación y poda, muy productiva y de rápida entrada en producción.

## Vayro

### Datos de Pasaporte

- Origen: cruzamiento entre '4-665' x 'Lauranne'. Obtención del IRTA de Cataluña.
- Difusión: de muy reciente aparición.
- Sinonimia:

### Morfología y fisiología

- Vigor: muy alto.
- Porte y ramificación: medio, ramificación media.
- Fructificación: principalmente en ramillete de mayo.
- Facilidad de formación: fácil de formar y de podar.
- Época de floración: tardía.
- Flor:
- Intensidad de floración:
- Fertilidad: autofertil.
- Época de maduración: precoz.

### Características agronómicas

- Entrada en producción: precoz.
- Productividad: muy elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

### Características comerciales

#### *Fruto*

- Dureza: dura.
- Forma:
- Rendimiento al descascarado:

#### *Semilla*

- % de dobles: muy bajo.
- Tamaño:
- Forma:
- Peso medio:

## Vayro

### Date de passeport

- Origine: issue du croisement entre 4-665 et Lauranne, obtention de l'IRTA de Catalogne (Espagne)
- Diffusion: très récente

### Morphologie et physiologie

- Vigueur: très grande
- Port et ramification: moyen, ramification moyenne
- Fructification: principalement sur bouquets de mai
- Facilité de formation: facile à former et à tailler
- Époque de floraison: tardive
- Fertilité: autofertile
- Époque de maturité: précoce

### Caractéristiques agronomiques

- Entrée en production: précoce
- Production: très élevée
- Facilité de récolte: facile

### Caractéristiques commerciales

#### *Fruit*

- Dureté: dure

#### *Graine*

- % de doubles: très faible

#### *Appréciation*

- Bonnes caractéristiques du fruit

**Evaluation globale:** Variété récente dont on ne dispose pas de suffisamment de données. Elle est autofertile, à floraison très tardive, très vigoureuse, de formation et de taille facile, très productive et de rapide entrée en production.

- Tegumentos:

- Fragilidad:

***Apreciación***

- Buenas características del fruto.

**Evaluación global:** al ser de reciente aparición no se dispone de datos suficientemente contrastados. Es autofértil, floración tardía, muy vigorosa pero fácil formación y poda, muy productiva y de rápida entrada en producción.





**VARIETADES FRANCESAS****Ferraduel****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento 'Cristomorto' x 'Aï', realizado en la Grande Ferrade, INRA.
- Difusión: por todos los países del mediterráneo.
- Sinonímias:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: de medio a alto.
- Porte y ramificación: abierto, con mucha ramificación y tendencia a la verticalidad en las ramas más vigorosas.
- Fructificación: sobre ramillete de mayo y chifona.
- Facilidad de formación: fácil.
- Época de floración: tardía.
- Flor: pétalos blancos de tamaño medio a grande y forma elítico-alargada.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autoincompatible.
- Polinizadores: 'Ferragnès', 'Guara', 'Masbovera'.
- Época de maduración: media.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción: precoz.
- Productividad: elevada, en buenas condiciones de irrigación.
- Alternancia: ligeramente vecera.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: resistente a Moniliosis y Mancha Ocre; sensible a Fusicoccum y Cribado.

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: amigdalóide, con mucrón.
- Rendimiento al descascarado: 28-35 %.

**VARIETÉS FRANÇAISES****Ferraduel****Date de passeport**

- Origine: issue du croisement entre Cristomoro et Aï, à la Grande Ferrade, INRA France, comme Ferragnes
- Diffusion: pour tous les pays méditerranéens

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne à grande
- Port et ramification: ouverte, avec beaucoup de ramifications et tendance à la verticale des rameaux plus vigoureux
- Fructification: sur bouquets de mai et sur chiffonnes
- Facilité de formation: facile
- Fleur: pétales blancs de taille moyenne à grande et de forme elliptique et large
- Époque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autoincompatible
- Pollinisateurs: Ferragnes, Ferrastar, Aï
- Époque de maturité: moyenne

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: rapide/moyenne
- Production: élevée en bonnes conditions d'irrigation
- Alternance: légèrement visible
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: résistante à Moniliose, à la Tavelure et au Polystigma et sensible à Fusicoccum et au Cribado

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: dure
- Forme: amygdaloïde avec mucrón
- Rendement au concassage: 28-35%

**Semilla**

- % de dobles: 1.
- Tamaño: medio.
- Forma: elíptica alargada, plana y ancha.
- Peso medio: entre 1,3 y 1,6 g.
- Tegumentos: muy finos de color pardo oscuro y rugosos.
- Fragilidad: baja.

**Apreciación**

- Grano de buen sabor y buena calidad que se utiliza para pastas y mazapanes.

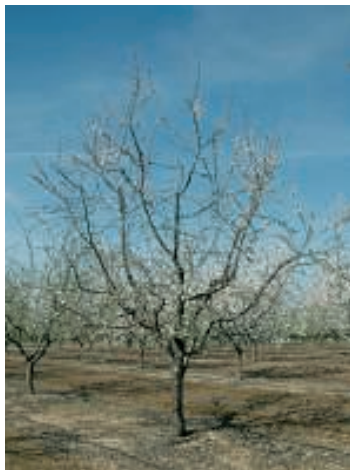
**Evaluación global:** es considerada como una de las más productivas y con buena calidad, pero en condiciones de secano presenta una alta vecería. Es medianamente resistente a las heladas. Requiere una poda con intensidad media pero selectiva para regular la cosecha. En la polinización puede requerir dos variedades sincronizadas con su época de floración, según la zona.

**Ferragnès****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento 'Cristomorto' 1 'Aï', realizado en la Grande Ferrade, INRA.
- Difusión: muy extendida en toda la Cuenca Mediterránea.
- Sinónimas:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: medio-alto.
- Porte y ramificación: semi-erecto, medianamente ramificada.
- Fructificación: principalmente sobre ramillete de mayo y en menor medida sobre chifona.
- Facilidad de formación: fácil de formar y de podar.
- Época de floración: tardía.
- Flor: de tamaño mediano y redondeada, de color blanco.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autoincompatible.
- Polinizadores: 'Ferraduel', 'Lauranne',

**Graine**

- % de dobles: 1
- Calibre: moyen
- Forme: elliptique allongée, plane et large
- Poids moyen: 1,3 et 1,6 g
- Téguments: très fin de couleur sombre et obscure et rugueuse
- Fragilité: faible

**Appréciation**

- Amandon de bonne saveur et qualité utilisé pour les gâteaux et les petits fours

**Evaluation globale:** est considérée comme la plus productive avec une bonne qualité, résistante moyennement aux gelées. Nécessite une taille avec une intensité moyenne mais sélective pour réguler la récolte. Pour la pollinisation, elle préfère deux variétés synchronisée à son époque de floraison suivant les régions.

**Ferragnès****Date de passeport**

- Origine: issue du croisement entre Cristomoro et Aï
- Diffusion: d'un grand intérêt pour la zone méditerranéenne pour son excellent comportement

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne à grande
- Port et ramification: semi érigé moyennement ramifié
- Fructification: principalement sur bouquets de mai et peu sur chiffonnes
- Facilité de formation: vigueur difficile à contrôler, facile à former et à tailler
- Fleur: de taille moyenne et arrondie de couleur blanche et autostérile
- Epoque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autoincompatible
- Pollinisateurs: Ferraduel, Lauranne, Aï, Ferrastar

‘Guara’, ‘Masbovera’.

- Epoca de maduración: media.

### Características agronómicas

- Entrada en producción: mediana.
- Productividad: muy productiva.
- Alternancia: de poca importancia en caso de riego.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: bastante resistente a Moniliosis, muy sensible a Fusicoccum, resistente a Cribado y Mancha Ocre.

### Características comerciales

#### *Fruto*

- Dureza: semi-dura. Se separa en dos capas.
- Forma: alargada y con mucrón, de espesor medio.
- Rendimiento al descascarado: 35-40 %.

#### *Semilla*

- % de dobles: 0.
- Tamaño: medio a grande.
- Forma: alargada.
- Peso medio: 1,4-1,7 g.
- Tegumentos: marrón claro y ligeramente rugoso.
- Fragilidad: Se separan con facilidad los cotiledones.

#### *Apreciación*

- Preferentemente se utiliza en repostería y para peladillas.

**Evaluación global:** es una variedad que se ha difundido mucho por sus excelentes características de floración tardía, gran productividad, alto rendimiento a la descascadora y buena adaptación a diferentes zonas.

- Epoca de maduración: media

### Caractéristiques agronomiques

- Entrée en production: moyenne, à partir de la 5ème année pour la première récolte
- Production: très productive
- Alternance: de peu d'importance en irrigué
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: résistante à Monilia sur feuille, sensible à Fusicoccum, très sensible à Fusicoccum, résistante à la Tavelure et au Polystigma.

### Caractéristiques commerciales

#### *Fruit*

- Dureté: demi dure
- Forme: allongée avec mucron d'épaisseur moyenne
- Rendement au concassage: 35-40% (élevé)

#### *Graine*

- % de doubles: 0
- Calibre: moyen à grand
- Forme: allongée
- Poids moyen: 1,4 et 1,7 g
- Teguments: marron clair et légèrement rugueux
- Fragilité: les cotylédons se séparent facilement

#### *Appréciation*

- De préférence est utilisé en pâtisserie et dragées

**Evaluation globale.** Variété qui une tardivité de floraison, une grande productivité, un haut rendement au concassage et une bonne adaptation à différentes zones.

**Lauranne****Datos de Pasaporte**

- Origen: cruzamiento de 'Ferragnes' x 'Tuono', obtenida por Grasselly en el INRA, Avignon, en 1978.
- Difusión: por el S.E. de Francia y se está iniciando en otros países del mediterráneo.
- Sinonimia:

**Morfología y fisiología**

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: abierto y ramificación media.
- Fructificación: preferentemente sobre ramillete de mayo.
- Facilidad de formación: relativamente fácil. Requiere poda regular y de bastante intensidad.
- Época de floración: tardía.
- Flor: blanca, de tamaño medio a pequeño.
- Intensidad de floración: de media a alta.
- Fertilidad: autofétil.
- Época de maduración: temprana.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción: rápida.
- Productividad: alta.
- Alternancia: baja.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: poco sensible a Fusicoccum.

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: semi-dura.
- Forma: alargada con mucrón y cresta muy apertadas.
- Rendimiento al descascarado: 32-38%.

**Semilla**

- % de dobles: 5-20.
- Tamaño: medio a pequeño.
- Forma: pequeña y muy alargada, gruesa en una parte y estrecha en otra.
- Peso medio: 1,1 g.

**Lauranne****Date de passeport**

- Origine: France issue d'un croisement entre Ferragnès et Tuono
- Diffusion: France et Afrique du Nord

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne
- Port et ramification: ouvert et ramification moyenne
- Fructification: principalement sur bouquets de mai
- Facilité de formation: relativement facile. Nécessite une taille régulière et assez intense
- Fleur: blanche de taille moyenne à petite
- Époque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: de moyenne à élevée
- Fertilité: autofertile
- Époque de maturité: précoce

**Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: rapide
- Production: élevée
- Alternance: modérée
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: peu sensible à Fusicoccum

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: demi tendre
- Forme: allongée et crête très apparente
- Rendement au concassage: 32-38%

**Graine**

- % de doubles: 5-20
- Calibre: moyen à petit
- Forme: petite et très allongée, grosse d'un côté et étroite d'un autre
- Poids moyen: 1,1 g
- Téguments: marron clair et rugueux

- Tegumentos: marrón claro y rugoso.
  - Fragilidad:
- Apreciación**
- Grano con amplia aptitud de usos.

**Evaluación global:** variedad muy interesante, de rápida entrada en producción, con una floración tardía y recolección precoz, por lo tanto de ciclo corto. Producción regular a lo largo de los años, que se intensifica si se utilizan polinizadores, como 'Ferragnès', 'Ferraduel', 'Guara' o 'Masbovera' a pesar de no necesitarlos teóricamente, dada su autofertilidad demostrada. Es algo resistente a heladas tardías.

***Appréciation***

- Amandon à large utilisation

**Evaluation globale.** Variété de rapide entrée en production, floraison et récolte précoces pour un cycle court. Production régulière au cours des années qui s'intensifie si on utilise des pollinisateurs comme Ferragnes, Ferraduel, Cristomoro ou Ayles bien qu'elle ne les nécessite pas théoriquement, pour son autofertilité démontrée. Un peu résistante aux gelées tardives.



**VARIETADES ITALIANAS****Supernova****Datos de Pasaporte**

- Origen: procedente de mutación por irradiación de 'Fascionello' y seleccionada en el ISF de Roma en 1977.
- Difusión: principalmente en su país de origen.
- Sinonimia: 'Fascionello k'

**Morfología y fisiología**

- Vigor: alto.
- Porte y ramificación: abierto con tendencia a tumbarse y ramificación media.
- Fructificación: sobre ramo mixto y ramillete de mayo.
- Facilidad de formación:
- Época de floración: tardía.
- Flor: blanca, de tamaño medio a grande.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Epoca de maduración: media.

**Características agronómicas**

- Entrada en producción:
- Productividad: elevada.
- Alternancia:
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades:

**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: acorazonado, con punta marcada.
- Rendimiento al descascarado: 35-40 %.

**Semilla**

- % de dobles: 15-20.
- Tamaño: grande.
- Forma: elíptico-alargada.
- Peso medio:
- Tegumentos: marrón claro y algo rugoso.

**VARIETÉS ITALIENNES****Supernova****Date de passeport**

- Origine: Italie d'une mutation par irradiation de Fascionello et sélectionnée à l'ISF de Rome en 1977
- Diffusion: Principalement dans son pays d'origine
- Synonymes: Fascionello K

**Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne
- Porte et ramification: ouvert avec tendance à ramification moyenne
- Fructification: principalement sur rameaux mixtes et de mai
- Facilité de formation:
- Fleur: blanche de taille moyenne à grande
- Epoca de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autofertile
- Epoca de maturité: moyenne

**Caractéristiques agronomiques**

- Production: élevée
- Facilité de récolte: facile

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: dur
- Forme: en cœur avec pointe marquée
- Rendement au concassage: 35-40%

**Graine**

- % de doubles: 15-20
- Calibre: grand
- Forme: elliptique et allongée
- Poids moyen: moyen
- Teguments: marron clair et peu rugueux
- Fragilité: compact

**Appréciation**

- Grain de bonne saveur et apte à tous les usages

- Fragilidad: compacto.

### **Apreciación**

- Grano de buen sabor y apta para todo uso.

**Evaluación global:** es un cultivar del que todavía no se conoce bien su comportamiento por ser reciente su difusión. Es resistente a las heladas y no se adapta bien a déficit hídricos acusados.

### **Tuono**

#### **Datos de Pasaporte**

- Origen: de la zona de Puglia.
- Difusión: Variedad extendida por los países del mediterráneo. Muy utilizada en Mejora por su autofertilidad.
- Sinonímias:

#### **Morfología y fisiología**

- Vigor: medio.
- Porte y ramificación: porte abierto y tendencia a pendular, ya que sus ramas se arquean con facilidad.
- Fructificación: sobre ramilletes de mayo.
- Facilidad de formación: fácil de conducir y de podar.
- Flor: de color blanco y tamaño medio.
- Época de floración: tardía.
- Intensidad de floración: abundante.
- Fertilidad: autofértil.
- Epoca de maduración: semi-temprana.

#### **Características agronómicas**

- Entrada en producción: muy precoz.
- Productividad: elevada.
- Alternancia: baja.
- Facilidad de recolección: fácil.
- Susceptibilidad a enfermedades: ligeramente sensible a Monilia y a la Cribado.



**Evaluation globale.** C'est un cultivar qui n'est pas bien connu que son comportement est de récente diffusion. Résistant aux gelées et ne s'adapte pas au déficit hydrique accentué.

### **Tuono**

#### **Date de passeport**

- Origine: Italie de la région des Pouilles
- Diffusion: variété étendue aux pays méditerranéens pour l'utilisation à des fins de croisement pour son autofertilité

#### **Morphologie et physiologie**

- Vigueur: moyenne
- Port et ramification: port ouvert avec tendance retombant ses rameaux s'arquent avec facilité
- Fructification: principalement sur bouquets de mai
- Facilité de formation: facile à conduire et tailler
- Fleur: de couleur blanche de taille moyenne
- Epoque de floraison: tardive
- Intensité de floraison: abondante
- Fertilité: autofertile
- Epoque de maturité: semi précoce

#### **Caractéristiques agronomiques**

- Entrée en production: très précoce
- Production: élevée
- Alternance: faible
- Facilité de récolte: facile
- Sensibilité aux maladies: légèrement sensible à Moniliose et à la Tavelure



**Características comerciales****Fruto**

- Dureza: dura.
- Forma: grande y de forma roma.
- Rendimiento al descascarado: 36-42 %.

**Semilla**

- % de dobles: 20-30.
- Tamaño: medio a grande.
- Forma: oblonga y alargada por uno de sus extremos.
- Peso medio: 1,3 g.
- Tegumentos: color castaño oscuro y ligeramente rugoso.
- Fragilidad: muy baja.

**Apreciación**

- Grano de muy buen sabor y aspecto que se utiliza tanto entero como en pasta o en polvo.

**Evaluación global:** presenta unas características morfológicas y comportamiento muy parecido a 'Guara'. Su principal interés es el de ser autofértil con lo que es muy utilizada en programas de mejora genética. Además de esto hay que destacar su resistencia a las heladas tardías. Tiene buena calidad del fruto, pero presenta un porcentaje muy alto de dobles. Tiene una rápida entrada en producción y es muy productiva.

**Caractéristiques commerciales****Fruit**

- Dureté: dur
- Forme: grande et de forme ronde
- Rendement au concassage: 36-42%

**Graine**

- % de doubles: 20-30
- Calibre: moyen à grand
- Forme: oblongue et allongée sur une des extrémités
- Poids moyen: 1,3 g
- Teguments: couleur châtin obscure et légèrement rugueux
- Fragilité: très faible

**Appréciation**

- Amandon de bonne saveur et d'aspect qui s'utilise entier en pâte ou moulu

**Evaluation globale.** Son intérêt principal est l'autofertilité et est très utilisé dans les programmes d'amélioration génétique. Elle est résistante aux gelées tardives et a une bonne qualité du fruit mais avec un grand pourcentage de dobles. A une rapide entrée en production et très productif.



# 3

**Técnicas de Cultivo**  
**Techniques de Culture**



### 3.1 Plantación

El arboricultor ha de optimizar el reparto de las variedades en la parcela para una polinización adecuada y pensar el marco de plantación en función de la naturaleza del suelo y de las disponibilidades de agua.

#### 3.1.1 Calidad del plantón

El uso de plantones muy homogéneos, auténticos y con las calidades sanitarias requeridas, es indispensable para el éxito de una plantación. La certificación, implantada por las instancias oficiales, permite la trazabilidad y garantiza: La ausencia de enfermedades degenerativas (virus) que no se pueden curar en la parcela. Estas enfermedades alteran el vigor, reducen el rendimiento y la calidad.

La autenticidad del material vegetal (varietal y patrón) y en consecuencia la conformidad con el estándar de la variedad que especifica el Catálogo Oficial.

Son aconsejables los plantones de 1 año, con las yemas bien formadas, de longitud >1 m y suficientemente agostados. Los plantones viejos, con muchos chupones y yemas estropeadas se han de descartar.

#### 3.1.2. Marco y densidad de plantación

El marco de plantación ha de tener en cuenta el nivel de la pendiente del terreno, para reducir las pérdidas de suelo debidas a la erosión. Es importante realizar un marqueo exacto para conseguir una alineación que facilitará los trabajos posteriores. En función de la configuración del terreno, el marqueo se realizará en líneas o según las curvas de nivel cuando la pendiente sea fuerte, con lo que se disminuirán las pérdidas de suelo por erosión.

Las densidades de plantación varían en función de la pluviometría de la zona (Cuadro 3.1), la naturaleza del suelo (profundidad y riqueza), el patrón, las posibilidades de irrigación y la mecanización de la recogida.

### 3.1 Plantation

Le choix d'une variété avant la création du verger est une étape clé dans la réussite d'une plantation. L'arboriculteur est tenu d'optimiser la répartition variétale dans le verger pour une pollinisation adéquate et raisonner la densité de plantation en fonction de la nature du sol et des disponibilités en eau.

#### 3.1.1 Qualité du plant

L'utilisation de plants très homogènes, authentique avec des qualités sanitaires requises est indispensable à la réussite d'une amanderaie. La certification, mise en place par les instances officielles, est une démarche assurant la traçabilité et permet de garantir:

L'absence de maladies de dégénérescence (virus) qui sont incurables au verger. Ces maladies entraînent des modifications de vigueur, des réductions de rendement avec une réduction de la qualité.

L'authenticité du matériel végétal (variétale et porte-greffe) et donc la conformité au standard de la variété précisée dans le cadre du Catalogue Officiel.

Les scions à choisir pour la plantation doivent être d'1 an, élevés en pépinières, avec des yeux bien formés, un axe long (>1 m) et suffisamment aoûté. Les plants âgés, avec beaucoup d'anticipés et des yeux abîmés sont à écarter.

#### 3.1.2. Dispositif et densité de plantation

Le dispositif de plantation doit prendre en considération le degré de la pente du terrain pour réduire les pertes en sol liées à l'érosion. Il est important d'effectuer un piquetage précis afin d'obtenir un alignement qui facilitera les travaux ultérieurs. Suivant la configuration du terrain, le piquetage sera effectué en lignes ou selon les courbes de niveau si la pente est forte et l'objectif de la plantation fruitière vise également la fixation du sol.

**Tableau 3.1. Les densités proposées par système de culture****a- En culture pluviale favorable**

| Pluviométrie      | Distance | Nombre d'arbres/ha |
|-------------------|----------|--------------------|
| Supérieur à 500mm | 6 x 8    | 200                |
|                   | 7 x 6    | 240                |
|                   | 8 x 5    | 250                |
|                   | 7 x 5    | 280                |
|                   | 6 x 5    | 333                |

**b. En culture pluviale (Sud marocain)**

| Pluviométrie | Distance | Nombre d'arbres/ha |
|--------------|----------|--------------------|
| 150 à 200 mm | 12 x 12  | 70                 |
| 200 à 300 mm | 10 x 10  | 100                |
| 300 à 400 mm | 9 x 9    | 125                |
|              | 8 x 8    | 156                |
|              | 8 x 7    | 178                |

**c- En irrigué: la densité à utiliser est relativement forte sans oublier que l'amandier est exigeant en lumière. Des écartements de 5 x4 m peuvent être envisagés et peuvent aller jusqu'à 6 x5 m pour faciliter la récolte mécanique**

Source: INRA. Maroc.

**3.1.3. Preparación del terreno**

La preparación del suelo antes de la plantación pretende ofrecer a las jóvenes raíces una tierra suelta y aireada. En los suelos limosos o arcillosos, es necesario un subsolado profundo (60-80 cm). Se habrá aplicado anteriormente el abonado de fondo (fósforo-potasio). La labor profunda es menos efectiva en suelos arenosos, e incluso puede resultar nefasta una labor de desfonde si hace aflorar a la superficie una tierra con malas propiedades físicas.

Durante el marqueo se colocarán las

Etant donné que la transplantation se fait à racines nues, la mise en place doit se faire le plus vite possible après arrachage et tôt dans la saison (Fin novembre- fin décembre) pour bénéficier du maximum des pluies. Une plantation tardive se traduit par des mortalités importantes et des échecs à la reprise.

A l'arrachage de la pépinière, les plants seront habillés et si possible pralinés. Leur mise en jauge permet d'éviter leur dessèchement avant leur plantation.

En l'absence de pluie, des arrosages copieux sont nécessaires pour une bonne reprise des plants.

La répartition des variétés dans le verger revêt une grande importance pour la pollinisation. Il est possible de planter un verger monovariétal avec les variétés autocompatibles mais leur association est souhaitable pour un complément de pollinisation.

hileras con una orientación Norte-Sur para una máxima exposición al sol. Cuando se realice el trazado, habrá que respetar las zonas de servicio de la parcela.

Si no se ha realizado previamente una labor profunda, los hoyos de plantación han de ser amplios y profundos (1 m<sup>3</sup>) para permitir un buen desarrollo de las raíces, capaces de soportar mejor la sequía sobre todo en suelos compactos. En suelos profundos, es posible abrir los hoyos de plantación con barrena.

Las raíces del almendro son sensibles a la desecación provocada por una larga exposición al aire. Todos los aspectos de la plantación deberán estar preparados antes de trasladar los plantones a la parcela.

Chez les variétés autoincompatibles l'association variétale devient indispensable. Pour assurer une bonne pollinisation des fleurs, il est donc impératif d'associer au moins deux variétés inter-compatibles qui ont des époques de floraison chevauchantes. Le dispositif de plantation consiste en la plantation de deux rangées de la variété de fond avec une rangée de la variété pollinisatrice. Le dispositif d'une rangée sur trois est également possible à condition de faire intervenir les abeilles (vecteurs de pollinisation) en quantité suffisante.

Les densités de plantation sont variables selon la pluviométrie de la zone (Tableau 3.1), la nature du sol (profondeur, richesse), le porte-greffe, les possibilités d'irrigation et de la récolte mécanique.

### 3.1.3. Préparation du terrain

La préparation du sol, avant la plantation, a pour but de mettre à la disposition des jeunes racines une terre ameublie et aérée. Dans les sols limoneux ou argileux, un labour profond (60-80 cm) est nécessaire. La fumure de fond (phospho-potassique) aura été épandue au préalable. Ce labour est déconseillé dans les sols sableux voir même néfaste s'il remonte, en surface, une terre ayant de mauvaises propriétés physiques.

Le piquetage donne aux rangs une orientation Nord-Sud pour un ensoleillement maximum. Lors du tracé, il faut respecter les tournières qui doivent être de 6 à 7 m au bout des rangées.

Les trous de plantation doivent être larges et profonds (1 m<sup>3</sup>) pour permettre un bon développement des racines capables de mieux supporter la sécheresse surtout en sol compact. En sol profond, il est possible d'ouvrir les trous de plantation à la tarière.

Les racines de l'amandier sont sensibles à la dessiccation provoquée par une longue exposition à l'air. Tous les emplacements seront préparés avant le transport des plants sur la parcelle.

### 3.1.4. Preparación del plantón y plantación

Los plantones extraídos del vivero han de ser directamente transportados a la parcela para su plantación. Durante el transporte, deberán ser protegidos de cualquier desecación cubriéndoles con una tela húmeda con algo de turba o con mantillo mojado a nivel de las raíces.

La puesta en zanjas está recomendada cuando la plantación propiamente dicha exija tiempo para su realización. En este caso, las raíces se cubrirán enteramente de tierra bien húmeda. Se irán sacando los plantones conforme se vayan plantando.

Cuando se empleen plantones a raíz desnuda, la colocación en el terreno de asiento ha de realizarse lo más rápidamente posible después del arranque y al principio de la estación (finales de noviembre-finales de diciembre) para aprovechar al máximo las lluvias. Una plantación tardía se traduce por una mortandad importante y fracasos en el agarre.

En el momento de su colocación, las raíces se desbarbarán eliminando, con tijeras de podar, las raíces rotas, heridas y refrescando las raíces sanas.

Durante la plantación, habrá que cuidar de poner el plantón en el fondo del agujero y sin enterrar la línea de injerto, orientar el punto de injerto al viento dominante. Comprimir el suelo a pie de planta para evitar la entrada de aire.

Los jóvenes plantones así plantados se descabezarán a una altura de entre 0,6 y 1 m por encima de una yema bien formada. En caso de que existan chupones, los 3 o 4 primeros se suprimirán a 1 o 2 yemas.

En ausencia de lluvia, es necesario regar abundantemente inmediatamente después de la plantación para que agarren bien los plantones.

La distribución de las variedades en la parcela resulta extremadamente importante para la polinización. Es posible plantar una parcela monovarietal con variedades autocompati-

### 3.1.4 Préparation du plant et plantation

Les plants arrachés de la pépinière doivent être acheminés directement sur la parcelle pour plantation. Durant le transport, ils doivent être mis à l'abri de toute dessiccation en les couvrant en toile humide avec un peu de tourbe ou terreau mouillé au niveau des racines. La mise en jauge est recommandée lorsque la plantation proprement dite prend du temps pour sa réalisation. Dans ce cas, les racines sont entièrement couvertes de la terre bien humidifiée. Le retrait des plants de la jauge se fait au fur et à mesure de la plantation.

Au moment de leur mise en place, les racines sont habillées en éliminant, au sécateur, les racines cassées, blessées et en rafraîchissant une racine saine.

Pendant la plantation, il faut veuillez à mettre le plant au fond du trou et sans enterrer la ligne de greffe, d'orienter le point de greffe au vent dominant. Le sol doit être entassé au pied pour éviter l'entrée de l'air.

Les jeunes scions ainsi plantés sont rabattus à 0,6-1 m de hauteur au dessus d'un ?il bien formé. En cas d'existence d'anticipés, les 3 à 4 premiers sont coupés à 1 ou 2 yeux. En fonction de la zone de plantation, des irrigations permettent une bonne reprise des plants en zones sèche.



bles, pero es conveniente asociar más de una variedad para una mejor polinización.

En las variedades autoincompatibles, la asociación varietal se convierte en indispensable.

Para garantizar una buena polinización de las flores, es obligatorio asociar al menos dos variedades intercompatibles, con épocas de floración que se solapen. El marco de plantación se hará con una plantación de dos hileras de la variedad de fondo con una hilera de la variedad polinizadora. Una disposición de una hilera por cada tres es igualmente posible a condición de hacer intervenir abejas (vectores de polinización) en cantidad suficiente. Si bien, lo más aconsejable es poner el 50% de la variedad principal y el otro 50% de una o varias variedades polinizadoras.

### 3.2. Formación y Poda

Si se deja vegetar libremente, cada árbol adopta una forma y tamaño que la podríamos denominar natural, que vendrá prefijada por los hábitos vegetativos de la especie y de la variedad, así como por las características del medio en el que se desarrolle. La estructura natural de los árboles presenta unos niveles productivos muy bajos y graves inconvenientes para el cultivo en general, por lo que es necesario reconducir los hábitos vegetativos naturales para conseguir una estructura del árbol adecuada a las exigencias del cultivo.

Mediante la poda el agricultor debe adaptar los hábitos naturales de crecimiento del árbol para conseguir la máxima producción y facilidad de manejo de la plantación, todo ello con el menor esfuerzo y coste posible. La poda es una de las técnicas de cultivo más importantes, ya que puede incidir sobre multitud de factores: productivos (reducción del periodo improductivo, aumento del potencial productivo, prolongación del periodo productivo), calidad del fruto, estado fitosanitario, facilidad de ejecución de otras labores de cultivo, etc. Estos factores u objetivos se verán priorizados, en función de los casos particulares, según las condiciones que se den referentes a: tipo de plantación y de cultivo,

### 3.2. Formation et Taille

Un arbre laissé intact va se développer selon la tendance naturelle laquelle est déterminée par les caractéristiques végétales de l'espèce et de la variété et par celles du milieu où il se développe. Le développement naturel des arbres se traduit par des niveaux de production très faibles. Il est donc nécessaire de conduire les arbres selon un système réduisant la période juvénile et offrant une production régulière tout en gardant une dynamique végétative permettant un renouvellement régulier.

Par le biais de la taille, l'agriculteur doit adapter les caractéristiques végétales naturelles de l'arbre pour obtenir le maximum de production et de facilité de conduite. La taille est donc une des techniques culturales les plus importantes, qui peut avoir une incidence sur de multiples facteurs notamment la productivité (diminution de la période d'improductivité, potentiel de production, allongement de la période productive), la qualité du fruit, l'état phytosanitaire et la facilité de réalisation des autres travaux culturaux.



**Figure 3.1. Types de rameaux rencontrés chez l'amandier**

características del material vegetal y del medio físico, destino de la cosecha, preparación técnica, etc., debiéndose de acomodar el sistema de formación y el tipo de poda a las circunstancias específicas de cada caso.

### 3.2.1. Conocimientos básicos

Desde un punto de vista estrictamente técnico, toda operación que suponga el corte, con cualquier instrumento ya sea manual o mecánico, de cualquier parte del árbol, es una operación de poda.

La poda es considerada como un arte y, como tal, su buena ejecución estará muy condicionada por la predisposición innata de cada persona y por la experiencia acumulada. Sin embargo, un conocimiento básico de aspectos tales como: la morfología y los hábitos de vegetación del árbol, la respuesta a los cortes de poda y el instrumental para su ejecución, ayudan a la comprensión de los criterios de poda y a su ejecución de forma racional.

### 3.2.1. Connaissances de base

La taille est considérée comme un art et sa bonne exécution est conditionnée par la prédisposition innée de chaque personne et de son expérience. Sans connaissances de base relatives à plusieurs aspects tels que: la morphologie et les caractéristiques de végétation de l'arbre, les coupes de taille et les instruments pour leur exécution, la compréhension des critères de taille, son exécution serait aléatoire.

### Morfología

El crecimiento de las yemas vegetativas da lugar a los brotes que, después de concluir su evolución, desarrollo anual y sufrir el agostamiento, pasan a denominarse ramos. Es decir, el brote es un tallo nuevo del crecimiento del año antes del agostamiento, que tiene yemas y hojas, mientras que el ramo es un brote agostado, una vez que ha perdido las hojas en el caso de árboles de hoja caduca.

En función del tipo de yema que tengan, se diferencia entre ramos vegetativos y fructíferos. En los ramos vegetativos todas sus yemas son de madera, mientras que en los fructíferos una, varias o todas sus yemas son de flor.

En la Figura 3.1 se recogen los diferentes tipos de ramos que pueden estar presentes en el almendro. Sus características específicas son las siguientes:

**Chupón.** Se trata de un ramo de fuerte desarrollo vegetativo, que alcanza un gran tamaño en diámetro y longitud. Se produce cuando el ramo se encuentra en una posición y condiciones muy favorables para su desarrollo.

Normalmente suelen surgir en el tronco y la base de las ramas principales en los primeros años de vida del árbol, siendo también habituales en la cara interior de las ramas inclinadas, así como por debajo de los cortes de rebaje fuertes realizados en el invierno. Este tipo de ramo no tiene ninguna funcionalidad, ni estructural ni productiva, por lo que debe ser eliminado en poda en verde, a no ser que se quiera utilizar como rama de sustitución.

**Ramo.** Tienen una longitud superior a los 25 cm y, normalmente, no sobrepasan el metro, permaneciendo todas sus yemas vegetativas.

**Ramo mixto.** Se diferencia del ramo en que gran parte de sus yemas axilares o laterales han evolucionado a botones florales. Este tipo de ramo fructífero se da en la mayoría de las variedades de almendro, incluso en los primeros años de vida.

**Ramo anticipado.** Se denomina ramo anticipado a aquel que se ha desarrollado en el mismo año que el ramo en el que se inserta, es

### Morphologie

Chez l'amandier, plusieurs types de rameaux existent (Figure 3.1).

**Gourmand.** C'est un rameau végétatif d'un fort développement grâce à sa position favorable pour une bonne alimentation. Il apparaît normalement sur le tronc et à la base des rameaux principaux les premières années de la vie de l'arbre, ainsi qu'à l'intérieur de la frondaison et à la base des coupes de rabattage. Ces types de rameaux n'ont aucune fonctionnalité, ni structurale ni productive. Leur élimination pendant la taille en vert est nécessaire, à moins qu'on veuille à les utiliser comme rameau de substitution. Rameau à bois. De 25 cm à un 1 m de longueur, il ne supporte que des yeux à bois.

**Rameau mixte.** Se différencie du rameau à bois par l'évolution d'une grande part des yeux axillaires ou latéraux en boutons floraux. Ce type de rameau fructifère se retrouve chez la majorité des variétés d'amandier, même les premières années de plantation.

**Rameau anticipé.** Se développe la même année que le rameau qui le porte. Ces rameaux sont fréquents quand les conditions favorables pour le développement végétatif sont réunies notamment au stade juvénile et suite à des interventions sévères de taille, etc.

**Chiffonne.** C'est un rameau de faible vigueur (inférieur à 30 cm) dont la plupart des yeux latéraux évoluent en boutons floraux.

**Dard.** C'est un rameau de faible longueur et d'entre nœuds très courts avec de nombreuses rugosités à la base. Tous les yeux sont à bois et le dernier est plus ponctué et développé. Il est rarement observé sur amandier

**Bouquet de mai.** C'est un rameau à croissance très lente et de faible longueur avec des nœuds très courts. Dans le bouquet de mai tous les yeux latéraux évoluent en boutons floraux, alors que l'œil terminal est toujours végétatif, assurant la croissance de chaque année.

En fonction de leur degré d'insertion sur le tronc, les rameaux se différencient en rameau primaire (inséré directement sur le tronc), secondaire (inséré sur rameau primai-

decir, proviene de una yema vegetativa que evoluciona el mismo año de su formación. Estos ramos son frecuentes en momentos y condiciones favorables para un alto desarrollo vegetativo, como en los primeros años de vida del árbol, después de fuertes intervenciones de poda, etc.

**Chifona.** Es un ramo débil y delgado, con una longitud inferior a unos 30 cm. La chifona es un ramo mixto, en el que la mayoría de las yemas laterales evolucionan a botones florales.

**Dardo.** Es un ramo de escasa longitud y entrenudos muy cortos, con numerosas rugosidades en la base. Todas las yemas son de madera, siendo la última más puntiaguda y desarrollada. Es frecuente en frutales de pepita y raramente se observa en almendro.

**Ramillete de mayo.** Al igual que el dardo, es un ramo con un crecimiento muy lento, siendo de escasa longitud y entrenudos muy cortos. En el ramillete de mayo todas las yemas laterales evolucionan a botones de flor, mientras que la yema terminal permanece siempre vegetativa, asegurando el crecimiento de cada año.

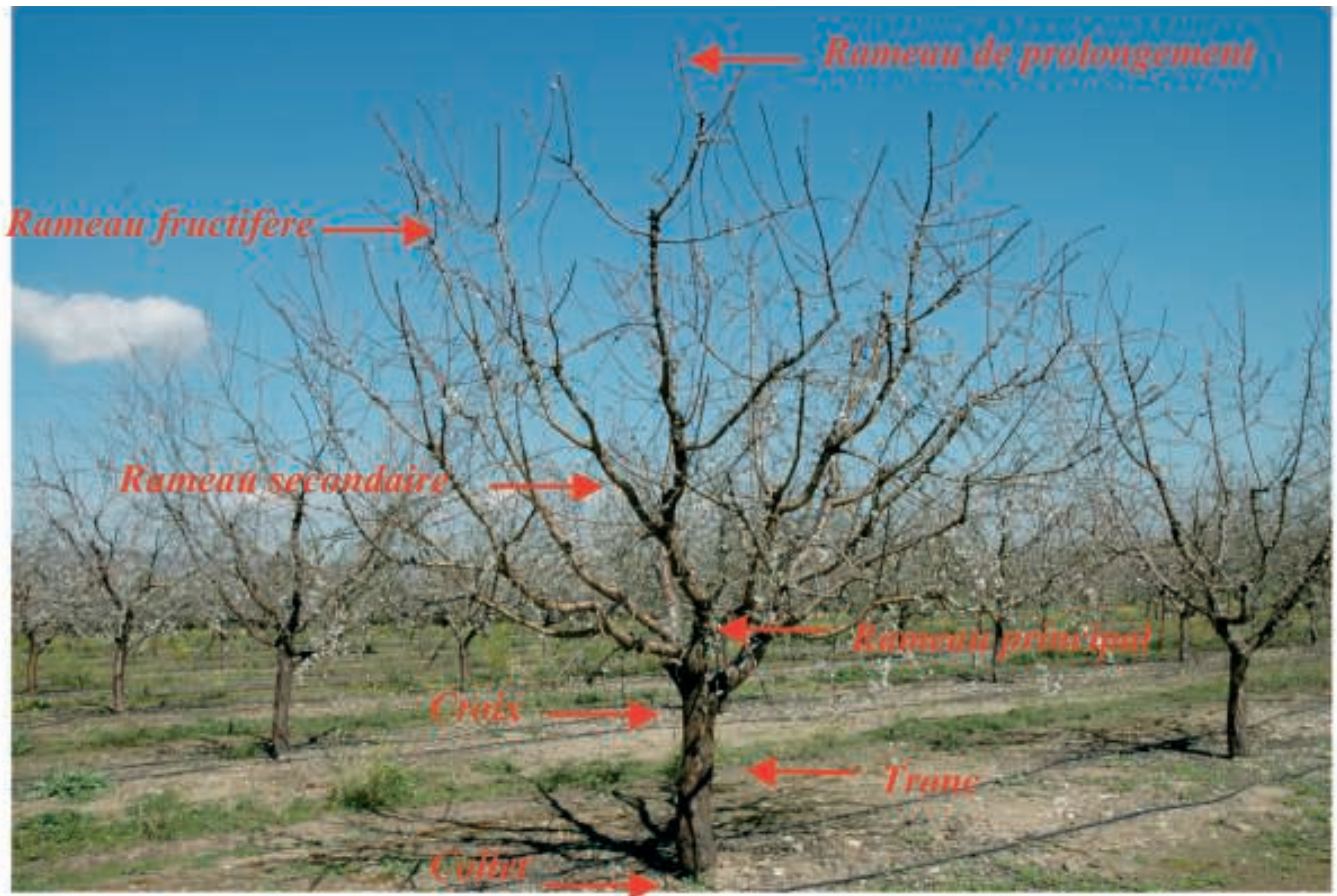
El tronco o fuste es el tallo principal del árbol. A la zona de unión del tronco con la raíz se le denomina cuello y, en sistemas de formación en vaso, a la zona apical del tronco, donde se insertan las ramas principales, se le da el nombre de cruz.

Toda división lateral de un tallo o eje de crecimiento, desarrollada a partir de una yema vegetativa, es una rama. En función de la graduación de su inserción, se diferencian los siguientes tipos de ramas: primaria o principal (inserta directamente en el tronco), secundaria (inserta en una rama primaria), terciaria (inserta sobre una secundaria), y así hasta llegar a los ramos y brotes.

A las ramas que forman parte permanente de la estructura o armazón del árbol se las denomina estructurales. En el almendro suelen considerarse como tales ramas estructurales las primarias, secundarias y terciarias, al resto de

re), tertiaire (inséré sur rameau secondaire) et ainsi jusqu'à atteindre les rameaux et les bourgeons.

Les rameaux qui forment la partie permanente de la structure de l'arbre sont nommés structuraux. Chez l'amandier, les rameaux structuraux sont de nature primaires, secondaires et tertiaires alors que le reste des rameaux est considéré fructifère. Le squelette de l'arbre est constitué du tronc et des rameaux structuraux.



**Figure 3.2. Structure de la partie aérienne de l'amandier, formé en gobelet.**

ramas de orden superior se les denomina no estructurales o fructíferas. El esqueleto del árbol lo constituyen el tronco y las ramas estructurales (Figura 3.2).

#### **Hábitos vegetativos**

Como se ha comentado anteriormente, se dan grandes diferencias entre las variedades de almendro respecto a los hábitos de vegetación. Los portes pueden ser desde muy abiertos a muy cerrados (Figura 2.3), y el grado de ramificación desde muy alto a muy bajo (Figura 2.4).

Lógicamente, las intervenciones de poda se han de ajustar a las tendencias vegetativas que presente el árbol y, dada las grandes diferencias existentes entre variedades, los criterios de poda pueden ser muy distintos. Por ello, es esencial un conocimiento previo de los hábitos vegetativos de las variedades que se vayan a intervenir.

#### **Caractéristiques végétatives**

Il existe une grande différence entre les variétés d'amandier eu égard aux habitudes de végétation. Les ports des arbres vont du très ouvert à très érigé (Figure 2.3), et le degré de ramification, de très élevé à très faible (Figure 2.4). Les interventions de taille ont pour but d'ajuster les tendances végétatives de l'arbre. Selon les différences qui existent entre les variétés, les critères de taille peuvent être très distincts. Pour cela, il est nécessaire de connaître au préalable les caractéristiques végétatives des variétés pour intervenir.

### Tipos de corte

Existen dos clases de corte de poda que pueden realizarse en cualquier tipo de rama: de aclareo y de rebaje.

**Corte de aclareo.** Se realiza sobre el extremo inferior de la rama intervenida, en el punto de inserción con su anterior jerárquica, eliminándose la totalidad de la rama. Mediante este tipo de intervención se seleccionan las ramas estructurales y se controla la densidad de ramas productivas. El aclareo de ramas permite que las ramas que permanecen estén mejor iluminadas y distribuidas, con menos competencia por agua y nutrientes, favoreciéndose su vigor y poder de fructificación. Sin embargo, un excesivo aclareo de ramas puede provocar un desmedido alargamiento de las ramas estructurales que permanecen en el árbol, así como una fuerte disminución de la relación hoja/raíz que ralentice el crecimiento vegetativo del árbol.

**Corte de rebaje.** Se efectúa en la zona interior de la rama intervenida, eliminándose entre 1/3 a 2/3 de su parte superior. Los cortes de rebaje dan más consistencia a la rama intervenida, al haberse eliminado su zona más débil, al mismo tiempo estimulan la brotación de las yemas situadas por debajo del corte. Sin embargo, si se realizan un elevado número de cortes de rebaje, además de una pérdida desmedida de vegetación, se puede provocar una excesiva emisión de brotes que dificulten una buena aireación e insolación de la copa del árbol, haciéndose necesarios cortes de aclareo posteriores.

### Instrumental

Para la ejecución de la poda existe una amplia gama de útiles, ver Figura 3.3, más o menos específicos para los diferentes tipos de corte a efectuar, en función del grosor de la rama y de la altura del corte.

Para los cortes de poca sección (brotes, ramos y ramas pequeñas o medias) se utilizan las clásicas tijeras de poda. Las hay de una o de dos manos, existiendo una amplia variedad en fun-

### Types de coupage

Il existe deux types de coupage qu'on peut réaliser sur un rameau: la taille d'éclaircie et le rabattage.

**Taille d'éclaircie.** Le rameau est coupé à ras et au moyen de cette intervention, on sélectionne les rameaux structuraux contrôlant ainsi la densité des rameaux productifs.

L'éclaircissage des rameaux permet à ceux qui restent d'être mieux répartis avec un bon éclaircissement. Ainsi, en disposant de plus d'eau et de nutriments, leur vigueur et leur pouvoir de fructification seront favorisés. Un éclaircissage excessif des rameaux peut provoquer un prolongement des rameaux structuraux qui restent sur l'arbre, et une forte diminution de la relation feuille/racine ce qui ralentit la croissance végétative de l'arbre.

**Coupe de rabattage.** Consiste à réduire la longueur du rameau en éliminant entre le 1/3 à 2/3 de la partie supérieure du rameau. Les coupes de rabattage donnent plus de consistance au rameau intermédiaire, en éliminant les parties les plus faibles. La réalisation d'un grand nombre de coupe de rabattage rend difficile l'aération et l'ensoleillement de l'arbre et nécessite donc des coupes d'éclaircissements postérieurs.

### Instruments de taille

Pour l'exécution de la taille, il existe une large gamme d'outils (Figure 3.3) plus ou moins spécifiques pour les différents types de coupe à effectuer, en fonction de la grosseur et de la hauteur de la coupe.

Pour les coupes effectuées sur les rameaux petits et moyens, on utilise les sécateurs classiques de taille. Ceux d'une ou deux mains, il existe une large variété en fonction du calibre et



**Figura 3.3. Outils de taille utilisés en amandier.**

ción del tamaño y geometría de la cuchilla y, para las de dos manos, también según la longitud de la tijera. Para los cortes pequeños a gran altura pueden utilizarse pértigas manuales. También existen en el mercado tijeras eléctricas de una mano alimentadas por una batería, que disponen como complemento de alargaderas para los cortes altos.

Para los cortes de ramas de mayor grosor se emplean serruchos manuales de poda o motosierras. Para cortes altos existen motosierras largas y telescópicas, que pueden superar los 3 m.

La poda en el almendro es una de las labores que mayor mano de obra requiere. Para disminuir el tiempo de ejecución y abaratar costes, sobre todo en grandes explotaciones, son de gran interés los equipos neumáticos de poda. Existe una amplia gama de estos equipos de diferentes tamaños, prestaciones y sistemas de propulsión, así como una gran variedad de complementos de corte (tijeras y motosierras de diferente tamaño y altura de trabajo), permitiendo adaptarse a diferentes tipos de explotación y de poda.

de la géométrie de la lame, pour celles à deux mains, aussi selon la longueur de la lame. Pour les petites coupes à grande hauteur, on peut utiliser des perches manuelles. Il existe sur le marché des lames électriques d'une main alimentées par une batterie, qui dispose en complément des rallonges pour les coupes hautes.

Pour les coupes de rameaux plus gros, on peut utiliser des scies égoïnes manuelles ou des scies mécaniques. Pour les coupes en hauteur, il existe des scies mécaniques plus grandes télescopiques qui peuvent dépasser 3 m.

La taille de l'amandier est une opération qui requiert beaucoup de main d'oeuvre. Pour diminuer le temps d'exécution et abaisser les coûts, surtout dans les grandes exploitations, les équipements pneumatiques de taille peuvent être d'un grand intérêt. Il existe une large gamme de ces équipements de différents calibres, de prestation et de système de propulsion, ainsi qu'une large variété d'outils de coupe (couteaux et scies mécaniques de différents calibres et hauteurs de travail), permettant de s'adapter aux différents types d'exploitation et de taille.



**Figure 3.4. Tailleuse mécanique**



La poda mecánica se realiza mediante podadoras mecánicas de discos dentados, múltiples y giratorios (Figura 3.4). La máquina suele ir montada sobre un tractor y accionada por la toma de fuerza. La plataforma donde van montados los discos es articulada, pudiéndose dar cortes horizontales y verticales con distinto grado de inclinación.

### 3.2.2. Sistemas de formación

Desde un punto de vista agronómico, las pautas naturales de crecimiento de los árboles presentan graves inconvenientes. Entre ellos podemos destacar los siguientes: la alta densidad y el entrecruzamiento de ramas, que impide la entrada de luz al interior de la copa y que da lugar a una relación hoja/madera muy baja; las dimensiones de la copa no se adecuan a las densidades de plantación; el número, distribución y grado de ramificación de las ramas no son las más adecuadas para facilitar las distintas técnicas de cultivo, ni para alcanzar las máximas producciones.

En fruticultura, para adaptar la forma natural de los árboles a las exigencias agronómicas y de rentabilidad de un cultivo, se realizan unas intervenciones de poda en los primeros años de vida (poda de formación), con la finalidad de obtener y mantener una forma y estructura del árbol (sistema de formación) adecuado a las condiciones y objetivos de la plantación.

En la fruticultura moderna se tiende a eliminar los sistemas de formación muy artificiales, con una clara tendencia al uso de formas próximas a las naturales, buscándose formas prácticamente libres, en las que el esqueleto del árbol queda cada vez más simplificado, ya que sistemas muy forzados son costosos y difíciles de conseguir.

El conocimiento de la forma natural a la que tiende el árbol, sus hábitos vegetativos, y el de las características del cultivo, son muy importantes para decidir el sistema de formación a aplicar. El almendro es una especie con una tendencia natural a adoptar formas globo-

La taille est réalisée au moyen de tailleuses mécaniques de disques dentés, multiples et rotatifs (Figure 3.4). La machine peut être montée sur un tracteur et actionnée par la prise de force. La plate forme où sont montés les disques est articulée, permettant de faire des coupes horizontales ou verticales avec différents degrés d'inclinaison.

### 3.2.2. Systèmes de formation

D'un point de vue agronomique, les lignes naturelles de croissance des arbres présentent de graves inconvénients. On peut en citer les suivantes: la haute densité où l'entrecroisement des rameaux empêchent la rentrée de la lumière à l'intérieur de l'arbre ce qui entraîne un déséquilibre dans le rapport feuille/bois; les dimensions des coupes ne sont pas adéquates à la densité de plantation; le nombre, la distribution et le degré de ramification des rameaux ne sont pas les mieux adaptés pour faciliter les techniques de culture, ni pour stimuler le maximum de production.

En arboriculture, pour adapter la forme naturelle des arbres aux exigences agronomiques et de rentabilité de la culture, on réalise certaines interventions de taille les premières années (taille de formation), à fin d'obtenir et maintenir une forme et une structure de l'arbre (système de formation) adéquat aux conditions et objectifs de la plantation.

Il faut éliminer les systèmes de formation artificielles, qui sont à coûts élevés et difficile à atteindre et faire recours à des formes proches du naturel, pratiquement libres avec un squelette de l'arbre très simplifié.

La connaissance de la forme naturelle de l'arbre, ses habitudes végétatives, et ses exigences de culture, sont très importantes pour décider le système de conduite à appliquer. L'amandier est une espèce à tendance naturelle globuleuse avec une grande facilité à émettre des anticipés et une croissance rapide. Ainsi, la forme la plus adaptée à l'espèce amandier est le gobelet où les écartements ne doivent pas être

sas, presentando una gran facilidad para emitir anticipados y un crecimiento rápido, así mismo, los marcos de plantación utilizados no suelen ser inferiores a los 5 metros. Todo ello hace que se adapte muy bien a la formación en vaso.

La estructura básica del sistema en vaso (Figura 3.5) está formada por un conjunto equilibrado constituido por 2-5 ramas primarias, también llamadas principales o brazos, en las que se insertan, de forma sistemática, las ramas secundarias o pisos. Las ramas fructíferas se insertan, principalmente, en las ramas secundarias y terciarias.

La altura de la cruz suele situarse entre 50-150 cm del suelo. Si la recolección va a ser mecanizada, mediante vibrador de pinza con mecanismo de recepción de frutos por paraguas invertido, se habrá de dejar una altura mínima de 80 cm.

Se ha de procurar que las ramas principales no se inserten justo a la misma altura del tronco, con ello se favorece una cierta jerarquía entre ellas y se disminuyen los riesgos de rotura. Para conseguir un buen porte del árbol, el ángulo de inserción de las ramas primarias con el tronco ha de ser de unos 45°, ángulos mucho más mayores o menores darán lugar a portes excesivamente abiertos o cerrados, respectivamente. La separación entre las ramas principales debe ser lo más uniforme posible, para que el volumen de copa se reparta equitativamente entre los brazos. En el caso de tres ramas la ideal sería de 120° aunque, en la práctica, es muy habitual contar con dos ramas a 180°. Para que el crecimiento del árbol sea uniforme en todo su volumen, se tratará que todas las ramas principales seleccionadas tengan una altura y vigor similares, debiendo mantener esta igualdad durante toda la vida del árbol.

Existen distintos tipos de vaso: de pisos o francés, helicoidal o italiano, libre o a todo viento y el arbustivo o irregular.

Los vasos de pisos y helicoidal son los más utilizados en el almendro. Tienen una estructura formada por tres ramas principales,

inferiores a 5 metros.

La estructura de base del sistema de conduite en gobelet (Figure 3.5) est formée par 2 à 5 rameaux primaires, aussi appelés charpentières, où va s'insérer les rameaux secondaires ou étages. Les rameaux fructifères s'insèrent principalement sur les rameaux secondaires et tertiaires.

Le départ des charpentières sur le tronc doit être située entre 50 et 150 cm du sol. Si on prévoit une récolte mécanisée, au moyen de vibrateur à pince avec mécanisme de réception des fruits par parapluie inversé, il est conseillé de laisser une hauteur minimum de 80 cm.

Les charpentières ne doivent pas être insérées à la même hauteur du tronc, pour favoriser une hiérarchie entre elles et diminuer les risques de cassure. L'angle d'insertion des charpentières dans le tronc doit être de l'ordre de 45° pour des ports équilibrés. Dans le cas des ports excessivement ouverts ou fermés, on doit prévoir des angles d'insertion adaptés. La répartition des charpentières sur le tronc doit être la plus uniforme possible, dans le cas de trois charpentes, la séparation entre elles sera de 120°. En pratique, il est habituel de trouver des répartitions de 180°. Pour que la croissance de l'arbre soit uniforme dans tout son volume, toutes les charpentières sélectionnées doivent avoir une vigueur similaire et maintenues à égalité durant toute la durée de vie de l'arbre.

Il existe différents types de gobelets, à étage (gobelet français), hélicoïdal (italien), libre ou en plein vent et arbrisseau ou naturel (Figure 3.5).

Les gobelets à étages ou hélicoïdaux sont les plus utilisés en amandier. Ils ont une structure formée par trois charpentières principales qui vont supporter les rameaux secondaires ou étages jusqu'à un nombre de 4 à 6. Le premier rameau secondaire doit être au minimum à quelques 50 cm du tronc, et les plus rapprochées à la croix nécessitent une grande vigueur inhibant un développement trop important des étages supérieurs. Dans une même charpentières, la distance entre étage doit être de l'ordre de 50-70cm.

sobre las que se van disponiendo las ramas secundarias o pisos, hasta un número de 4-6. La primera rama secundaria debe dejarse como mínimo a unos 50 cm del tronco, ya que las ramas muy próximas a la cruz adquieren un gran vigor, inhibiendo el correcto desarrollo de los pisos superiores. Dentro de una misma rama primaria, la distancia entre pisos ha de ser de 50-70 cm. El ángulo de inserción de las ramas secundarias con las primarias debe ser de unos  $45^\circ$  y el ángulo de sus proyecciones horizontales de  $30^\circ$ , ver Figura 3.5.

L'angle d'insertion des rameaux secondaires avec les primaires doit être de  $45^\circ$  et l'angle de sa projection horizontale de  $30^\circ$ .

Pour un même niveau ou étage, on ne laisse qu'un rameau secondaire ou bras orienté dans le même sens, de telle sorte que l'espace entre les charpentières à une hauteur déterminée sera occupé par un seul rameau secondaire.

Sur la longueur de chaque bras va s'alterner la sortie de rameaux secondaires de sorte que deux rameaux contigus ne se concurrencent pas pour le même espace (voir Figure 3.5).

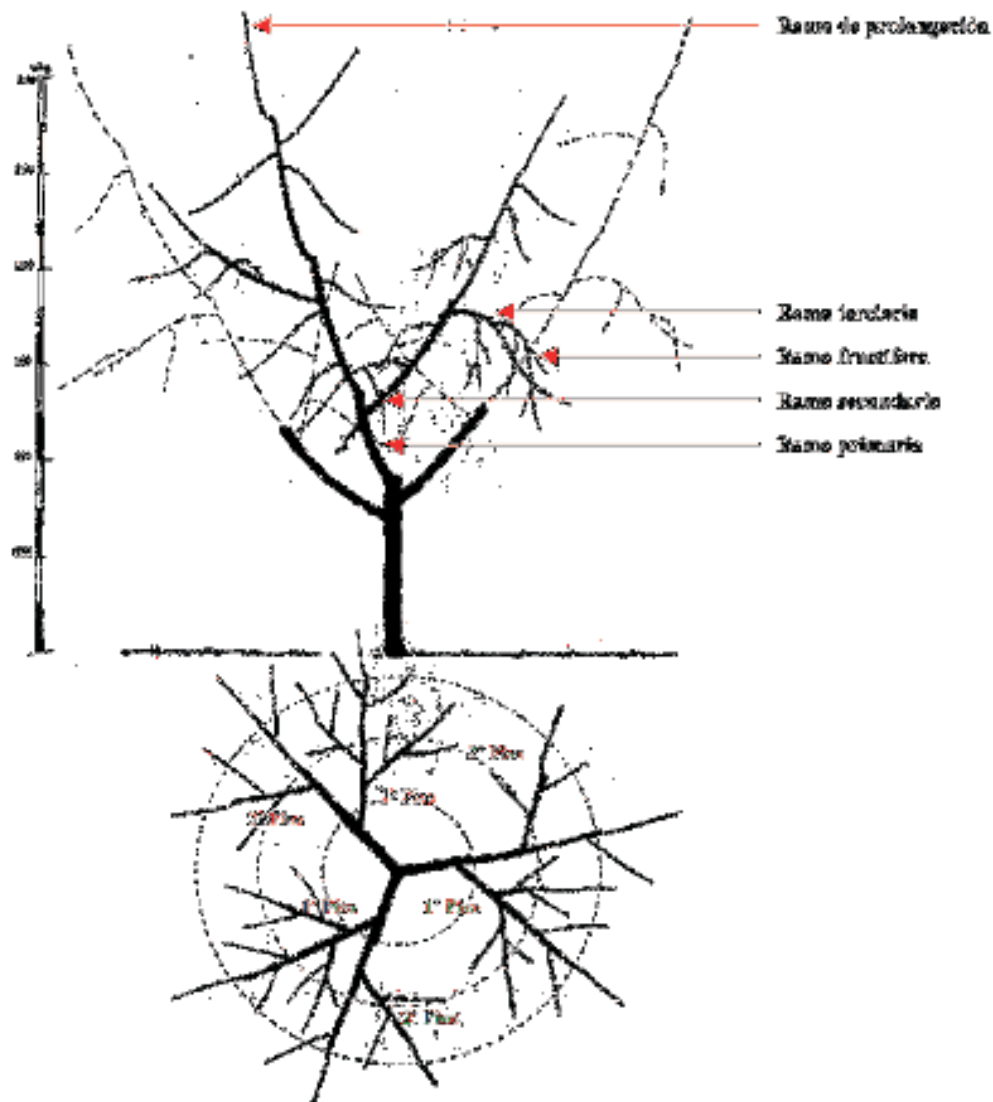


Figura 3.5. Estructura básica de un manzano formado en gobet. Reproducido de Cambax y Cambax (1991).

Para un mismo nivel o piso, sólo se dejará una rama secundaria por brazo, orientada en el mismo sentido, de tal forma que el espacio entre dos ramas principales, a una determinada altura, sea ocupado por una sola rama secundaria. A lo largo de cada brazo se irá alternando la dirección de salida de las ramas secundarias, de forma que dos ramas contiguas no compitan por el mismo espacio de la copa (Figura 3.5). Mediante esta distribución, sistemáticamente escalonada, se consigue una estructura equilibrada donde las ramas secundarias o pisos situados más abajo alcanzan cierta preponderancia o jerarquía sobre sus inmediatos superiores.

La única diferencia entre el vaso de pisos o francés y el vaso helicoidal o italiano es el sentido en que son dirigidas las ramas primarias y secundarias. En el vaso de pisos las ramas se dirigen hacia fuera y hacia arriba, mientras que en el helicoidal las ramas son dirigidas hacia fuera pero rectas.

En el vaso libre, también conocido por “a todo viento”, californiano o bifurcado, la estructura está formada por 2-5 ramas principales, siendo muy utilizado cuando el árbol se deja a dos ramas principales. A unos 40 cm de la inserción con la cruz, cada una de las ramas primarias son bifurcadas (mediante intervención de poda) en dos secundarias con un ángulo de separación entre ellas de 40-60° y manteniendo una de ellas la dirección de la primaria. Las ramas secundarias vuelven a bifurcarse con los mismos criterios, obteniéndose de esta forma copas con ocho o más ramas terciarias finales.

El vaso arbustivo o irregular, es una forma totalmente libre, no sometida a ninguna norma fija. Su estructura puede estar formada por 2-7 ramas principales, elegidas con el único criterio de que no se estorben y de que ocupen todo el espacio. Sobre las primarias se van dejando las secundarias que surjan, siempre y cuando no se superpongan o crucen con otras ramas y no se dirijan hacia el interior de la copa.

Una vez escogido el sistema de formación que se pretende adoptar, hay que estructu-

Moyennant cette distribution, systématiquement échelonnée, se forme une structure équilibrée où les rameaux secondaires situés plus bas seront prépondérants par rapport à ceux immédiatement supérieurs.

L'unique différence entre le gobelet à étage et le gobelet hélicoïdal réside dans la direction des rameaux primaires et secondaires. Dans le gobelet à étages les rameaux sont orientés vers l'extérieur et en haut, alors que dans l'hélicoïdal les rameaux sont dirigés également vers l'extérieur mais droits, (voir Figure 3.5).

En gobelet libre, californien ou bifurqué, la structure est formée par 2 à 5 charpentières avec une dominance du système à deux rameaux principaux. A quelques 40 cm de l'insertion dans le tronc, chacun des rameaux primaires est bifurqués (au moyen de l'intervention de la taille) en deux secondaires avec un angle de séparation entre elles de 40-60° en maintenant l'une d'elle en direction du rameau primaire. Les rameaux secondaires seront aussi bifurqués de la même manière ce qui permet d'obtenir une forme avec 8 rameaux tertiaires ou plus.

Le gobelet arbustif ou irrégulier, est une forme totalement libre, non soumise à une quelconque forme. Sa structure peut être formée de 2 à 7 rameaux principaux, avec l'unique critère qu'ils ne doivent pas se gêner entre eux. Sur les primaires, on garde tous les secondaires qui apparaissent sauf en cas de superposition avec d'autres rameaux et de tendance vers l'intérieur.

Une fois le système de formation choisi, il y a lieu de structurer le squelette de l'arbre de manière à s'approcher au maximum de ce système de conduite. Cette structure s'obtient principalement par l'opération de la taille mais on peut aider aussi avec d'autres techniques comme le tuteurage, l'attachement des rameaux etc.

rar el esqueleto de árbol para conseguir una forma lo más parecida posible al sistema de formación elegido. Esta estructuración se consigue, principalmente, mediante intervenciones de poda, aunque también puede ayudarse con otras técnicas como el entutorado, guiado de las ramas mediante atado, colocación de cañas, etc.

### 3.2.3. Tipos de poda

A lo largo de su vida, el árbol pasa por tres periodos claramente diferenciados: juvenil, madurez y senectud. En el periodo juvenil el crecimiento vegetativo es muy intenso, mientras que la producción es escasa. Este periodo abarca desde la plantación del árbol hasta que alcanza un buen desarrollo y se obtienen las primeras cosechas, momento en el que empieza el periodo de madurez. En este periodo el desarrollo productivo prima sobre el vegetativo, si bien se sigue manteniendo cierta tasa de crecimiento. Cuando el árbol alcanza la senectud se produce una progresiva parada del desarrollo vegetativo y disminución de la producción.

Lógicamente, la poda debe ser específica para cada uno de estos periodos, diferenciándose entre poda de formación, de producción y de rejuvenecimiento, respectivamente.

#### Poda de formación

Durante el periodo improductivo, que en el almendro puede durar de 4-6 años, se realizará la poda de formación. Los objetivos de este tipo de poda serán los de favorecer el desarrollo vegetativo y la correcta formación de la estructura del árbol, creando un esqueleto con suficiente solidez mecánica para soportar las cosechas y con formas que permitan la penetración de la luz. También se procurará reducir, en lo posible, el periodo improductivo.

Para ello, se seleccionarán las ramas estructurales, favoreciendo su ramificación y vigor mediante cortes de rebaje, y se eliminarán las ramas vigorosas no estructurales, al tiempo que se van dejando las ramas productivas.

Durante el periodo de formación sue-

### 3.2.3 Types de taille

A cours de sa vie, l'arbre passe par trois périodes distinctes: une phase juvénile, une période de pleine production et la période vieillissement. Pendant la période de jeunesse la croissance végétative est très intense alors que la production est faible. Cette période s'étale entre la plantation de l'arbre et sa première mise à fruit. La production augmente progressivement pour atteindre la pleine production où la fructification domine sur le développement végétatif tout en maintenant un taux de croissance adéquat. Quand l'arbre commence à vieillir il se produit un arrêt du développement et une diminution de la production. La taille logiquement doit être spécifique pour chacune de ces périodes, marquant une différence respectivement entre la taille de formation, de production et de rajeunissement.

#### Taille de formation

Durant la période juvénile qui peut s'étaler, chez l'amandier, jusqu'à la sixième année, on réalise une taille de formation. Les objectifs de celle-ci consistent à favoriser le développement végétatif et à constituer une structure correcte de l'arbre. Celui-ci doit être suffisamment solide pour supporter la récolte mécanique et permettre la pénétration de la lumière ainsi que de réduire le maximum la période improductive. La formation de charpentières, moyennant des rabattages et élimination des rameaux vigoureux mal placés, permet de favoriser le départ des rameaux fructifères.

Durant la taille de formation, seules l'intervention d'hiver et celle en vert peuvent être exécutées. La taille en vert est réalisée entre la fin d'a-

len hacerse dos intervenciones de poda al año, en verde y de invierno. La poda en verde se hace estando el árbol en actividad vegetativa, entre finales de Abril y primeros de Junio, una vez que los brotes han alcanzado un crecimiento superior a los 20-30 cm. La poda de invierno se realiza cuando el árbol ha tirado las hojas, estando en parada vegetativa invernal, durante los meses de

Diciembre-Febrero. En zonas frías esta poda de invierno es aconsejable retrasarla lo máximo posible para reducir los daños por heladas.

• **Intervenciones en el primer año.** Se realizará una poda en verde, eliminando todas las brotaciones que salgan por debajo de la cruz del tronco. En los últimos 10-20 cm del tronco se dejarán, inicialmente, todos los brotes que surjan. En función de su número, vigor y disposición, se puede hacer un aclareo o despunte de los brotes considerados de “muerte” (que no servirán para ramas primarias) con el objeto de propiciar el desarrollo de los brotes de “vida” (que constituirán las ramas estructurales y permanecerán siempre). En verde no es aconsejable “tocar” (hacer cortes de rebaje) las ramas estructurales, ya que ello disminuye la tasa de crecimiento y, además, los brotes anticipados que surgen por debajo del corte no suelen servir para ramas estructurales por su escaso vigor y mal ángulo de inserción.

Si no se ha realizado en la poda en verde, en la intervención de invierno se seleccionarán las 2-3 ramas principales que conformarán el esqueleto del árbol, teniendo en cuenta los criterios de punto de inserción y distribución indicados en el apartado de sistemas de formación, ver Figura 3.5. Sobre las ramas principales se practicará un corte de rebaje, tanto más intenso cuanto mayor debilidad o falta de ramificación lateral presenten. El resto de ramas que salgan del tronco han de ser eliminadas.

Si hubiese ramas secundarias apropiadas, se seleccionarán para la formación del primer piso, con los criterios expuestos en el apartado de sistemas de formación (Figura 3.5). Si las ramas escogidas presentan escaso vigor o ramifi-

vil et le début de juin une fois que les rameaux ont atteint une croissance supérieure à 20-30 cm. La taille d’hiver est exécutée pendant le repos végétatif (décembre-février). En zones froides, cette taille d’hiver doit être retardée au maximum en prévision des dégâts de gelées.

• **Intervention durant la première année.**

On réalise une taille en vert, éliminant toutes les branches qui partent en dessous du point d’insertion des charpentières sur le tronc. Sur les 20-30 cm en dessous du rabattage, on laisse tous les rameaux qui apparaissent. En fonction de leur nombre, leur vigueur et leur disposition, on peut faire un éclaircissage ou étêtage des rameaux mal positionnés de manière à favoriser les futures charpentières. En vert il est conseillé de ne pas toucher aux futures charpentières sauf pour éliminer les rameaux anticipés ou ceux qui ont un angle d’insertion inadéquat ou se dirigeant vers le bas.

Sans intervention en vert, celle de l’hiver consisterait à sélectionner 2-3 rameaux qui formeront le squelette de l’arbre, en tenant compte du décalage de leur insertion et de leur répartition autour du tronc (voir Figure 3.5). Sur les futures charpentières on pratiquera un rabattage sur un niveau dépendant de la vigueur; plus celle-ci est faible plus le rabattage est bas. Les autres rameaux doivent être éliminés.

S’il y a des rameaux secondaires appropriés, ils seront sélectionnés pour la formation du premier étage selon la forme de conduite choisie (Figure 3.5); les rameaux présentant une vigueur excessive doivent être étêtés

cación han de ser despuntadas. El resto de ramas que puedan entorpecer el correcto desarrollo de las ramas estructurales deberán eliminarse.

• **Intervenciones en los años sucesivos.**

Se hará una poda en verde para eliminar los chupones del tronco y de la base de las ramas primarias y secundarias.

Mediante la poda de invierno se proseguirá con la construcción de la estructura o armazón del árbol. Durante los 3-4 primeros años es aconsejable efectuar cortes de rebaje sobre las ramas primarias, para fortalecerlas y forzar la ramificación.

Se irán seleccionando las ramas secundarias que conformarán los sucesivos pisos, para ello se tendrán presentes los criterios de disposición indicados en el apartado de sistemas de formación, ver Figura 3.5. Estas ramas estructurales se rebajarán si presentan debilidad o poca ramificación, sobre todo las correspondientes al primer piso.

Serán eliminadas todas aquellas ramas muy vigorosas y mal situadas (ramas interiores o exteriores, paralelas, entrecruzadas, etc.) que dificultarán el correcto desarrollo de la estructura del árbol. Así mismo, las ramas excesivamente bajas serán eliminadas o despuntadas para que no entorpezcan la ejecución de las labores culturales. Por último, si se diese una excesiva ramificación se realizará un aclareo de ramas, para permitir una correcta iluminación de la copa.

• **Criterios básicos de ejecución.** El árbol es un ser vivo y, por tanto, la disposición y distribución de las ramas no sigue una pauta geoméricamente uniforme, existiendo diferencias entre especies, variedades e individuos. El buen podador debe tener en cuenta la disposición inicial y las pautas de crecimiento que presenta cada árbol y modificarla, en la medida de lo posible, para acercarse al sistema ideal de formación que se haya elegido, pero sin tratar de modificar en grado extremo la tendencia natural que presente el árbol, pues ello retrasaría en

• **Interventions au cours des années sui-**

**vants.** La taille en vert est effectuée pour éliminer les gourmands prenant leur départ à partir du tronc et de la base des charpentières et des rameaux secondaires.

Par la taille d'hiver, on continue la formation de la structure de l'arbre. Durant les 3-4 premières années, il est conseillé de continuer à effectuer des rabattages sur les charpentières pour les renforcer.

Si on sélectionne les rameaux secondaires qui formeront les étages successifs, on doit tenir compte des dispositions indiquées dans le chapitre système de conduite (Figure 3.5). Ces rameaux structuraux doivent être rabattus surtout ceux formant le premier étage. Les rameaux vigoureux et mal situés (rameaux intérieurs ou extérieurs, parallèles, entrecroisés etc.) sont éliminés. En cas de ramification excessive qui gêne l'aération et l'éclaircissement, on procédera à un éclaircissage.

• **Critères de base d'exécution.** Un bon tailleur doit tenir en compte de la disposition initiale et les départs de croissance que présente chaque arbre. Il peut les modifier dans la mesure du possible pour se rapprocher du mode de conduite idéal de formation à lui adopter, mais sans trop contraindre la tendance naturelle, si non, l'entrée en production est retardée et le coût de la taille est augmenté

exceso la entrada en producción y el coste de la poda sería muy elevado.

Es relativamente frecuente observar graves defectos en la poda de formación, sobre todo cuando el agricultor no tiene experiencia en este cultivo. Para evitarlos habrá que tener muy en cuenta una serie de normas básicas, entre ellas podemos destacar las siguientes:

- **Vista previa.** Antes de empezar a dar cortes, se debe observar la globalidad del árbol y hacerse una idea de la mejor estructura que se puede conseguir y los cortes principales que son necesarios para alcanzarla.

- **Poda en verde.** En condiciones de fuertes crecimientos vegetativos es esencial la realización de la poda en verde. De lo contrario se desperdiciará la energía del árbol, retrasando la entrada en producción y se dificultará la formación de una buena estructura. No deberán darse fuertes intervenciones, pues ello puede ralentizar el desarrollo vegetativo y deformar las ramas estructurales, siendo aconsejable hacer varias intervenciones ligeras, que una sola intensa.

- **Orden de ejecución.** La poda se realizará de abajo hacia arriba de la copa. En ocasiones, al eliminar una rama grande se puede ver modificada la idea inicial que se tenía sobre la forma estructural a conseguir y los cortes necesarios, por ello, se deben ejecutar primero los cortes principales que estén más claros.

- **Jerarquía de las ramas.** Para mantener un diferencial de vigor y un desarrollo vegetativo escalonado y armonioso a lo largo de la copa, se ha de respetar siempre la jerarquía de las ramas. Nunca se ha de situar una rama en un plano superior al ocupado por otra rama de jerarquía superior, por ejemplo una rama secundaria por encima de la primaria. Se procurará que todas las ramas de una misma jerarquía, especialmente en las primarias, tengan un vigor y longitud similar.

Il est relativement fréquent d'observer de graves défauts de taille de formation, surtout quand l'agriculteur n'a pas d'expérience dans cette culture. Pour éviter cela, il faudrait respecter les règles suivantes:

- **Vue préalable.** Avant de commencer la taille, on doit observer la globalité de l'arbre, et avoir une idée de la meilleure structure qu'on peut lui donner.

- **Taille en vert.** En condition de fortes croissances végétatives il est essentiel d'effectuer une taille en vert pour ne pas retarder l'entrée en production. Il n'est pas conseillé de procéder à de fortes interventions parce qu'elles peuvent ralentir la croissance végétative et déformer les rameaux structuraux, comme il est recommandé de faire plusieurs interventions légères plutôt qu'une seule intervention sévère.

- **Ordre d'exécution.** Commencer la taille du bas en haut et commencer à enlever les gros rameaux qui, dans tous les cas, sont à ne pas conserver.

- **Hiérarchie des rameaux.** Pour maintenir une forme harmonieuse de l'arbre, on doit toujours respecter l'ordre de la vigueur des rameaux. Ne jamais laisser un rameau secondaire plus vigoureux qu'un rameau principal.



• **No forzar en exceso la tendencia natural.** Será muy difícil encontrar un árbol que permita, de forma natural, conseguir una distribución de las ramas estructurales geométricamente perfecta como la de la Figura 3.5. Con la poda de formación debemos de tratar de aproximarnos a ella, ver Figura 3.2, procurando repartir los espacios de la forma más equitativamente posible entre las ramas, pero sin forzar en exceso la tendencia del árbol.

• **Reconducción de ramas.** Una rama estructural con una posición, orientación o un ángulo de inserción inadecuado, se puede mejorar si efectuamos un corte de rebaje por encima de una yema bien orientada, o si la reconducimos sobre otra de jerarquía inferior (por ejemplo, una primaria sobre una secundaria) que presente mejores características (Figura 3.6).

• **Evitar tramos desnudos y arqueamiento de ramas.** Al efectuar un corte de rebaje fortalecemos la rama e inducimos un aumento de su ramificación. Esto habrá que tenerlo muy en cuenta en la formación de variedades con madera débil, que tienda al tumbado de las ramas, y en aquellas que presenten una bajo nivel de ramificación. No deben dejarse ramas secundarias y, sobre todo, primarias con tramos desnudos (más de unos 50 cm sin ramificación).

En estos casos se darán cortes de rebaje en la zona del tramo desnudo, siempre por encima de yema y nunca sobre ramo débil. Si no se procede de esta forma el árbol tomará una estructura inadecuada: las ramas presentarán grandes zonas desnudas, la cosecha se irá a la parte alta de la copa y las ramas se arquearán, como podemos ver en la Figura 3.7.

• **Eliminación de ramas de “muerte”.** A las ramas mal situadas, que entorpecen el correcto desarrollo de las ramas estructurales de “vida”, se les denomina de “muerte”, ya que, tarde o temprano, hay que quitarlas. Cuanto más se tarde en eliminarlas, mayor será el daño ocasionado a la estructura y también el gasto de

• **Ne pas forcer la tendance naturelle.** Il est difficile de rencontrer un arbre qui permet, par sa forme naturelle d’obtenir une distribution des rameaux structuraux géométriquement parfaite comme dans la Figure 3.5. La taille de formation doit faire rapprocher l’arbre de la forme désirée sans trop forcer sa tendance naturelle.

• **Reconduite des rameaux.** Une charpentière ayant une position, orientation ou angle d’insertion inadéquats, peut être reformée par un rabattage au niveau d’un bourgeon bien orienté, ou la reformer en rameau de hiérarchie inférieure, par exemple, un primaire sur un secondaire (Figure 3.6).

• **Eviter les tronçons dénudés et l’arcure de rameaux.** Le rabattage induit une ramification excessive en cas de forte vigueur. Dans le cas des variétés à faible vigueur, à port retombant avec un faible degré de ramification, le rabattage doit être effectué sur un bourgeon bien placé et ne jamais le faire sur un rameau faible. Dans le cas contraire, les rameaux présenteront de grandes zones dénudées, la récolte va se faire sur la partie haute et les rameaux vont s’arquer (Figure 3.7).

• **Elimination des rameaux “morts”.** Les rameaux mal situés devront être enlevés le plus rapidement. Une attention spéciale doit être observée sur les rameaux vigoureux dirigés à l’intérieur ou à l’extérieur, les entrecroisements ainsi que celles parallèles et voisines de ceux de structure.

energía en formar una masa vegetativa que finalmente es eliminada. Especial atención habrá que poner en las ramas muy vigorosas dirigidas hacia el interior o exterior de la copa, las entrecruzadas, así como de las van paralelas y muy próximas a las estructurales.

• **Evitar intervenciones severas.** Fuertes intervenciones de poda disminuyen el desarrollo vegetativo y productivo, además de suponer un

• **Eviter les interventions sévères.** Les grosses coupent provoque un déséquilibre de l'arbre c'est pourquoi il faudrait intervenir au



**Figure 3.6. Recondite des rameaux primaires mal positionnés. A gauche, avant la taille; à droite après la taille.**



**Figure 3.7. Arbre mal structuré comme conséquence de la taille de formation mal exécutée**

coste elevado. En ocasiones, las ramas de “muerte” pueden mantenerse, total o parcialmente, durante algunos años hasta que supongan un serio problema para las estructurales; así mismo, el aclareo de ramas solamente debe hacerse en el caso de excesiva ramificación. En el supuesto de que fuese necesaria una poda fuerte, se debe procurar realizarla a lo largo de dos o tres años.

En la Figura 3.8 se puede apreciar la secuencia de las intervenciones de poda de formación en sus cuatro primeros años.

#### **Poda de producción**

Durante el periodo productivo del almendro la poda tendrá como objetivos prioritarios los de favorecer la producción y de mantener una correcta estructura del árbol. Para estimular y prolongar el periodo útil de las ramas productivas se hará una poda de aclareo, adaptando el volumen de copa e intensidad de ramificación a las condiciones del cultivo y del medio.

fur et à mesure pour les éviter. Quand il est nécessaire de procéder à ce genre de coupe, il vaudrait mieux les échelonner sur plusieurs années.

La Figure 3.8 illustre la séquence des interventions de taille pendant les quatre premières années.

#### **Taille de fructification**

Durant la période productive de l'almendrier, la taille a pour objectifs de favoriser la production et de maintenir la forme de conduite de l'arbre. Pour stimuler et prolonger la période utile des rameaux productifs on doit faire une taille d'éclaircissage, adaptée au volume de la forme de conduite et de l'intensité de ramification et aux conditions de culture et du milieu.



**Figure 3.8. Série d'intervention de la taille des premières quatre années. A gauche, avant la taille; à droite après la taille.**



**Figure 3.9. Elimination des rameaux vigoureux, excessivement haut en taille de production. A gauche, avant la taille; à droite après la taille.**

La poda en verde solo se realizará si tenemos fuertes crecimientos vegetativos en primavera, en cuyo caso se eliminarán los chupones situados en la parte inferior de la copa. Causas como cortes severos de poda en el año anterior o una baja cosecha, inducen una alta tasa de crecimiento vegetativo.

Si el árbol está bien equilibrado y el nivel productivo es bueno, la intervención necesaria en la poda de invierno es ligera, limitándose a la eliminación de las ramas mal situadas (ramas interiores, exteriores, paralelas, entrecruzadas, etc.). Si hay un excesivo número de ramas que puedan provocar un sombreado de la parte inferior de la copa, se procederá a dar un aclareo. También suele ser frecuente la existencia de algunas ramas terminales que han desarrollado un excesivo vigor, alcanzando una altura demasiado alta. En este caso se procederá a la eliminación o rebaje de dichas ramas, procuran-

La taille en vert est réalisée en présence d'une forte croissance végétative au printemps. Dans ce cas on élimine les gourmands situés dans la partie inférieure de l'arbre. Les coupes sévères et une faible récolte de l'année en cours induisent un taux de croissance végétatif élevé.

Si l'arbre est bien équilibré et le niveau de production est régulier, la taille en hiver serait légère, limitant l'élimination des rameaux mal situés (rameaux intérieurs, extérieurs, parallèles, entrecroisés, etc.), voir Figure 11. S'il y a un nombre excessif de rameaux qui peuvent provoquer un ombrage de la partie inférieure de l'arbre, on doit procéder à un éclaircissage des rameaux. Il est aussi fréquent d'avoir des rameaux terminaux qui partent trop en hauteur. Dans ce cas on procédera à l'élimination ou au rabattage des dits rameaux pour réduire leur hauteur (Figure 3.9).

do dejar una altura homogénea de copa, ver Figura 3.9.

**Poda mecánica.** La poda de producción se puede realizar de forma mecánica mediante podadora de discos (Figura 3.4). Este tipo de poda tiene un gran rendimiento y costes reducidos pero, debido a los cortes indiscriminados, suele presentar problemas de rebrotes y excesiva ramificación, por lo que debe de acompañarse de una poda manual de aclareo. Es un tipo de poda más adaptado a los diseños de plantación en seto, con sistemas de formación en eje.

En el almendro está poco implantada pero, debido a los altos costes de la poda manual y a la falta de mano de obra, es un sistema que terminará estableciéndose, sobre todo en las grandes explotaciones. Debido a la poca experiencia existente, son necesarios trabajos experimentales para la puesta a punto de esta técnica en aspectos tales como: diseño de plantación y sistema de formación adecuados, tipos de corte y su frecuencia, necesidad de poda manual de aclareo, etc.

### **Poda de rejuvenecimiento**

El almendro puede mantener un buen nivel productivo durante más de 20 años, aunque un mal manejo del cultivo puede disminuir este periodo. Con el envejecimiento del árbol se produce una parada del crecimiento y una paulatina disminución de las cosechas. Para revigoralo son necesarias intervenciones drásticas de poda, para favorecer la emisión de nuevas brotaciones y formar de nuevo la copa del árbol (Figura 3.10).

El envejecimiento de los árboles empieza a manifestarse en la zona inferior de la copa, con el agotamiento de las ramas fructíferas que terminan secándose. Este envejecimiento se va propagando hacia la zona media de la copa y a ramas secundarias y primarias.

Con la poda de renovación se eliminan las ramas secas o agotadas y se dan cortes de

**Taille mécanique.** La taille de production peut être réalisée mécaniquement par des tailleuses à disques (Figure 3.4). Ce type de taille permet de réduire le coup de l'opération mais présente l'inconvénient de laisser trop de rameaux d'où la nécessité d'une taille manuelle d'éclaircissage complémentaire. C'est un système plus adapté au dispositif de plantation en haie avec une conduite en axe.

En amandier, il y a peu de plantations disposées à pratiquer ce mode de taille mais les coûts élevés qu'exigent la taille manuelle et l'absence de main d'œuvre font que ce système sera de plus en plus pratiqué. Il est donc nécessaire de faire des expérimentations pour mettre au point cette technique en définissant le dispositif de plantation et la forme de conduite adéquats, les types de coupe et leurs fréquences ainsi que la nécessité de la taille manuelle d'éclaircissage, etc.

### **Taille de rajeunissement**

L'amandier peut maintenir un bon niveau de production durant plus de 20 ans, bien qu'une mauvaise conduite de la culture puisse diminuer cette période. Au fur et à mesure du vieillissement de l'arbre la croissance se ralentit et les récoltes diminuent progressivement. Des interventions sévères de taille sont nécessaires pour favoriser l'émission de nouvelles pousses et de former à nouveau le volume de l'arbre.

Le vieillissement de l'arbre commence à se manifester dans sa zone inférieure par l'épuisement des rameaux fructifères qui finissent par se dessécher. Ce vieillissement va se propager jusqu'à la zone médiane de l'arbre et aux charpentières.

Avec la taille de rénovation, on élimine les rameaux secs ou épuisés et on pratique des



**Figure 3.10. Taille de rajeunissement en amandier**

rebaje fuertes sobre ramas secundarias o primarias para favorecer la emisión de nuevas brotaciones. Normalmente se rebajan las ramas primarias por encima del primer piso, el cual también es rebajado, con lo que se conserva la estructura básica del árbol. En muchas ocasiones suele aprovecharse la poda de renovación para hacer un cambio varietal. En este caso, se practican cortes de rebaje muy fuertes sobre las ramas principales, dejando tocones de unos 20 cm, en los que se realizan injertos de púa o de yema en las brotaciones que emitan en la primavera.

La renovación de la copa se puede hacer en una sola intervención, o bien realizarla de forma escalonada, rebajando una rama primaria por año. La renovación total disminuye drásticamente la relación copa/raíz, produciéndole un estrés al árbol que puede provocarle la muerte. La intervención escalonada evita este riesgo y permite, además, mantener en todo momento cierto nivel productivo. La renovación se deberá empezar por la rama primaria orientada al sur, evitándose así el sombreado sobre las nuevas brotaciones de las ramas pendientes de renovación.

Dado que el árbol mantiene la totalidad de su sistema radicular, la renovación de la copa es muy rápida y, en 3-4 años, se pueden alcanzar buenas producciones. Sin embargo, habrá que plantearse si es más conveniente el arranque de la vieja plantación y poner otra

coupes sévères sur les rameaux secondaires et primaires pour favoriser l'émission de nouvelles pousses (Figure 3.10). Les rameaux primaires sont normalement rabattus au niveau du premier étage de manière à conserver la structure de l'arbre. Dans certains cas, la taille de rénovation est pratiquée pour changer de variété. Pour cela, on procède à des rabattage très sévères sur les rameaux principaux en laissant des branches de 20 cm, sur les quelles on va réaliser des greffes de bourgeons qui vont se développer au printemps.

La taille de rénovation peut se faire en une seule opération, ou de manière échelonnée, en rabattant un rameau primaire par an. La rénovation totale altère sévèrement le rapport partie aérienne/racine pouvant entraîner la mort. L'intervention échelonnée évite ce risque et permet, en plus, de maintenir un certain niveau de production régulier. La rénovation commencera par la charpentièrre orientée vers sud, ce qui permet une bonne exposition à la lumière des nouvelles pousses.

Une nouvelle plantation, en utilisant un matériel végétal jeune et performant, serait beaucoup mieux qu'à une taille de rajeunissement ou à un surgreffage.

nueva, con un material vegetal y diseño de plantación distintos que permitan obtener un mayor rendimiento económico.

### 3.2.4. Intensidad y criterios de poda

Atendiendo a la cantidad de vegetación eliminada (intensidad o severidad de poda), se puede distinguir entre poda ligera y fuerte, también denominadas como larga y corta, respectivamente.

#### **Poda ligera.**

La intensidad de la poda es muy baja. En la poda de formación, las ramas estructurales (primarias y secundarias) no se rebajan o el rebaje es largo y se mantienen la mayoría de ramas de orden superior. En la poda de producción, la intervención es mínima limitándose, casi exclusivamente, a la eliminación de chupones y ramas interiores. Este tipo de poda permite que el árbol se desarrolle siguiendo sus hábitos vegetativos naturales.

#### **Poda fuerte.**

La intensidad o severidad de la poda es muy alta. En la poda de formación, todas las ramas estructurales (primarias y secundarias) se rebajan en corto y se aclarean o rebajan el resto de ramas de orden superior. En la poda de producción, la intervención es fuerte, con eliminación de chupones, ramas interiores y mal situadas y aclareo de ramas para favorecer la iluminación. Con este tipo de poda los hábitos vegetativos naturales del árbol son modificados y corregidos por las intervenciones de poda.

Dos objetivos principales de la poda de formación son la creación de la estructura del árbol y la reducción del periodo improductivo. Con una poda ligera se prioriza la rápida entrada en producción frente a la estructura, mientras que con una poda fuerte se busca, principalmente, obtener una buena estructura del árbol, penalizando la entrada en producción. También hay que tener presente que el vigor del árbol se

### 3.2.4. Intensité et critères de la taille

A l'égard de la quantité de végétation éliminée (intensité ou sévérité de la taille) on peut distinguer entre taille légère et forte aussi nommée respectivement taille longue ou courte.

#### **Taille longue.**

L'intensité de la taille est très faible. Dans la taille de formation, les rameaux structuraux (primaires et secondaires) ne sont pas rabattus ou le rabattage est long et on maintient la plupart des rameaux du niveau supérieur. Dans la taille de production, l'intervention est minime, se limitant exclusivement à l'élimination des gourmands et les rameaux intérieurs. Ce type de taille permet à l'arbre de se développer selon ses tendances naturelles.

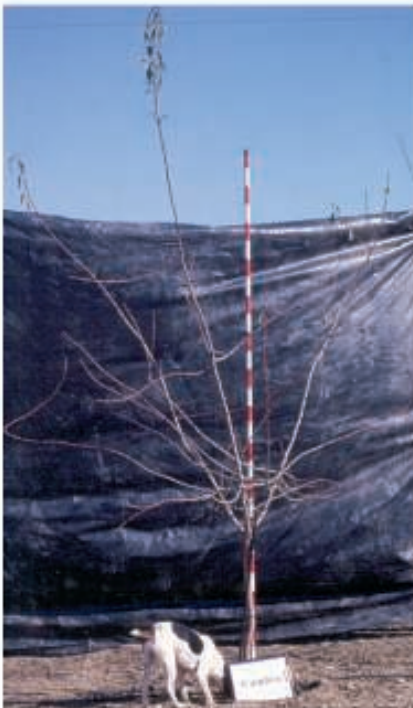
#### **Taille forte.**

Au cours de la taille de formation, tous les rameaux structuraux (primaires et secondaires) sont fortement rabattus et le reste des rameaux est taillé à un niveau plus haut. Dans la taille de fructification, les interventions sont nombreuses pour éliminer les gourmands, les rameaux intérieurs et mal situés et éclaircir les autres rameaux pour favoriser l'aération et la réception de la lumière. La taille courte modifie les tendances naturelles de l'arbre.

La taille longue favorise l'entrée en production rapide au détriment de la structure, alors qu'avec une taille courte, on cherche principalement à obtenir une bonne structure de l'arbre en pénalisant l'entrée en production. La vigueur de l'arbre constitue un facteur important dans le choix du type de taille à pratiquer. Plus la vigueur est élevée plus on peut pratiquer la taille longue alors que la taille courte devient une nécessité en cas de faible vigueur.

Le type de taille à pratiquer doit tenir





**Figure 3.11. Réponse à l'intensité de taille des variétés à faible ramification. En haut taille légère; en bas taille forte. A gauche, première année (avant et après la taille), à droite seconde année (avant et après la taille)**

reduce al aumentar la intensidad de poda.

La intensidad de la poda a aplicar vendrá dada por factores como: las características del medio físico y el sistema de cultivo, que determinarán la fuerza de los crecimientos vegetativos, y, sobre todo, por los hábitos vegetativos de la variedad.

En variedades con escasa ramificación, porte abierto y tendencia al arqueamiento de las ramas, habrá que efectuar durante los primeros años podas fuertes, con rebajes cortos de las ramas, que favorezcan la ramificación y consoliden la estructura (ver Figura 3.11). Por el contrario, las variedades que presentan una buena ramificación y porte medio-erguido responden mejor a podas más ligeras, que se limitarán a cortes de rebaje largos y un mínimo aclareo de ramas (ver Figura 3.12).

### 3.3. Manejo del Suelo

Las principales funciones del suelo son las de servir de anclaje a la planta y ser la fuente de agua y nutrientes. Una vez establecida la plantación, el manejo del suelo ha de tener, entre otros, los siguientes objetivos:

- Maximizar la cantidad de agua disponible para la planta.
- Minimizar las pérdidas de suelo por erosión.
- Facilitar la ejecución de otras labores de cultivo.
- Mantener o mejorar la estructura del suelo.

Las prioridades de estos objetivos serán distintas en función de las características de la zona de cultivo y de la plantación.

Dos de los principales problemas que presenta la agricultura mediterránea son la pérdida de suelo por erosión hídrica, que constituye el mayor riesgo medioambiental, y la escasez de agua, que es el principal factor limitante de la producción. En el caso concreto del cultivo del almendro en el Área Mediterránea, estos dos problemas son especialmente graves. Esta especie ha

en compte aussi le système de conduite adopté, les caractéristiques du milieu physique ainsi les caractéristiques physiologiques de la variété.

Pour les variétés de faible ramification, de port ouvert et à tendance à l'arcure des rameaux, on doit effectuer durant les premières années des tailles courtes qui favorisent la ramification et consolident la structure (Figure 3.11). Au contraire, les variétés qui présentent une bonne ramification et un port érigé, répondent mieux à des tailles légères et à un minimum d'éclaircissage de rameaux (Figure 3.12).

### 3.3. Travail du sol

Le sol assure la fonction d'ancrage de la plante et constitue une source d'eau et d'éléments minéraux. Après établissement d'une plantation, les travaux du sol doivent viser les objectifs suivants:

- Maximiser la quantité d'eau disponible pour la plante.
- Minimiser les pertes de sol par érosion.
- Faciliter l'exécution d'autres travaux d'entretien.
- Maintenir ou améliorer la structure du sol.

La culture d'amandier, en zones méditerranéennes, est confrontée à deux problèmes qui sont la plantation en relief accidenté, avec des pentes plus ou moins fortes et des précipitations rares avec de fréquentes périodes de sécheresse. Des travaux de sol appropriés peuvent réduire les dégâts causés par la sécheresse et l'érosion.

L'eau des pluies s'infiltré dans le sol et une partie se perd en surface. Une partie de celle qui s'infiltré dans le sol peut être perdue par per-



**Figure 3.12. Réponse à l'intensité de taille aux variétés avec une ramification abondante. En haut, taille légère; en bas, taille forte. A gauche première année (avant et après de la taille), à droite seconde année (avant et après la taille).**

sido tradicionalmente un cultivo marginal, implantado en zonas de orografía accidentada, con fuertes pendientes y de escasas precipitaciones, además de soportar con frecuencia periodos de sequía de carácter intra e inter anual. Mediante un adecuado manejo del suelo se puede paliar los daños provocados por la erosión y la sequía.

De forma resumida, la pérdida de suelo por erosión hídrica comporta las siguientes fases o procesos: las gotas de lluvia al impactar con la superficie del suelo desagregan las partículas del mismo; cuando la cantidad de lluvia caída es superior a la tasa de infiltración del suelo, una parte del agua se queda en superficie; si el terreno está en pendiente, el agua en superficie se deslizará en el sentido de la pendiente; y, por último, el agua en su discurrir ladera abajo va arrastrando las partículas de la superficie del suelo.

Por tanto, la erosión se verá favorecida por: lluvias de alta intensidad, superficie del terreno desnuda, suelos con mala estructura y baja capacidad de infiltración, y pendientes del terreno elevadas. Mediante el manejo del suelo se puede actuar sobre el grado de cobertura del terreno, en la estructura del suelo y en su capacidad de infiltración del agua y, en cierta medida, sobre la pendiente del terreno. Por todo ello, un adecuado manejo del suelo puede disminuir la pérdida de suelo por erosión.

En condiciones de secano, el balance de agua en el suelo es el siguiente: el agua de lluvia se infiltra en el suelo o bien se pierde parte de ella en superficie, si hay escorrentía. Parte del agua que se infiltra al suelo puede perderse por percolación, al descender a capas profundas del suelo en donde no hay raíces. El agua que es almacenada en el suelo, finalmente se perderá por evaporación directa de la superficie hacia la atmósfera o por transpiración de las plantas, que toman el agua del suelo a través de las raíces, ambos procesos se conocen conjuntamente por evapotranspiración.

Por tanto, la cantidad de agua disponible para el cultivo se verá aumentada al mejorar la tasa de infiltración del suelo, al reducir la eva-

colation en dans les couches profondes non exploitées par les racines. L'eau qui est stockée dans le sol, se perd finalement par évaporation directe de la surface vers l'atmosphère ou par transpiration des plantes qui prélèvent l'eau du sol à travers les racines. Ces deux processus sont connus par "évapotranspiration".

La quantité d'eau disponible pour la culture est donc autant plus importante que le processus d'infiltration est amélioré par la réduction de l'évaporation de l'eau de surface et l'élimination des mauvaises herbes qui entrent en compétition avec la culture. Le travail du sol influe directement sur la sa structure et permet le contrôle des mauvaises herbes. C'est une technique permettant l'amélioration de l'usage de l'eau en conditions de culture sans irrigation.



**Figure 3.13. Passage de labour avec cultivateur.**

poración del agua en superficie y al eliminar las malas hierbas que compiten con el cultivo por el agua del suelo. El manejo del terreno incide directamente sobre la estructura del suelo, en el grado de desnudez de la superficie y en el control de las malas hierbas, siendo una herramienta fundamental para mejorar el aprovechamiento del agua en condiciones de secano.

### 3.3.1. Sistemas de manejo del suelo.

Existe un gran número de sistemas de manejo del suelo y de combinaciones entre ellos. Los más utilizados en fruticultura son el laboreo; el no laboreo con suelo desnudo mediante la aplicación de herbicidas; la cubierta vegetal; y los sistemas mixtos (principalmente entre cubierta vegetal y no laboreo).

#### Laboreo.

El sistema tradicional de manejo del suelo es el laboreo, que se basa en pases continuados de aperos de labranza. En el otoño-invierno suele darse una o dos labores profundas, siendo muy frecuente la realización de una en la época de floración. Estas labores profundas tienen como principal objetivo el de favorecer la

### 3.3.1. Systèmes de travaux du sol.

Un grand nombre de systèmes de travaux du sol existe dont les plus utilisés en arboriculture sont le labour, le sans labour avec application d'herbicide, la couverture végétale (enherbement) et des combinaisons entre systèmes (principalement entre couverture végétale et pas de labour).

#### Labour

Le système traditionnel du travail du sol est le labour. En automne-hiver, on fait un ou deux labours, et un autre passage en période de floraison. Ces labours profonds ont comme objectif principal de favoriser l'infiltration de l'eau de pluie. Au printemps plusieurs passages sont réalisés pour éliminer les mauvaises herbes.



**Figure 3.14. Gauche, du sol par érosion en sol labouré. Droite, jeunes arbres morts par cassure des racines.**

infiltración del agua de lluvia. En primavera suelen darse varios pases para eliminar las malas hierbas, y en verano se realizan pases de labores muy superficiales para, según creencia de los agricultores, romper la capilaridad del terreno y así disminuir las pérdidas de agua por evaporación. Cuando se reducen el número de labores (a un máximo de 2 o 3 al año), así como la profundidad de las mismas, al sistema de manejo del suelo se le denomina “mínimo laboreo”.

Es aconsejable la utilización de aperos que realicen una labor vertical, como rastras, vibrocultivadores o cultivadores (Figura 3.13). La grada de disco es muy efectiva para la eliminación de las malas hierbas cuando han alcanzado un gran desarrollo, sin embargo, estos tipos de apero que voltean el terreno presentan una serie de inconvenientes: alteran el perfil del suelo, aumentan las pérdidas de agua por evaporación y provocan un endurecimiento del suelo en la zona de corte del apero, conocida como “suela de labor”, que disminuye la infiltración del agua y dificulta la penetración vertical de las raíces.

En été, certains agriculteurs appliquent également des labours dans l’objectif de rompre les fissures qui permettent à l’eau du sol de s’évaporer. Quand on pratique uniquement 2 à 3 labours par an, on appelle ce système labour minimum.

L'utilisation d'outils permettant un travail de sol à la verticale, comme les vibrocultivateurs ou cultivateurs (Figure 3.13) est très recommandée. Ce type de travail permet, en effet, l'élimination des mauvaises herbes ayant développé de grosses racines. Cependant, ils présentent une série d'inconvénients tels que le changement du profil du sol, l'augmentation de la vitesse des pertes d'eau par évaporation et le durcissement du sol au niveau de la région de coupe de l'outil (semelle de labour) qui diminue l'infiltration de l'eau et entrave le pénétration verticale des racines.

Parmi les avantages du labour nous pouvons mentionner: le contrôle facile des mauvaises herbes, la possibilité d'incorporer des engrais au sol et la facilité d'exécution. Ce système de travail du sol présente de gros

Entre las ventajas del laboreo podemos citar: fácil control de las malas hierbas, posibilidad de incorporar abonos al suelo y no presentar dificultad técnica para el agricultor.

Este sistema de manejo del suelo es cada vez menos utilizado, ya que es el que presenta mayores inconvenientes, entre ellos: impide el desarrollo radicular en todo el perfil del suelo labrado, provoca daños en raíces grandes y troncos, disminuye el contenido de materia orgánica, dificulta el tránsito de la maquinaria y es el sistema de manejo del suelo que presenta un coste energético más alto, mayores pérdidas de agua por evaporación y el que más favorece la erosión (ver Figura 3.14).

Por todo lo comentado, el laboreo tradicional no es el sistema más recomendable. En el caso de utilizarlo se ha de procurar reducir al máximo el número y profundidad de las labores y evitar darlas en primavera o principios de verano, para no ocasionar grandes pérdidas de agua en el suelo, a no ser que sean necesarias para el control de las malas hierbas.

### **No laboreo con suelo desnudo**

En el sistema de no laboreo con suelo desnudo no se realiza ningún tipo de labor, efectuándose el control de las malas hierbas mediante la utilización de herbicidas, por lo que no puede ser aplicado en cultivo ecológico. Este sistema se basa en la aplicación de herbicidas residuales de preemergencia en otoño, antes o inmediatamente después de las primeras lluvias. Las malas hierbas que se escapan a este tratamiento serán eliminadas en primavera, en tratamientos de postemergencia, utilizando herbicidas de traslocación o de contacto.

Los herbicidas deben ser aplicados mediante barras de aplicación de herbicidas (Figura 3.15), en las que se montarán las boquillas adecuadas a cada tipo de tratamiento. El equipo ha de estar en perfectas condiciones y ser calibrado antes de la aplicación. Bajo ningún concepto se utilizará para la aplicación de herbicidas otro tipo de maquinaria, como pulverizadores de pistola, kasoty, etc.

inconvenients, dont le développement de la semelle entravant le développement des racines en profondeur, les dégâts causés sur les grosses racines et les troncs, la réduction du contenu du sol en matière organique. C'est également un système qui exige un coût plus élevé en énergie, entraîne une vitesse de perte d'eau par évaporation plus importante et favorise le processus d'érosion (Figure 3.14).

Le labour traditionnel n'est pas le système le plus recommandé. Si on doit l'utiliser, il faut réduire le nombre de passages et la profondeur du travail du sol et surtout éviter de les pratiquer au printemps ou au début de l'été sauf en cas d'obligation du contrôle de mauvaises herbes.

### **Pas de labour avec sol nu**

Le système consiste à ne réaliser aucun type de labour et contrôler les mauvaises herbes au moyen d'herbicides qui ne peuvent pas être appliqués en culture écologique. Ce système est basé sur l'application d'herbicides résiduels de pré émergence en automne, avant ou immédiatement après les premières pluies. Les mauvaises herbes qui échappent à ce traitement sont éliminées au printemps par des herbicides de translocation ou de contact.

Les herbicides devraient être appliqués au moyen de barres d'application d'herbicides (Figure 3.15), dans lesquels on règle les jets selon chaque type de traitement. On ne doit utiliser que les herbicides autorisés pour la culture de l'amandier, en respectant les doses et les critères d'application recommandés. Il faut aussi alterner la matière active pour contrôler le maximum d'espèces.

Les inconvenients que présente ce système sont la réduction de la possibilité d'infil-



**Figure 3.15. Barre d'application de l'herbicide.**

Solamente se utilizarán los herbicidas que estén autorizados para el cultivo del almendro, respetando las dosis y criterios de aplicación establecidos. Así mismo, es aconsejable alternar la materia activa, de lo contrario se puede provocar una inversión de flora hacia especies no controladas por los herbicidas utilizados.

El principal inconveniente que presenta este sistema es el de la reducción de la tasa de infiltración del suelo, disminuyendo la cantidad de agua de lluvia que puede almacenar el suelo y provocando graves daños de erosión, por la formación de grandes cárcavas en las zonas de desagüe natural de las parcelas. Este problema es especialmente grave en suelos limosos, en los que se desaconseja su utilización. También hay que presente las, cada vez, mayores restricciones para el uso de herbicidas residuales.

#### **Cubierta vegetal viva**

Con este sistema de manejo se mantiene el suelo cubierto de vegetación. Normalmente las cubiertas son de especies naturales espontáneas, seleccionándose las gramíneas mediante aplicación de herbicidas selectivos. Si la presencia de estas especies es escasa y su implantación natural lenta, se puede proceder a su siembra. Menos frecuente son las cubiertas vegetales de especies cultivadas, como cereales o leguminosas, ya que

tration de l'eau dans le sol et par conséquent la diminution de la quantité d'eau emmagasinée dans le sol, la favorisation de l'érosion ainsi que la formation de grands creux dans les régions d'écoulement naturel des parcelles. Ce type de problème est spécialement accru dans les sols vaseux.

#### **Couverture végétale vivante**

Avec ce système de travail, le sol reste couvert de végétation. La couverture est formée par les espèces spontanées tout en sélectionnant les graminées au moyen d'application d'herbicides sélectifs, si la présence de ces espèces est rare et son implantation naturelle lente, on peut faire recours à leur semis. Il est peu fréquent de rencontrer une couverture par des espèces cultivées, comme les céréales ou les légumineuses, qui pré-





**Figure 3.16. Gauche, élimination au moyen d'herbicides de la couverture au moyen d'herbicides. Droite, élimination mécanique au moyen d'un débroussailleur**

presentan el inconveniente de tener que realizar una siembra anual.

Las cubiertas de leguminosas tienen la ventaja de fijar nitrógeno atmosférico, pero su valor como cubierta es menor, debido a su escasa cobertura del terreno y a su rápida degradación cuando se secan.

En condiciones de sequía, hay que ser muy cuidadoso con el manejo de la cubierta, eliminándola en primavera, justo en el momento en el que empieza a competir con el almendro por el agua almacenada en el suelo. La eliminación de la cubierta puede hacerse (ver Figura 3.16) de forma química, mediante la aplicación de herbicidas; mecánica, con el empleo de desbrozadoras o segadoras; y de forma animal, por pastoreo. El control químico tiene la ventaja de provocar la muerte total de la hierba, eliminando la extracción de agua por parte de la misma, así como la de mantener una buena protección de la superficie del suelo cuando se seca, por permanecer la planta muerta anclada al suelo.

En el caso de que la especie utilizada para cubierta se multiplique solamente por semilla, habrá que dejar una parte de la cubierta sin eliminar, para que produzca la suficiente semilla que regenere la cubierta al año siguiente. También es aconsejable realizar una fertilización complementaria para la cubierta vegetal.

sentent l'inconvénient d'espérer une récolte annuelle. La couverture avec les légumineuses présente cependant l'avantage de fixer l'azote atmosphérique, mais sa valeur, comme couverture, est plus faible.

En conditions de sécheresse, il est nécessaire d'être très prudent avec cette pratique de couverture, par son élimination au printemps, juste au moment où celui-ci commence à concurrencer l'amandier pour l'eau stockée dans le sol. L'élimination de la couverture peut être faite (Figure 3.16) chimiquement, au moyen de l'application d'herbicides; mécaniquement, avec l'emploi de débroussailleuses ou de récolteuses; d'usage pastoral. Le contrôle chimique présente l'avantage d'éradiquer totalement les herbes et par conséquent toute concurrence pour la consommation de l'eau.

Au cas où les espèces utilisées pour la couverture se multiplieraient uniquement par semis, il y a lieu de préserver une partie de la couverture pour produire des semences et régénérer le couvert de l'année suivante. Il est aussi recommandé d'apporter une fertilisation complémentaire pour cette couverture végétale.

La couverture vivante présente beaucoup d'avantages par rapport aux systèmes de labour et sans labour avec application d'herbicides. Il contribue à une meilleure structure du sol

La cubierta vegetal viva presenta muchas ventajas respecto a los sistemas de laboreo y no laboreo con aplicación de herbicidas: mejora la estructura y el contenido en materia orgánica del suelo; aumenta la tasa de infiltración del agua y disminuye las pérdidas de agua por evaporación; facilita el tránsito de la maquinaria; y es el sistema que más reduce los daños por erosión, ver Figura 3.17.

El sistema de cubierta vegetal presenta el inconveniente de ser muy técnico, exigiéndole

et un plus grand contenu de matière organique, un meilleur taux d'infiltration de l'eau dans le sol et une réduction, des pertes d'eau par évaporation en plus du fait qu'il facilite le passage des machines et réduit l'érosion (Figure 3.17).

Le système de couverture végétale présente les inconvénients d'exiger un bon niveau technique de l'agriculteur, des frais supplémentaires, un bon choix quant à l'espèce à utiliser et la connaissance du moment opportun de l'éliminer en cas de culture en sec.



**Figure 3.17. Les érosions du sol. Gauche, couverture. Droite, labour traditionnel.**

al agricultor una gran preparación y dedicación. Hay que saber escoger la especie más adecuada, implantarla en el terreno, mantenerla durante años, y determinar el momento anual y forma en que hay que eliminarla, con el objeto de que no compita por el agua. Las cubiertas vegetales también puede favorecer el desarrollo de algunas plagas o enfermedades específicas del cultivo y de otros animales (como topillos o caracoles), que pueden llegar a causar serios daños.

#### Sistemas mixtos

En la práctica, el sistema de manejo del suelo más utilizado en fruticultura es el mixto no laboreo/cubierta vegetal. En el centro de la calle se implanta una cubierta vegetal, mientras que bajo copa se mantiene permanentemente el

#### Systèmes mixtes

Dans la pratique, le système de travail du sol le plus utilisé dans l'arboriculture est le système mixte de non-labour/couverture végétale du sol. Le couvert végétal est maintenu uniquement entre les rangs pendant que la ligne des

suelo desnudo, mediante la aplicación de herbicidas (Figura 3.18). Manteniendo el suelo desnudo bajo copa suele facilitarse la recolección y se evita en esa zona la posible competencia de la cubierta, además hay que tener en cuenta que, en una plantación adulta, es difícil mantener una cubierta bajo copa por el sombreado que produce el árbol.

arbres est maintenue en permanence propre grâce à l'application d'herbicides (Figure 3.18). En maintenant le sol nu, on facilite la récolte et on évite, aux arbres, une éventuelle compétition avec la couverture bien que dans un verger adulte il serait de toute façon difficile de maintenir un couvert végétal sous les arbres à cause de l'ombrage.



**Figure 3.18. Système mixte: sans labour autour des arbres et couverture végétale dans les allées.**

### 3.4. Fertilización

El objetivo de la fertilización, que en la mayoría de los casos no se maneja convenientemente, ha de ser que los árboles produzcan y que se mantenga la fertilidad del suelo en un nivel satisfactorio. En la elaboración de un plan de abonado se tienen que considerar un conjunto de factores vinculados con la naturaleza del material vegetal (especies, variedades), las condiciones edafoclimáticas de la parcela y su modo de manejo. Este plan bien razonado permitirá sacar el mejor provecho de las potencialidades del suelo y optimizar las aportaciones de abono, para responder a las necesidades de la plantación y conseguir un rendimiento óptimo.

El conocimiento de la riqueza del suelo es la primera fase para la elaboración de un plan de abonado. Permite evaluar el estado químico

### 3.4. Fertilisation

La fertilisation des vergers, qui restent dans la plupart des cas non maîtrisée, doit viser la production des arbres et le maintien de la fertilité du sol à un niveau satisfaisant. L'établissement d'un plan de fumure doit prendre en considération un ensemble de facteurs liés à la nature du matériel végétal (espèces variétés), aux conditions pédoclimatiques du verger et à son mode de conduite. Son raisonnement conduira à tirer profit des potentialités du sol et à optimiser les apports d'engrais pour répondre aux besoins de la plantation en vue de réaliser un rendement optimal.

La connaissance de la richesse du sol est la première étape dans l'établissement d'un plan de fumure. Elle permet d'évaluer l'état chimique de la parcelle, de décider du type de

de la parcela y decidir qué tipo de abono escoger para responder a las exigencias de la plantación (ver Apartado 1.2.3). A falta de análisis del suelo, siempre es posible sugerir al productor un abonado basado en la práctica corriente, pero este modo de razonamiento presenta limitaciones.

### 3.4.1 Abonado de restitución

#### Materia orgánica

La aportación de estiércol bien descompuesto es necesaria para los suelos con un contenido en materia orgánica inferior al 3%. Después de los análisis del suelo, las necesidades en materia orgánica para su restitución pueden calcularse considerando la cantidad de materia orgánica que se pierde anualmente por mineralización. Se estima que se necesitan aproximadamente 30 toneladas/ha de estiércol bien descompuesto para aumentar el nivel húmico de un suelo en un 1%.

Un estiércol de calidad puede aportar al suelo hasta 3 kg N/tonelada, 3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/tonelada, 7 kg K<sub>2</sub>O/tonelada. Por el contrario, un estiércol con mucha paja necesita una aportación adicional de nitrógeno: entre 2 y 4 kg por tonelada, dependiendo del porcentaje de paja contenido.

#### Elementos principales

**Fósforo.** El contenido en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para un suelo con contenidos normales es del orden de 10 ppm, según el método Olsen. Por debajo de dicho contenido, la aportación de un abonado de restitución antes de la plantación es indispensable. La cantidad de abono a aportar ha de colmar la diferencia entre el nivel dado por el análisis químico y el nivel suficiente requerido para una producción normal de la parcela. El cálculo de las necesidades de abono fosforado para la restitución en preplantación se apoya en los resultados del análisis químico del suelo de la parcela a plantar. Cuando los análisis den un déficit del suelo en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 10 ppm (0,01), la corrección de este déficit para una profundidad de suelo de 30 cm (4500 t de tierra) puede esti-

fumure à établir pour répondre aux exigences de la plantation (cf. partie 1.3.3). En l'absence d'analyse de sol, il est toujours possible de suggérer au producteur une fumure basée sur la pratique courante mais ce mode de raisonnement présente des limites.

### 3.4.1 Fumure d'établissement

#### Matière organique

L'apport de fumier bien décomposé est nécessaire dans les sols ayant une teneur en matière organique inférieure à 3%. Après des analyses de sol, les besoins en matière organique pour son redressement peuvent être calculer en prenant en compte la quantité de matière organique perdue annuellement par minéralisation. On estime qu'il faut environ 30 tonnes/ha de fumier bien décomposé pour relever le niveau humique d'un sol de 1%.

Un fumier de qualité peut apporter au sol jusqu'à 3 kg N/tonne, 3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/tonne, 7 kg K<sub>2</sub>O/tonne, alors qu'un fumier pailleux nécessite au contraire un apport supplémentaire d'azote; 2 à 4 kg d'azote par tonne selon le pourcentage de la paille.

#### Éléments majeurs

**Phosphore.** La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pour un sol normalement pourvu, selon la méthode Olsen, est de l'ordre de 20 ppm. En dessous de cette teneur, l'apport d'une fumure de redressement avant la plantation est indispensable. La quantité d'engrais à apporter doit combler l'écart entre le niveau actuel, donné par l'analyse chimique, et le niveau suffisant requis pour une production normale du verger.

Le calcul des besoins en engrais phosphatés pour le redressement en pré plantation s'appuie sur les résultats de l'analyse chimique du sol de la parcelle à planter. Si les analyses ont révélé un déficit du sol en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 10 ppm (0.01), la correction de ce déficit sur une profondeur de sol de 30 cm (4500 t de terre) peut être approchée par  $C = 4500 \times 0,01$  soit 45 unités

marse con la siguiente fórmula  $C = 4500 \times 0,01$ , o sea 45 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, es decir, aproximadamente un quintal de superfosfato triple.

**Potasio.** La restitución de la parcela es indispensable cuando el contenido en K<sub>2</sub>O intercambiable está por debajo del nivel suficiente.

1° caso: cuando el análisis químico demuestra un déficit en K<sub>2</sub>O de 100 ppm. La cantidad de potasio a aportar al suelo para aumentar su riqueza es de 450 kg/ha, o sea, aproximadamente 4,5 quintales de sulfato de potasio.

2° caso: cuando el análisis químico demuestra que el contenido del suelo es de 200 ppm de K<sub>2</sub>O intercambiable. La aportación de abono potásico antes de la plantación no es necesaria.

En el momento de la plantación y a falta de análisis químico del suelo, la aportación de un estercolado de fondo es indispensable. También se recomienda la aportación de abono a razón de 10 a 15 kg/árbol. El abono mineral que se aporte dependerá de la riqueza del suelo y se puede recomendar entre 0,5 y 0,8 y entre 1 y 1,5 kg/árbol de fósforo y potasio, respectivamente, bien mezclado con el suelo.

### 3.4.2 Abonado de mantenimiento

Durante la fase juvenil (de 2 a 3 años), el sistema radicular de los jóvenes árboles está poco desarrollado y las aportaciones han de permitir un buen crecimiento vegetativo de éstos. Las aplicaciones han de aumentar progresivamente hasta el cuajado de los frutos para luego compensar el consumo de estos. El crecimiento en altura y el volumen de la copa constituyen indicadores para evaluar el nivel de alimentación de los árboles.

Las necesidades varían enormemente en función del volumen de copa del árbol, la insolación y en consecuencia la densidad. Distintos autores han preconizado unas aportaciones que aumentan proporcionalmente a la edad de los árboles.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha soit environ un quintal de superphosphate triple.

**Potassium.** Le redressement de la parcelle est indispensable quand la teneur en K<sub>2</sub>O échangeable place son niveau de richesse au dessous du niveau suffisant.

1er cas: si l'analyse chimique a révélé un déficit en K<sub>2</sub>O de 100 ppm. La quantité de potasse à apporter au sol de cette parcelle pour redresser sa richesse est de 450 Kg/ha soit environ 4,5 quintaux de sulfate de potassium.

2ème cas: si l'analyse chimique a montré que la teneur du sol est de 200 ppm de K<sub>2</sub>O échangeable. L'apport d'engrais potassique avant la plantation n'est pas donc nécessaire.

A la plantation et en l'absence d'analyse chimique de sol, l'incorporation de la fumure de fond est indispensable. L'apport du fumier à raison de 10 à 15 kg/arbre est fortement recommandé. La fumure minérale à apporter dépend de la richesse du sol et on peut préconiser 0,5 à 0,8 et 1 à 1,5 kg/arbre de phosphore et de potasse bien mélangé avec le sol.

### 3.4.2 Fumure d'entretien

Durant la phase juvénile (2 à 3 ans) le système racinaire des jeunes plants est peu développé et les apports doivent permettre une bonne croissance végétative des arbres. Ils doivent augmenter progressivement jusqu'à la mise à fruit pour ensuite compenser les prélèvements effectués par les fruits. L'allongement annuel de la pousse et le volume de la couronne constituent des indicateurs pour juger le niveau d'alimenter des arbres.

Les besoins varient également selon le volume de la frondaison de l'arbre, l'ensoleillement et donc de la densité. Différents auteurs ont préconisé des apports qui augmentent avec l'âge des arbres.

### Plantaciones jóvenes

El abonado de fondo, en el momento de la plantación, se recomienda con aportaciones del orden de entre 0,5 y 0,8 kg/árbol de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y de entre 1 y 1,5 kg/árbol de K<sub>2</sub>O.

Los abonos nitrogenados se han de emplear en forma amoniacal o nítrica, ya que son fácilmente asimilables. La dosis anual puede variar entre 40 y 80 kg por hectárea, en función de la edad y la carga de los árboles. En el Cuadro 3.2 se recogen las dosis recomendadas para una plantación joven.

### Jeunes vergers

La fumure de fond, à la plantation, est fortement recommandée avec des apports de l'ordre de 0,5 à 0,8 kg/arbre de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 1 à 1,5 kg/arbre de K<sub>2</sub>O (Fiche technique INRA).

Pour un jeune verger, les doses préconisées peuvent être situées dans les fourchettes données au Tableau 3.2.

Les engrais azotés sont à employer sous forme nitrique (ammonitre ou nitrate) car facilement assimilable. La dose annuelle peut varier de 40 à 80 kg par hectare selon l'âge et la charge des arbres.

**Tableau 3.2. Doses d'azote préconisées pour un jeune verger d'amandier conduit en irrigué**

| Age des arbres              | 1 <sup>ère</sup> année | 2 <sup>ème</sup> année | 3 <sup>ème</sup> année | 4 <sup>ème</sup> année |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Quantité à apporter (kg/ha) | 20                     | 40                     | 70                     | 80                     |

| Niveau nutritionnel      | Pourcentage du poids sec |     |      |     |      |     | Ppm du poids sec |     |     |
|--------------------------|--------------------------|-----|------|-----|------|-----|------------------|-----|-----|
|                          | N                        | P   | K    | Ca  | Mg   | Mn  | Ca               | B   | Zn  |
| Au-dessous de la normale | 1,5                      | 1,0 | 0,08 | 0,2 | 0,25 | 20  | 2                | 30  | 10  |
| Normal                   | 2,4                      | 1,5 | 0,12 | 1,0 | 0,5  | 75  | 10               | 35  | 25  |
| Au-dessus de la normale  | 3,0                      | 0,3 | 2,5  | 1,0 | 200  | 200 | 10               | 35  | 25  |
| Excessif                 | 4,0                      | 4,0 | 0,7  | 4,0 | 2,0  | 450 | 100              | 100 | 200 |

Source: INRA. (Maroc).

### Plantaciones en plena producción

Los niveles de las necesidades del almendro dependen de las producciones alcanzadas y se considerarán en función de las exportaciones y el inmovilizado (Cuadro 3.3).

Para un cultivo sin riego, se puede pensar en una fertilización fosfopotásica con una aplicación en diciembre-enero, para aprovechar la humedad del suelo. El nitrógeno se aplicará en Febrero (50%) y en Abril (50%) después de las lluvias.

En los cultivos de regadío, el abono se puede fraccionar en dos aplicaciones: una antes del desborre, con un abono complejo con un contenido bajo de nitrógeno, aportando la totali-

### Vergers en pleine production

Les niveaux des besoins d'une culture d'amandier dépend des rendements réalisés et prendra donc en considération les exportations et les immobilisations (Tableau 3.3).

Pour une culture conduite en sec, la fertilisation phospho-potassique peut être envisagée en un apport pratiqué en décembre-janvier pour profiter de l'humidité du sol. L'azote est à apporter en février (50%) et en avril (50%) après les pluies.

En verger irrigué, l'engrais peut être fractionné en deux apports: un apport avant le débourrement avec un engrais complet faiblement dosé en azote en apportant la totalité du

**Tableau 3.3. Besoins de l'amandier et niveau de fumure.**

|           | Exposition Kg/ha |           | Immobilisation<br>bois | Besoins totaux Kg/ha (1) |          |          | Fourchettes de fumure |     |
|-----------|------------------|-----------|------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------------------|-----|
|           | RDT 1/ha         | RDT 4/ha  |                        | RDT 1/ha                 | RDT 4/ha | RDT 1/ha | RDT 4/ha              |     |
| AZOTE     | 10-20            | 40-80     | 40                     | N                        | 50       | 100      | 30                    | 90  |
| PHOSPHORE | 1.5-2.5          | 6-10      | 6                      | P205                     | 18       | 37       | 20                    | 50  |
| POTASSIM  | 13-15            | 50-60     | 30                     | K2O                      | 33       | 100      | 40                    | 100 |
| CALCIUM   | 1.5-2.5          | 6-10      | 30                     | CaO                      | 45       | 56       | -                     | -   |
| MAGNESIUM | 0.8-1.0          | 3.2-4.0   | 4                      | MgO                      | 8        | 14       | 20                    | 30  |
| FER       | 0.4-0.6          | 1.6-2.4   | 1.5                    | FER                      |          |          | Si sol basique        |     |
| MANGANÈSE | 0.04-0.06        | 0.16-0.24 | 0.5                    | MANGANÈSE                |          |          | Si sol basique        |     |
| ZINC      | 0.1-0.3          | 0.4-0.12  | 0.8                    | ZINC                     |          |          | Oui                   |     |

(1) Sur la base d'un sol normalement pourvu en éléments minéraux, RDT: rendement en tonne de coque par hectare. Source: Grasselly C. et H. Duval, 1997

dad del fósforo, del potasio y del óxido de magnesio. La segunda mitad de las aportaciones se realizará en Abril.

Para una parcela de secano (densidad entre 300 y 400 árboles/ha y en plena producción), se recomiendan las dosis siguientes: 60-80 unidades de nitrógeno, entre 30 y 50 unidades de fósforo y entre 80 y 100 unidades de potasio por hectárea. El fósforo y el potasio se aportarán a principios del invierno (Diciembre) y se enterrarán con un arado.

### 3.4.3. Epocas de aplicación

Una vez que se haya determinado la dosis a aportar, la aplicación, para su optimización, se podrá fraccionar en función de los periodos críticos en los que las necesidades de la planta son altas. Para el almendro que se maneje en secano, el fósforo y el potasio habrán de aplicarse antes del desborre (Diciembre, Enero). La fertilización nitrogenada se fraccionará en 3 aplicaciones, la mitad de la dosis se dará entre un mes y un mes y medio antes de la floración. El resto se aportará en el momento del engorde del fruto (Abril), y la otra mitad en el mes de mayo-junio en función del riego y de las lluvias.

En fertirrigación, el suministro de pequeñas dosis de nitrógeno, entre 5 y 10 U/ha, puede recomendarse en cuanto arranquen los rie-

phosphore, de la potasse et de la magnésie. La deuxième moitié des apports est à effectuer en avril.

Sur un sol verger en bour (densité: 300 à 400 arbres/ha) les doses suivantes: 60-80 unités d'azote, 30 à 50 unités de phosphore et 80-100 unités de potasse par hectare pour un verger en pleine production sont recommandées. Le phosphore et la potasse sont à localiser tôt en hiver (Décembre) ou à enfouir par un labour.

### 3.4.3. Epoques des apports

Une fois la dose à apporter est déterminée, l'apport peut être fractionné selon des périodes critiques où les besoins de la plante sont élevés pour son optimisation. Chez l'amandier conduit en sec, le phosphore et le potassium devraient être apportés avant le débourrement (Décembre, janvier). La fertilisation azoté est à fractionner en 3 apports, la moitié de la dose est à donner un mois à un mois et demi avant la floraison. Le reste est à apporter au moment du grossissement du fruit (avril) et l'autre moitié courant mai-juin en fonction de l'irrigation et des pluies.

En fertigation, l'injection de petites doses d'azote de 5 à 10 U/ha peut être recommandées dès le démarrage des irrigations et étalés sur un dizaine d'apports espacés d'une semaine envi-

gos, repartido en una decena de aportaciones espaciadas de aproximadamente una semana. Esta técnica permite distribuir el suministro durante toda la campaña y modularlo en función de las necesidades del árbol. Los elementos fertilizantes principales se pueden aportar en forma soluble.

#### 3.4.4. Diagnóstico foliar

Con el diagnóstico foliar se determinan los contenidos de los elementos nutritivos de las hojas, tomadas las muestras en condiciones estandarizadas, permitiendo detectar las carencias. Es una herramienta de control complementaria al análisis del suelo. La interpretación de los resultados de un análisis foliar se basa en la horquilla de valores considerados normales por algunos autores. (Cuadro 3.4).

ron. Cette technique permet de répartir l'apport sur toute la campagne et de le moduler en fonction des besoins de l'arbre. Les éléments fertilisants majeurs peuvent être apportés, sous forme soluble.

#### 3.4.4. Contrôle de la fertilisation par diagnostic foliaire

Le diagnostic foliaire qui consiste à doser les teneurs en éléments fertilisant des feuilles, prélevés dans des conditions standardisées, permet de détecter les carences. C'est un outil de contrôle qui complète l'analyse du sol.

L'interprétation des résultats d'une analyse foliaire, se base sur des fourchettes de valeurs considérées comme normales par certains auteurs (Tableau 3.4).

**Tableau 3.4. Fourchettes de référence des teneurs en élément fertilisants des feuilles d'amandier**

| Elément | Teneur (% m.s) | Auteurs                    |
|---------|----------------|----------------------------|
| N       | 2.0 -2.5       | Meith, Mike et Rizzi, 1977 |
| P       | 0.15- 0.20     |                            |
| K       | 1.7- 2.2       |                            |

#### 3.4.5. Microelementos

Lo mismo que para los macroelementos, resulta indispensable proceder a un análisis químico antes de la plantación para asegurarse del contenido suficiente del suelo en oligoelementos. En caso contrario, se recomienda una aportación de oligoelementos modulada en función de las carencias.

**Magnesio.** El magnesio es un elemento constitutivo de la clorofila. Es necesario para la síntesis de numerosos elementos y para garantizar su reserva. En caso de déficit, se usará principalmente la forma sulfato de magnesio.

#### 3.4.5. Oligo- éléments

Comme pour les macroéléments, il est indispensable de procéder avant la plantation à l'analyse chimique pour s'assurer si le sol est suffisamment pourvu en oligo-éléments. Dans le cas contraire, un apport d'oligo-éléments modulé selon l'intensité des carences, est recommandé.

**Magnésium.** Le magnésium est un élément constitutif de la chlorophylle. Il est nécessaire à la synthèse de nombreux éléments et à leur mise en réserve. En cas de déficit on utilisera principalement la forme sulfate de magnésie.



**Calcio.** Se ha de considerar como enmienda para corregir un pH demasiado ácido, pero también como elemento nutritivo constituyente de las paredes celulares. En el caso del almendro, no parece ser necesaria ninguna aportación específica salvo para mantener el pH del suelo por encima de 6,5. En caso de riesgo de acidificación y eventualmente, se podrá aportar puntualmente nitrato cálcico en el caso de una estructura especialmente degradada.

**Boro.** Con el fin de mejorar el cuajado, se utiliza este oligoelemento como rutina para numerosas especies frutales. El suministro se puede hacer en una a dos aplicaciones foliares, aprovechando los tratamientos fitosanitarios que se hacen en la floración. El ácido bórico es el producto más utilizado a razón de entre 0,25 y 0,5%/ha. Una aplicación precoz es más eficaz y procede repetir la aportación en el curso de la vegetación.

**Zinc.** Es importante comprobar el contenido de zinc del suelo y corregirlo eventualmente. Hay que prever aportaciones anuales de zinc en caso de mal cuajado, hojas descoloridas, suelo básico, exceso de manganeso (suelos asfixiantes) o exceso de fósforo en el suelo. Son preferibles las pulverizaciones foliares a las aplicaciones de sales de zinc en el suelo, que resultan poco eficaces. Las necesidades de zinc se sitúan principalmente en el inicio de la vegetación. Siendo este elemento fácilmente absorbible incluso por la madera, hay que intervenir antes del desborre con formas de sulfato de zinc neutralizado.

Las cantidades de elementos fertilizantes a aportar dependen pues de la riqueza del suelo y del modo de manejo de la parcela. Los análisis del suelo permiten conocer su nivel de fertilidad y proponer correcciones en caso de carencias. Los análisis foliares permiten completar los del suelo y tener una idea del nivel de asimilación y de los eventuales bloqueos.

La fertilización ha de ser pensada de

**Calcium.** Il doit être considéré comme amendement en correction d'un pH trop acide mais aussi comme un élément nutritif constituant des parois cellulaires. Pour l'amandier aucun apport spécifique ne semble nécessaire sauf pour le maintien du pH du sol au-dessus de 6,5 dans le cas de risques d'acidification et éventuellement des apports ponctuels de nitrates de chaux dans les cas d'une structure particulièrement dégradée.

**Bore.** Afin d'améliorer la nouaison, cet oligo-élément est utilisé en routine sur de nombreuses espèces fruitières. L'apport peut se faire en une à deux applications foliaires, en mélange avec la protection sanitaire anticryptogamique en encadrement de la floraison. L'acide borique est le produit le plus utilisé à raison de 0,25 à 0,5%/ha. Une application précoce est plus efficace et il y a lieu de répéter l'apport en cours de végétations.

**Zinc.** Il est important de vérifier le niveau du sol en zinc et éventuellement le corriger. Il faut prévoir des apports annuels de zinc dans le cas de mauvaise nouaison, de feuillage décoloré, de sol basique, d'excès de manganèse (sols asphyxiants) ou d'excès de phosphore dans le sol. Les pulvérisations foliaires sont préférables aux apports de sel de zinc au sol qui sont peu efficaces. Les besoins en zinc sont essentiellement situés au départ de la végétation. Cet élément étant facilement absorbé même par le bois, il faut intervenir juste avant le débourrement avec des formes sulfates de zinc neutralisés. Les quantités d'éléments fertilisants à apporter dépendent donc de la richesse du sol et du mode de conduite du verger. Les analyses du sol permettent de connaître le niveau de fertilité du sol et de proposer des corrections en cas de carence. Les analyses foliaires permettent de compléter celles du sol et constituer une idée sur le niveau d'assimilation et des blocages éventuels. Le raisonnement de la fertilisation doit donc faire en sorte que la nutrition minérale de l'arbre soit optimisée pour une productivité maxi-

forma a optimizar la nutrición mineral del árbol para su máxima productividad y una alternancia limitada y para garantizar su longevidad. Las pautas de la fertilización se han de adaptar a las condiciones del cultivo.

### 3.5. Riego

Tradicionalmente el almendro en el Area Mediterránea se ha cultivado en condiciones de secano, existiendo incluso la creencia de que el almendro no va bien en riego. El almendro es una especie bien adaptada a las zonas áridas o semiáridas, siendo capaz de generar producciones aceptables y sobrevivir a periodos de extrema sequía. Sin embargo, en las condiciones del clima mediterráneo, las máximas producciones se obtienen cuando se cultiva en riego, amortiguándose también la vejería o alternancia de las cosechas.

Al igual que ocurre con el olivo, los incrementos de la producción del riego respecto al secano son muy considerables, aún cuando el aporte de agua sea limitado (riego deficitario). Esto ha motivado la implantación del riego en muchas de las nuevas plantaciones que se están realizando, consiguiéndose una alta rentabilidad del cultivo.

#### 3.5.1. Sistemas de riego

Existen tres grandes sistemas de riego: por superficie, por aspersión y riego localizado.

Los dos tipos más frecuentes de riego por superficie son el riego a manta y por surcos. En el primero toda la superficie de la plantación es inundada de agua, mientras que en el segundo solo se inunda los surcos realizados al efecto.

Estos sistemas requieren una nivelación de la superficie, consumen grandes volúmenes de agua, siendo la frecuencia de aplicación muy baja. El riego por superficie era tradicional en el cultivo de frutales, pero hoy en día es muy poco utilizado por las grandes dotaciones de agua que necesitan, su baja eficiencia, problemas fitosani-

male, una alternancia limitada et une longévité assurée de l'arbre. L'établissement d'un référentiel de la fertilisation doit être mieux adapté aux conditions de la culture .

### 3.5 Irrigation

Dans la région Méditerranéenne, l'amandier est cultivé en sec et sa production moyenne ne dépasse guère les 300 kg/ha de grain pendant qu'il peut atteindre les 2.000 kg/ha, en Californie grâce à une conduite en irrigué.

L'amandier est une espèce adaptée aux régions arides et semi arides où il peut assurer un minimum de production dans des conditions de faibles précipitations comme il peut survivre à des périodes de sécheresse extrême. Comme pour l'olivier, sa conduite en irrigué permet une augmentation substantielle des rendements et génère une meilleure rentabilité de cette culture.

#### 3.5.1. Systèmes d'irrigation

Il existe trois grands systèmes d'irrigation: en surface, par aspersion et localisé.

Pour l'irrigation en surface, l'irrigation par submersion et par sillon est la plus fréquente. Dans le premier cas, toute la surface de plantation est submergée, alors que dans le second, seuls les sillons sont arrosés. Ce système nécessite un terrain plat, un volume d'eau important et une fréquence d'apports plus faible.

Actuellement, ce système est de plus en plus abandonné en raison des quantités d'eau qu'il exige, des problèmes phytosanitaires qu'il engendre et la contrainte du passage des machines, etc.

L'irrigation par aspersion est plus effi-

tarios y de tránsito de maquinaria, etc.

El riego por aspersión requiere menos dotación de agua que el de superficie, es más eficiente y la frecuencia de aplicación es media. En cultivos herbáceos es muy utilizado, mientras que en leñosos lo es muy poco. Además de ser menos eficiente que el riego localizado y necesitar más presión de salida, presenta el inconveniente de favorecer las enfermedades aéreas al incrementar la humedad relativa de la plantación y por mojar la copa de los árboles.

### Riego localizado

En la actualidad, los riegos localizados son los mayoritariamente implantados en los cultivos de frutales. Respecto a los sistemas de superficie y aspersión, el riego localizado es más eficiente, necesita menos dotaciones de agua, aportando pequeñas cantidades de agua en unos puntos fijos, con una alta frecuencia.

Este sistema de aporte de agua permite la formación de zonas del terreno (bulbos) en donde se mantiene siempre una humedad del suelo muy alta, lo que favorece la absorción de agua y de nutrientes por parte de las raíces. También presentan la ventaja de poderse aplicar, a través del agua de riego, fertilizantes, herbicidas y productos fitosanitarios. Entre sus inconvenientes podemos citar el peligro de obturación de los emisores, si las características del agua de riego y de las instalaciones no son buenas, y la imposibilidad de realizar labores en el sentido perpendicular a los ramales, si estos están colocados sobre la superficie del terreno.

Dentro del sistema localizado, existen tres tipos principales de riego: microaspersión, tuberías emisoras y goteo.

En el riego por microaspersión, la emisión del agua la realizan pequeños aspersores en forma de fina lluvia. Los microaspersores presentan, respecto a los aspersores convencionales, una necesidad de menor presión de agua (1-2 kg/cm<sup>2</sup>), un caudal más pequeño (16-200 l/hora) y también un radio de mojado mucho menor (inferior a 3 m). Dentro de los sistemas localizados es el que consigue mojar más super-

ficie en necesitando menos de agua que la de superficie y la frecuencia de aplicación es más elevada. Pero este sistema es menos utilizado en cultivos leñosos que para los cultivos herbáceos. Pero, es menos eficiente que la irrigación localizada, necesita más presión de salida y presenta igualmente el inconveniente de favorecer las enfermedades de la parte aérea del árbol al mojar el follaje.

El sistema de irrigación localizada es el más eficiente en cuanto a la economía de agua y es por esta razón que se va adoptando cada vez más por los agricultores. Este sistema de aporte de agua permite la formación en el nivel del suelo de bulbos donde se mantiene una humedad del suelo permanente que permite poner a disposición de las raíces la posibilidad de absorción de agua según las necesidades. Este sistema presenta también el ventaja de ofrecer la posibilidad de aportar al árbol sus necesidades en elementos fertilizantes, herbicidas y en productos fitosanitarios a través del agua de irrigación. Entre sus inconvenientes, podemos mencionar el riesgo de obturación de los emisores, si las características del agua de irrigación y de las instalaciones no son buenas, y la imposibilidad de realizar trabajos en el sentido perpendicular de las calles, si se colocan en superficie del suelo.

Tres tipos principales de irrigación localizada existen: la microaspersión, el jet y el goteo.

Para la irrigación por microaspersión, la emisión de agua se realiza, en forma de lluvia fina, asegurada por pequeños aspersores que no necesitan tanta presión como los aspersores convencionales (1-2 kg/cm<sup>2</sup>), un caudal más pequeño (16-200 l/hora) y también un radio de riego mucho más pequeño (inferior a 3 m). En los sistemas localizados es el que riega el suelo más tiempo, aporta más cantidad de agua con una baja frecuencia. En las regiones donde los vientos son frecuentes, el problema de uniformidad de la repartición de agua se plantea con acuidad. Este sistema favorece igualmente el desarrollo de enfermedades cryptogámicas por la creación de una humedad elevada.

Para los sistemas de emisión, tres

ficie de terreno, aportando más cantidad de agua con una frecuencia menor. En zonas de mucho viento presenta dificultades por falta de uniformidad en el reparto del agua, así mismo, es el que produce una mayor humedad ambiental en la plantación, favoreciendo la incidencia de enfermedades.

En los sistemas emisores se suelen utilizar tres tipos diferentes de tuberías: perforada, goteadora y exudante. Las tuberías suelen colocarse en la superficie del terreno, formando una banda continua de suelo humedecido. Es muy utilizado en cultivos hortícolas en línea, en donde la distancia entre plantas es muy pequeña.

El sistema de riego localizado por goteo es el que presenta mayores ventajas para el cultivo de los frutales, siendo el utilizado en la práctica totalidad de las nuevas plantaciones.

Las tuberías laterales portagoteros suelen ser de polietileno, de baja densidad, con un diámetro entre 16-20 mm, espesor menor de 2 mm y presiones máximas de 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. Los goteros son los dispositivos emisores del agua, que aportan el agua lentamente al terreno, gota a gota, formando un bulbo húmedo en el terreno. Están hechos de material plástico, son de bajo caudal (inferior a 16 l/hora), siendo los de 2 y 4 l/hora los más utilizados, la presión de trabajo se sitúa en torno a 1 kg/cm<sup>2</sup>. Pueden estar pinchados o integrados en el interior de la tubería portagotero. Si la plantación está en pendiente son recomendados los goteros autocompensantes, que permiten mantener un caudal constante a pesar de las diferencias de presión que se den a lo largo de la tubería provocadas por las diferencias de cota del terreno.

En la zona del bulbo húmedo se concentran la mayoría de las raíces activas del árbol. Si se disponen pocos puntos de goteo por árbol, la superficie mojada será muy pequeña, lo que limitará el desarrollo de las raíces a un volumen de tierra muy restringido. Para conseguir los máximos rendimientos productivos se debería de mojar más del 30-40% de la superficie bajo copa.

Siempre que las dotaciones de agua y las características de la instalación lo permitan,

types différents de tuyauteries sont utilisés: perforé, goutteur et exudante. Le tuyau est placé à la surface du sol, en formant une bande continue de sol humecté. Il est très utilisé en arboriculture en ligne et où la distance entre les plants est réduite.

Le système d'irrigation localisé par goutteur est celui qui présente les plus grands avantages pour la culture fruitière et par conséquent le plus adopté actuellement. Les tuyaux latéraux sont en polyéthylène, de faible densité, avec un diamètre entre 16-20 mm, et une pression maximum de 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. Les goutteurs qui émettent l'eau d'un faible débit (4 à 16l/h) avec une pression de travail se situant autour de 1 kg/cm<sup>2</sup> sont les plus utilisés. Ils peuvent être perforés ou intégrés à l'intérieur du porte-goutteur. Si la plantation est en pente, on recommande les goutteurs autorégulants qui permettent de maintenir un débit constant malgré les différences de pression qui existent le long de la tuyauterie causées par les différences de niveau du sol.

La majorité des racines actives de l'arbre se concentre au niveau des bulbes humides. Pour assurer un bon niveau de production, il faut assurer l'humectation d'au moins 30 à 40% de la surface sous l'arbre sans quoi sans le volume racinaire développé ne serait pas capable d'assurer une alimentation suffisante de l'arbre. Une installation prévoyant une distance entre goutteurs qui assurent une humidité continue le long d'une ligne est en mesure d'assurer une alimentation suffisante des arbres. En plantation adulte, il serait plus favorable d'installer deux rampes porte-goutteurs par ligne d'arbres.

Avant d'installer un système d'irrigation, il faudrait tenir compte de la disponibilité en eau, des caractéristiques climatiques (ETP, pluviométries), les propriétés du sol et les caractéristiques de la plantation (besoin de l'espèce, densité de plantation, durée de vie prévue).

Dans les sols sablonneux, la vitesse d'infiltration de l'eau est plus grande et la capacité de rétention du sol est plus faible ce qui peut causer, respectivement, de grandes pertes d'eau par percolation en profondeur et une dessicca-

para aumentar la superficie regada se colocarán los goteros a una distancia que permita la unión de los bulbos, formando una franja continua húmeda. En plantaciones adultas es aconsejable disponer dos ramales portagoteros por línea de árboles.

A la hora de diseñar el riego, los principales factores condicionantes serán: la dotación de agua de que dispongamos, el periodo de tiempo de utilización, las propiedades del suelo y las características de la plantación.

Habrà que tener muy en cuenta la textura del suelo a la hora de diseñar el riego. En suelos arenosos el bulbo húmedo es más pequeño, la velocidad de infiltración del agua es mayor, a la vez que es menor la capacidad de su retención por el suelo, lo que puede provocar, respectivamente, grandes pérdidas de agua por percolación en profundidad y una desecación fuerte del suelo si el periodo entre riegos es excesivo. Los suelos arcillosos se comportan de forma contraria, para este tipo de suelos habrá que evitar grandes aportes de agua o una frecuencia de riego muy baja, de forma que se evite el mantener el suelo encharcado durante un periodo de tiempo muy largo, ya que ello provocaría la muerte del árbol por asfixia radicular.

Con el diseño y manejo del riego, trataremos de mojar la mayor superficie de terreno que se pueda y de mantener en la zona de goteo una humedad constante el mayor tiempo posible, a la vez que limitar las pérdidas de agua tanto por evaporación de la superficie de los bulbos, como por percolación hacia horizontes profundos de suelo.

En los últimos años se está extendido el uso del riego por goteo subterráneo, en el que las tuberías portagoteros están enterradas en el suelo, a unos 20-60 cm de profundidad. Para que este sistema sea efectivo, la parte superior del bulbo húmedo no debe llegar a la superficie del terreno, manteniéndose ésta seca.

El riego por goteo subterráneo presenta, respecto al tradicional de superficie, grandes ventajas: reduce las pérdidas de agua por evaporación de los bulbos, aumenta el volumen de

tion du sol plus importante si la période entre irrigations est élevée. Par conséquent, il faudrait prévoir dans ce type de sol, des goutteurs plus petits et une fréquence d'irrigation plus élevée. Au contraire, pour les sols argileux, il faudrait diminuer la fréquence de peur de provoquer l'asphyxie et la mort de l'arbre.

Le recours aux goutteurs souterrains est de plus en plus adopté. Cette technique consiste à enterrer les porte-goutteurs dans le sol à quelques 20-60 centimètres de profondeur. Afin que ce système soit efficace, la partie supérieure de l'humidificateur ne devrait pas arriver à la surface du sol qui reste sèche. Cette technique permet, par rapport à l'installation du système de goutte à goutte traditionnel, la réduction des pertes d'eau par évaporation, l'augmentation du volume de sol mouillé, la diminution des coûts d'entretien, la réduction de l'apparition des mauvaises herbes. Il permet en plus la circulation des engins. Parmi ses inconvénients, l'impossibilité du contrôle visuel du fonctionnement des goutteurs, les risques d'obturation des goutteurs et les cassures des tuyaux provoquées par les racines.

suelo mojado, disminuye los costes de mantenimiento, no limita el tránsito de la maquinaria y reduce la aparición de malas hierbas. Entre los principales inconvenientes se pueden mencionar los siguientes: no se puede controlar visualmente el correcto funcionamiento de los goteros, existe peligro de obturación de goteros y rotura de tuberías provocadas por las raíces del suelo. En la actualidad se están ensayando nuevos materiales, algunos de ellos ya están disponibles en el mercado, y manejos del riego que eviten estos problemas.

### 3.5.2. Necesidades de riego

Las hojas son la fábrica de la planta, en la que tiene lugar la fotosíntesis. Mediante la fijación y reducción del CO<sub>2</sub> atmosférico se sintetizan los hidratos de carbono necesarios para el desarrollo vegetativo y productivo, siendo la radiación solar la fuente energética. Para que este proceso pueda tener lugar, los estomas de las hojas deben estar abiertos para permitir la entra-

### 3.5.2. Nécessités de l'irrigation

Les feuilles sont le lieu où se déroule la photosynthèse qui permet de synthétiser les hydrates de carbone nécessaires pour le développement végétatif et productif. Afin que ce processus puisse avoir lieu, les stomates des feuilles doivent être ouvertes pour permettre l'entrée de CO<sub>2</sub> et l'échange gazeux y compris l'évaporation de l'eau des feuilles vers l'atmosphère. Cette

**Tableau 3.5. Valeurs adoptées par la Radiation Extraterrestre (Ra, in mm/jour).**

| Latitude | Mois |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | Jan  | Fev  | Mars | Abr  | Mai  | Jun  | Jul  | Ao   | Se   | Oct  | Nov  | Dic  |
| 20° N    | 11,2 | 12,7 | 14,4 | 15,6 | 16,3 | 16,4 | 16,3 | 15,9 | 14,8 | 13,3 | 11,6 | 10,7 |
| 24° N    | 10,2 | 11,9 | 13,9 | 15,4 | 16,4 | 16,6 | 16,5 | 15,8 | 14,5 | 12,6 | 10,7 | 9,7  |
| 28° N    | 9,3  | 11,1 | 13,4 | 15,3 | 16,5 | 16,8 | 16,7 | 15,7 | 14,1 | 12,0 | 9,9  | 8,8  |
| 32° N    | 8,3  | 10,2 | 12,8 | 15,0 | 16,5 | 17,0 | 16,8 | 15,6 | 13,6 | 11,2 | 9,0  | 7,8  |
| 36° N    | 7,4  | 9,4  | 12,1 | 14,7 | 16,4 | 17,2 | 16,7 | 15,4 | 13,1 | 10,6 | 8,0  | 6,6  |
| 40° N    | 6,4  | 8,6  | 11,4 | 14,3 | 16,4 | 17,3 | 16,7 | 15,2 | 12,5 | 9,6  | 7,0  | 5,7  |
| 44° N    | 5,3  | 7,6  | 10,6 | 13,7 | 16,1 | 17,2 | 16,6 | 14,7 | 11,9 | 8,7  | 6,0  | 4,7  |
| 48° N    | 4,3  | 6,6  | 9,8  | 13,0 | 15,9 | 17,2 | 16,5 | 14,3 | 11,2 | 7,8  | 5,0  | 3,7  |
| 20° S    | 17,3 | 16,5 | 15,0 | 13,0 | 11,0 | 10,0 | 10,4 | 12,0 | 13,9 | 15,3 | 17,0 | 17,4 |
| 24° S    | 17,5 | 16,5 | 14,6 | 12,3 | 10,2 | 9,1  | 9,5  | 11,2 | 13,4 | 15,6 | 17,1 | 17,7 |
| 28° S    | 17,7 | 16,4 | 14,3 | 11,6 | 9,3  | 8,2  | 8,6  | 10,4 | 13,0 | 15,4 | 17,2 | 17,9 |
| 32° S    | 17,8 | 16,2 | 13,8 | 10,9 | 8,5  | 7,3  | 7,7  | 9,6  | 12,4 | 15,1 | 17,2 | 18,1 |
| 36° S    | 17,9 | 16,0 | 13,2 | 10,1 | 7,5  | 6,3  | 6,8  | 8,8  | 11,7 | 14,6 | 17,0 | 18,2 |
| 40° S    | 17,9 | 15,7 | 12,5 | 9,2  | 6,6  | 5,3  | 5,9  | 7,9  | 11,0 | 14,2 | 16,9 | 18,3 |
| 44° S    | 17,8 | 15,3 | 11,9 | 8,4  | 5,7  | 4,4  | 4,9  | 6,9  | 10,2 | 13,7 | 16,7 | 18,3 |
| 48° S    | 17,6 | 14,9 | 11,2 | 7,5  | 4,7  | 3,5  | 4,0  | 6,0  | 9,3  | 13,2 | 16,6 | 18,2 |

Source: Orgaz et Fereres, 1999.

da de CO<sub>2</sub>, pero al mismo tiempo se produce un intercambio gaseoso, con pérdida de vapor de agua desde las hojas a la atmósfera. Esta pérdida de agua se conoce como transpiración y es el coste que debe pagar el cultivo para producir biomasa.

Si la cantidad de agua que la planta puede absorber del suelo es inferior a las pérdidas por transpiración, la planta sufrirá un estrés hídrico que reduce el proceso fotosintético. Por tanto, para alcanzar las máximas producciones el contenido de agua en el suelo debe ser el suficiente para que la planta pueda extraer la cantidad de agua que pierde en la transpiración. Esta cantidad de agua transpirada, más la que se pierde por evaporación directa desde la superficie del suelo, constituye lo que se denomina evapotranspiración máxima del cultivo (ET<sub>c</sub>). Si la lluvia natural no cubre las demandas de la ET<sub>c</sub>, habrá que realizar un aporte de agua mediante riego para que las producciones no se vean reducidas.

La evapotranspiración máxima del cultivo puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$ET_c = ET_o \times k_c \times k_r$$

ET<sub>o</sub>: evapotranspiración de referencia

K<sub>c</sub>: coeficiente de cultivo

K<sub>r</sub>: coeficiente reductor

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera, correspondiendo a la demanda evaporativa de una pradera de gramíneas que crece sin limitaciones. Existen diversas expresiones para su cálculo, siendo la de Hargreaves una de las más utilizadas por su sencillez y aceptable grado de precisión:

$$ET_o \text{ (mm/día)} = 0,0023 \times Ra \text{ (mm/día)} \times (T_m + 17,8) \times (T_{mx} - T_{min})^{1/2}$$

Ra: Radiación extraterrestre. Los valores que puede adoptar se recogen en el Cuadro 3.5.

T<sub>m</sub>: temperaturas medias, en °C, para

perle d'eau est connue sous la transpiration et c'est le coût qui doit être payé par la culture pour produire la biomasse.

Si la quantité d'eau que la plante peut absorber du sol est inférieure aux pertes par transpiration, la plante souffre de stress hydrique qui réduit le processus de photosynthèse. Par conséquent, pour atteindre le maximum de production, la disponibilité d'eau dans le sol doit être suffisant afin que la plante puisse extraire la quantité d'eau qu'elle perd par transpiration. Cette quantité d'eau transpirée, plus celle qui est perdue par évaporation directe de la surface du sol, constitue ce qui est on appelle l'évapotranspiration maximale de la culture (ET<sub>c</sub>). Si la pluie naturelle ne couvre pas les demandes de l'ET<sub>c</sub>, on doit faire des apports d'eau au moyen d'irrigation afin que les productions ne soient pas réduites.

L'évapotranspiration maximum de la culture peut être calculée au moyen de la formule suivante:

$$ET_c = ET_o \times k_c \times k_r$$

ET<sub>o</sub>: évapotranspiration de référence

K<sub>c</sub>: coefficient de la culture

K<sub>r</sub>: coefficient réducteur

L'évapotranspiration de référence (ET<sub>o</sub>) mesure la demande de l'évaporation de l'atmosphère, correspondant à l'évaporation demandée d'une prairie de graminées qui pousse sans limitation. Des expressions diverses existent pour son calcul, celle de Hargreaves est une des plus utilisées pour sa simplicité et son niveau de précision acceptable:

$$ET_o \text{ (mm/día)} = 0,0023 \times Ra \text{ (mm/día)} \times (T_m + 17,8) \times (T_{mx} - T_{min})^{1/2}$$

Ra: Radiation extraterrestre. Les valeurs pouvant être adoptées sont dans le Tableau 3.5

T<sub>m</sub>: Températures moyennes, en C°, pour la période considérée.

el periodo considerado.

Tmx: temperaturas medias de las máximas, en °C, para el periodo considerado..

Tmin: temperaturas medias de las mínimas, en °C, para el periodo considerado..

El coeficiente de cultivo (kc), corrige la diferencia existente entre la evapotranspiración de una pradera (ETo) y la del cultivo de que se trate. En el caso de cultivos herbáceos el kc suele ser siempre superior a 1, para especies arbóreas como el olivo o el almendro, su valor es inferior a la unidad. Los valores del kc varían en función de las condiciones climáticas de cada zona y del sistema de cultivo, en el Cuadro 3.6 se recoge una estimación de estos valores.

El coeficiente corrector (kr), corrige el efecto que el desarrollo del árbol tiene sobre la evapotranspiración. Su valor puede oscilar desde poco más de 0 (para una plantación recién plantada), hasta 1 (para una plantación adulta, intensiva y con riego). Para el olivar, cultivo muy similar al almendro, Fereres (1981) determinó la siguiente expresión para el cálculo de la kr:

$$Kr = 2 \times Sc/100$$

Sc: superficie cubierta.

La Sc indica el porcentaje de la superficie del suelo que está sombreada por la copa de

Tmx: Températures moyennes des maximas en C°, pour la période considérée.

Tmin: Températures moyennes des minimas en C°, pour la période considérée.

Le coefficient cultural (kc), corrige la différence existante entre l'évapotranspiration d'une prairie (ETo) et de la culture traitée. Dans le cas des cultures herbacées le kc est normalement supérieur à 1, pour des espèces arboricoles comme l'olivier ou l'amandier, sa valeur est inférieure à un . Les valeurs du kc varient en fonction des conditions climatiques de chaque région et du système de culture, dans le Tableau 3.6 on trouve une estimation de ces valeurs.

Le coefficient correctif (kr), corrige l'effet du développement de l'arbre sur l'évapotranspiration. Sa valeur peut osciller d'un peu plus que 0 (nouvelle plantation) jusqu'à 1 (plantation adulte, intensive et irriguée). Pour l'olivier, culture très semblable à l'amandier, Fereres (1981) a déterminé l'expression suivante pour le calcul du kr:

$$Kr = 2 \times Sc/100$$

Sc= surface couverte.

La surface couverte (Sc) indique le pourcentage de la surface du sol qui est ombr-

**Tableau 3.6. Valeurs adoptées par le coefficient cultural (Kc) dans l'amandier, en fonction des conditions climatiques et du système de culture.**

| Etat du sol  | Type à vent   | Mois |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|              |               | Mo   | Av   | Mai  | Jn   | Jl   | Ao   | Se   | Oct  | No   |
| Avec Couvert | Modéré/Humide | 0,8  | 0,85 | 0,9  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 0,95 | 0,8  | 0,8  |
|              | Fort/Humide   | 0,8  | 0,9  | 0,95 | 1,0  | 1,1  | 1,1  | 1,0  | 0,85 | 0,8  |
|              | Modéré/Sec    | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,1  | 0,9  | 0,85 |
|              | Fort/Sec      | 0,85 | 1,0  | 1,1  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,15 | 0,95 | 0,85 |
| Sol Nu       | Modéré/Humide | 0,55 | 0,7  | 0,75 | 0,8  | 0,8  | 0,7  | 0,7  | 0,65 | 0,65 |
|              | Fort/Humide   | 0,55 | 0,7  | 0,75 | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,75 | 0,7  | 0,6  |
|              | Modéré/Sec    | 0,5  | 0,7  | 0,85 | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,8  | 0,75 | 0,65 |
|              | Fort/Sec      | 0,5  | 0,75 | 0,9  | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,85 | 0,8  | 0,7  |

Source: FAO.



los árboles. Se calcula mediante la expresión:

$$Sc = (\pi \times D^2 \times N)/400$$

D: diámetro medio de la copa.

N: densidad de plantación, en árboles/ha.

Mediante este método se puede estimar, de forma bastante aproximada, la ETc del almendro, que serán las necesidades máximas estacionales de agua que requiere el cultivo.

En el caso de que la lluvia natural no cubra estas necesidades de la ETc, habrá que aportar agua mediante riego para que el árbol no sufra estrés hídrico y no se vean mermadas las producciones. Además de la lluvia natural, también hay que considerar la reserva de agua almacenada en el suelo, con lo que las necesidades de riego o riego neto (RN) para un periodo de tiempo considerado vendrán dadas por la diferencia del valor de la ETc menos los valores de la reserva de agua en el suelo y de la precipitación efectiva (PE):

$$RN = ETc - PE - \text{Reserva de agua en el suelo}$$

Una parte del agua de lluvia puede perderse por escorrentía superficial o por percolación en profundidad, denominándose como precipitación efectiva a la cantidad de agua de lluvia que queda almacenada en el suelo a disposición del cultivo. Para su estimación se pueden utilizar los siguientes criterios:

- Si la precipitación (P) es inferior a 250 mm/mes:

$$PE = P \times (125 - (0,2 \times P) / 125)$$

- Si la precipitación (P) es superior a 250 mm/mes:

$$PE = 125 + (0,1 \times P)$$

- Las precipitaciones de verano inferiores a 25 mm/día se consideran despreciables a efectos de lluvia efectiva.

El método más utilizado para la programación de riegos es el del balance de agua. Este

se calcula mediante la expresión:

$$Sc = (\pi \times D^2 \times N)/400$$

D: diámetro medio de la coupe.

N: densité du plantation, en arbres/ha.

Au moyen de cette méthode on peut estimer approximativement l'ETc de l'amandier en fonction des saisons.

Au cas où la pluie ne couvre pas ces besoins (l'ETc), on doit faire des apports d'eau au moyen d'irrigation afin que l'arbre ne souffre pas du stress hydrique et les productions ne soient pas réduites. En plus de la pluviométrie, on doit aussi considérer la réserve d'eau entreposée. Les nécessités d'irrigation nette (RN) pour une période de temps considérée est donnée par la formule suivante: différence de la valeur de l'ETc moins la valeur de la réserve d'eau dans le sol et les précipitations effective (PE):

$$RN \text{ (Irrigation nette)} = ETc - PE - \text{Réserve d'eau dans le sol}$$

Une partie de l'eau de la pluie peut être perdue pour ruissellement superficiel ou par percolation en profondeur. La PE (précipitation effective) est la quantité d'eau de pluie qui est entreposée dans le sol et donc mise à la disposition de la culture. Pour son estimation les approches suivantes peuvent être utilisées:

- Si la précipitation (P) est inférieure à 250 mm/mois:

$$PE = P \times (125 - (0,2 \times P) / 125)$$

- Si la précipitation (P) est supérieure à 250 mm/mois:

$$PE = 125 + (0,1 \times P)$$

- Les précipitations de l'été inférieures à 25 mm/jour sont considérés sans valeur à effets de pluie effective.

La méthode la plus utilisée, pour la programmation d'irrigation, est celle du bilan. Elle est basée sur le calcul des variations du con-

método se basa en el cálculo de las variaciones del contenido de agua en el suelo (AS), como la diferencia entre las entradas (lluvia más riego) y las salidas (evapotranspiración del cultivo) de agua al sistema. El balance de agua para un periodo de tiempo considerado vendrá dado por la ecuación:

$$AS_t - AS_{t-1} = RN + PE - ETc$$

$$AS_t = AS_{t-1} + RN + PE - ETc$$

AS: contenido de agua en el suelo, expresado en mm.  $AS_{t-1}$  será el valor al inicio del periodo considerado y  $AS_t$  el alcanzado al final del periodo.

Para el cálculo de riegos es más práctico expresar el contenido de agua en el suelo (AS) como la cantidad de agua que le falta al suelo para estar lleno, lo que se conoce como déficit de agua en el suelo (DAS):

$$DAS_t = DAS_{t-1} + ETc - RN - PE$$

DAS es el déficit de agua en el suelo, expresado en mm.  $DAS_{t-1}$  será el valor al inicio del periodo considerado y  $DAS_t$  el alcanzado al final del periodo.

El valor umbral del déficit de agua en el suelo, por encima del cual la producción disminuye al verse la planta afectada por un déficit hídrico, se denomina déficit de agua en el suelo permisible (DASP). Por tanto, el riego debería ser programado de forma tal que el DAS sea, en todo momento, inferior al DASP.

La cantidad de agua disponible de un suelo será la diferencia entre la cantidad de agua que es capaz de retener a capacidad de campo (CC) y la cantidad de agua que tiene en punto de marchitez permanente (PMP). Si esta diferencia la multiplicamos por la profundidad del suelo en la que se pueden desarrollar las raíces (Zr), tendremos el agua disponible para el cultivo (AD):

tenu d'eau dans le sol (AS) par la différence entre les entrées (pluie + irrigation) et les sorties (évapotranspiration de la culture). Le bilan d'eau pour une période de temps considérée est donnée par l'équation:

$$AS_t - AS_{t-1} = RN + PE - ETc$$

$$AS_t = AS_{t-1} + RN + PE - ETc$$

AS: contenu d'eau dans le sol, exprimé en mm.

$AS_{t-1}$ : la valeur initiale de la période considérée

$AS_t$ : celui de la fin de la période.

Pour le calcul des irrigations, il est pratique d'exprimer le contenu d'eau dans le sol (AS) comme la quantité d'eau qui manque au sol pour être saturé, ce qui est connu comme déficit d'eau dans le sol (DAS):

$$DAS_t = DAS_{t-1} + ETc - RN - PE$$

DAS est le déficit d'eau du sol, exprimé dans mm.

$DAS_{t-1}$  est la valeur initiale de la période considérée

$DAS_t$  est le contenu à la fin de la période.

Le seuil de la valeur du déficit d'eau dans le sol au dessus duquel la production diminue est appelé déficit admissible (DASP). L'irrigation sera programmée de manière à ce que DAS soit à tout moment, inférieur au DASP.

La quantité d'eau disponible d'un sol est la différence entre la quantité d'eau qui est capable d'être retenue (CC) et la quantité d'eau du point de flétrissement permanent (PFP). Si on multiplie cette différence par la profondeur du sol dans lequel les racines peuvent se développer (Zr), nous aurons l'eau disponible (AD) pour la culture:

$$AD = (CC - PFP) \times Zr$$

AD: Eau disponible du sol pour la culture, exprimée dans mm.

CC: Capacité du Champ, exprimée en humidité volumétrique (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>).

$$AD = (CC - PMP) \times Zr$$

AD: agua en el suelo disponible para el cultivo, expresada en mm.

CC: Capacidad de Campo, expresada en humedad volumétrica (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>).

PMP: Punto de marchitez permanente, expresado en humedad volumétrica (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>).

Zr: profundidad del sistema radicular en el suelo, expresada en mm.

PFM: Point de flétrissement permanent, exprimé en humidité volumétrique (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>).

Zr: profondeur du système racinaire dans le sol, exprimé dans mm.

**Tableau 3.7. Tableau du point de flétrissement permanent (PFM) et de la capacité au champ (CC) en fonction de la texture du sol.**

| Texture       | PFM (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) | CC (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) |
|---------------|---|--|
| Sable         | 0,07                                    | 0,15                                   |
| Franco/Sable  | 0,08                                    | 0,21                                   |
| Franco        | 0,14                                    | 0,31                                   |
| Franco/Argile | 0,17                                    | 0,35                                   |
| Argile/Limon  | 0,20                                    | 0,40                                   |
| Argile        | 0,21                                    | 0,44                                   |

Source: Orgaz et Fereres, 1999.

En el Cuadro 3.7 se recogen los valores aproximados que pueden alcanzar la CC y el PMP, en función de la textura del suelo. En cuanto al valor de la profundidad del sistema radicular, dependerá de la existencia de algún estrato del suelo que, por sus características físicas o químicas, impida la penetración de las raíces. Normalmente esta profundidad suele ser de unos 100 cm.

El valor del déficit de agua en el suelo permisible (DASP) será una fracción o porcentaje del agua en el suelo disponible para el cultivo (AD). Este valor es específico para cada cultivo, en el caso del olivar, que tiene muchas similitudes con el almendro, está estimado en el 75% (Orgaz y Fereres, 1999). Esto quiere decir que podemos agotar el agua disponible en el suelo en un 75% sin que se vea reducida la producción.

$$DASP = 0,75 \times AD$$

$$DASP = 0,75 \times (CC - PMP) \times Zr$$

En el caso de riego por goteo sin limitaciones de agua y de elevada frecuencia, se mantie-

Le Tableau 3.7 montre les valeurs approximatives du CC du PFM en fonction de la texture du sol. Comme la valeur de la profondeur du système racinaire, dépend de l'existence de strate du sol qui, pour ses caractères physiques ou chimique, met obstacle à la pénétration des racines. Normalement cette profondeur est de quelques 1000 mm.

La valeur admissible du déficit d'eau dans le sol (DASP) est la proportion de l'eau disponible pour la culture (AD). Cette valeur est spécifique pour chaque culture et dans le cas de l'olivier qui a beaucoup de ressemblances avec l'amandier, elle est estimée à 75% (Orgaz et Fereres, 1999). En dessous de cette valeur (75%) la production est réduite.

$$DASP = 0,75 \times AD$$

$$DASP = 0,75 \times (CC - PFM) \times Zr$$

Dans le cas d'irrigation par goutte à goutte, sans limitation d'eau, et avec une fréquence élevée, pour maintenir le bulbe à un

ne una humedad constante en el bulbo húmedo y no suele tenerse en cuenta las reservas de agua del suelo. Para este caso las necesidades de riego o riego neto (RN) vendrán dadas por la fórmula:

$$\text{RN} = \text{ETc} - \text{PE}$$

Con este criterio se repone mediante riego la misma cantidad de agua que se pierde por la evapotranspiración máxima del cultivo, manteniendo siempre el perfil del suelo lleno de agua. Este sistema presenta la seguridad de que el cultivo no padecerá en ningún momento déficit hídrico, sin embargo tiene el inconveniente de necesitar una dotación de agua mayor y el de ser menos eficiente, ya que aporta una cantidad de agua superior a la necesaria.

Para aumentar la eficiencia y disminuir las dotaciones de agua, se puede seguir la estrategia del riego deficitario. El criterio es el de aportar una cantidad de agua menor a las necesidades ( $\text{ETc} - \text{PE}$ ), siempre y cuando éste recorte en el agua de riego sea compensado por la extracción de agua de la reserva del suelo. Con este criterio las necesidades de riego o riego neto (RN) vendrán dadas por la fórmula:

$$\text{RN} = (\text{DAS}_{t-1} - \text{DAS}_t) + \text{ETc} - \text{PE}$$

Para evitar situaciones de estrés hídrico, el DAS debe ser, en todo momento, inferior al DASP. En condiciones normales, en la estación de lluvias (otoño, invierno) suele llenarse de agua el perfil del suelo, con lo que se inicia el periodo de riego en primavera con un  $\text{DAS}=0$ . Este sistema requiere un programación y cálculos más técnicos y precisos, debiéndose de considerar las condiciones meteorológicas de cada año y las características particulares de cada zona de cultivo.

En el supuesto de que las dotaciones de agua disponibles sean inferiores a las necesidades plenas de riego, se deberá aplicar lo que se denomina un riego deficitario controlado. Este método se basa en aplicar las necesidades de

taux maximale d'humidité, les apports d'irrigation (irrigation nette) sont données par la formule:

$$\text{RN} = \text{ETc} - \text{PE}$$

Avec cette approche, on apporte, par arrosage, la même quantité d'eau qui est perdue par l'évaporation maximum de la culture. Ce système présente l'avantage que la culture ne souffre en aucun moment du déficit hydrique, cependant il a l'inconvénient de nécessiter un besoin d'eau important même si elle n'est d'aucune utilité.

Pour augmenter l'efficacité et diminuer les dotations d'eau, la stratégie de l'arrosage déficitaire peut être suivie. L'approche consiste à apporter juste d'eau nécessaire ( $\text{ETc} - \text{PE}$ ), à condition que l'eau de réserve du sol apporte la compensation. Cette quantité qui est appelée arrosage net (RN) est donnée par la formule:

$$\text{RN} = (\text{DAS}_{t-1} - \text{DAS}_t) + \text{ETc} - \text{PE}$$

Pour éviter des situations de stress hydrique, le DAS doit être inférieur au DASP. En conditions normales (période pluvieuses), les irrigations ne sont apportées qu'à partir du printemps où le  $\text{DAS}=0$ . Ce système exige une programmation et un calcul précis, tout en tenant en considération les conditions météorologiques de chaque année et les caractéristiques particulières de chaque région de la culture.

Dans le cas où les dotations d'eau sont inférieures aux nécessités de pleines irrigations, on doit appliquer ce qui est dénommé arrosage du déficit contrôlé. Cette méthode consiste à baser le calcul sur les besoins de la période végétative où l'arbre est sensible au stress hydrique; et pendant les périodes où le stress hydrique a un effet négatif par rapport à une irrigation idéale. Cette méthode permet de réduire la consommation d'eau de plus de 40% par rapport à l'irrigation de pleine demande. Au-delà de ce taux de réduction, on risque de pénaliser la production.

Pour l'amandier, on doit éviter les situations de stress hydrique pendant les premières

riego, teóricamente calculadas, en aquellos momentos del periodo vegetativo en los que el árbol es más sensible al estrés hídrico; mientras que en los periodos en los que el efecto negativo del estrés hídrico es menor, el aporte de agua es bastante inferior a las necesidades de riego ideales. Con este sistema se puede reducir el consumo de agua en más del 40% con respecto al riego a “plena demanda”, sin que la bajada en producción se vea muy penalizada. Para el caso concreto del almendro se deben evitar situaciones de estrés hídrico en las primeras fases del ciclo vegetativo, correspondientes al rápido crecimiento vegetativo y del fruto.

### 3.5.3. Calidad agronómica del agua de riego

El agua en la naturaleza no existe en estado puro, sino conteniendo siempre sales solubles. Existe una gran variabilidad, espacial y temporal, en el contenido de sales en el agua, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo. Estas diferencias vienen dadas, principalmente, por la distinta naturaleza de los materiales geológicos con los que el agua contacta en su discurrir por cauces superficiales o subterráneos, y por las variaciones de las condiciones climáticas.

Una vez aplicada al terreno de cultivo, una parte del agua de riego se puede lixiviar (percolando a capas profundas del terreno y arrastrando con ella los compuestos que lleva disueltos), mientras que el resto queda almacenada en el suelo. Esta última fracción pasa finalmente a la atmósfera en forma de vapor de agua, a través del proceso de evapotranspiración, quedando en el suelo la mayoría de las sales y demás compuestos que llevaba en disolución, con lo que va aumentando progresivamente la concentración de sales en la disolución del suelo. Según la naturaleza y cantidad de estas sales, pueden producirse daños severos en el cultivo e incluso alterarse gravemente las características físico-químicas del suelo.

Los principales problemas que puede presentar el uso de un agua de riego de mala

phases du cycle végétatif, correspondant au développement rapide du fruit.

### 3.5.3. Qualité de l'eau d'irrigation

Dans la nature, l'eau n'est pas à l'état pur, mais contient toujours des sels solubles. Une grande variabilité caractérise ce contenu aussi bien au niveau quantitatif que qualitatif. Elle provient, principalement, de la nature différente géologique du matériel avec lequel l'eau est en contacte dans son passage superficiel ou souterrain.

Une fois appliqué au sol de la culture, une partie de l'eau d'irrigation est lessivée (percolation en couches profondes du sol et dissolution de composés avec frottement), pendant que le reste est entreposé dans le sol. Cette dernière fraction passe finalement à l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau, à travers le processus de l'évapotranspiration, laissant la plus grande partie des sels et les matières qu'elle entraîne en solution. Cela va augmenter progressivement la concentration de sels dans le sol. Suivant la nature et la quantité de ces sels, des dégâts sévères peuvent avoir lieu sur la culture et même perdre gravement les caractéristiques physico-chimiques du sol.

Les problèmes principaux qui peuvent se présenter de l'utilisation d'une mauvaise eau sont: la salinité et sodification du sol, phytotoxi-

calidad son: salinización y sodización del suelo, fitotoxicidad por elementos tóxicos y deterioro de las instalaciones.

### **Toma de muestras**

Para que una muestra de agua sea representativa de la masa de agua que se pretende analizar, se debe poner especial cuidado y atención en la operación de muestreo. En el caso de agua procedente de captaciones subterráneas, no se cogerá la muestra inmediatamente después de iniciado el bombeo, pues en los periodos de parada se pueden producir concentraciones puntuales en algún elemento. Si la toma se hace sobre aguas superficiales (por ejemplo, en acequias o canales), se hará en zonas de corriente, nunca en remansos o remolinos, y en puntos situados a una profundidad media y en mitad de la corriente.

Se tomará un volumen de muestra de 1 a 2 litros. El recipiente a utilizar debería ser de plástico, que es más resistente al transporte que el vidrio. Si se coloca un tapón de corcho es aconsejable recubrirlo con papel de aluminio, asegurándonos siempre de la buena estanqueidad del cierre. El recipiente y tapón deben estar completamente limpios y exentos de cualquier contaminante, debiéndose enjuagar varias veces con el agua a muestrear. Al recipiente se debe pegar una etiqueta que recoja todos los datos necesarios para la identificación de la muestra. Su envío al laboratorio debe ser inmediato para evitar posibles alteraciones; en caso contrario debe mantenerse en frigorífico, pues las temperaturas altas favorecen la precipitación de calcio y bicarbonato. Estas precipitaciones también se ven incrementadas en condiciones de alta aireación, por lo que es conveniente llenar con la muestra de agua casi todo el volumen del recipiente y taponarlo firmemente.

Son muy frecuentes los cambios temporales en la composición del agua, a veces a unos niveles significativos. Así, en acuíferos el contenido de sales totales suele ser mayor en verano que en el invierno; en aguas superficiales también se pueden producir modificaciones, debidas sobre

cité par les éléments toxiques et détérioration des installations.

### **Méthode de prélèvement d'échantillons d'eau**

Afin qu'un échantillon d'eau soit représentatif du volume d'eau qu'on cherche à analyser, on doit le prélever avec soin et une attention dans l'opération de l'échantillonnage. Dans le cas d'une eau souterraine, on ne prendra pas l'échantillon immédiatement après le pompage, parce que dans les périodes d'arrêt les concentrations ponctuelles peuvent avoir lieu de certains éléments. Si la prise est faite sur les eaux superficielles (par exemple, dans les séguías ou les canaux), elle s'effectue dans les régions courantes, jamais dans les remous ou les tourbillons, et en des points localisés à une demie profondeur et dans le milieu du courant.

On prendra un volume de l'échantillon de 1 à 2 litres. Le récipient à utiliser doit être en plastique, qui est plus résistant au transport que le verre. Si un bouchon de liège est placé il est recommandé de le recouvrir avec le papier d'aluminium, assurant toujours une fermeture hermétique. Le récipient et le bouchon devraient être totalement propres et exempts de tout polluant, rincé plusieurs fois avec l'eau à prélever. Le récipient doit porter une étiquette avec toutes les données nécessaires pour l'identification de l'échantillon. Son envoi au laboratoire doit être immédiat pour éviter des modifications possibles; si non il doit être placé dans un réfrigérateur, parce que les hautes températures favorisent la précipitation du calcium et du bicarbonate. Ces précipitations deviennent aussi importante en conditions de haut aération, et il est commode remplir par l'échantillon d'eau tout le volume du récipient et le boucher hermétiquement.

Les changements temporaires sont fréquents dans la composition de l'eau, quelquefois à des niveaux significatifs. Ainsi, le contenu total des sels est habituellement plus grand en été qu'en hiver. L'échantillon doit être prélevé en

todo a las diferencias de caudal y a la cantidad y tipo de materiales arrastrados por erosión. Por tanto, se tomará la muestra siempre en los períodos de riego. Si a lo largo de éstos se sospecha que pueda haber cambios en la composición del agua, se tomarán tantas muestras como sean necesarias, siempre diferenciadas, sin hacer una mezcla de aguas de distintos períodos de tiempo o procedencia.

#### Determinaciones analíticas

Los análisis deben realizarse en laboratorios de reconocida solvencia, en caso de duda se contrastaran los resultados con otro laboratorio. Al remitir las muestras, se deberá indicar al laboratorio las determinaciones que se quieren realizar.

Las determinaciones o índices que debe recoger un boletín de análisis de agua de riego se pueden agrupar en índices de primer grado (concentraciones iónicas, conductividad eléctrica, concentración de sales totales y pH), obtenidos directamente del análisis, e índices de segundo grado (relación de absorción de sodio y dureza del agua), que se determinan mediante expresiones matemáticas en las que intervienen índices de primer grado.

• **Concentraciones iónicas.** Los iones predominantes en el agua de riego y que normalmente se analizan, son los que figuran en el Cuadro 3.8, siendo habitual expresar las concentraciones en miliequivalentes por litro (meq/l),

période d'irrigation. Si au cours de cette opération il est suspecté qu'il peut avoir des changements dans la composition de l'eau, on prendra autant d'échantillons que nécessaire, toujours différencié, sans faire un mélange d'eaux des différentes périodes ou origines.

#### Déterminations analytiques

Les déterminations ou les indices du premier niveau (concentrations ioniques, conductivité électrique, concentration totale en sels et pH), obtenus directement de l'analyse, alors que les indices de second niveau (relation d'absorption de sodium et dureté de l'eau) sont déterminé au moyen d'expressions mathématiques avec ceux qui interviennent aux indices de premier niveau.

• **Concentrations ioniques.** Les ions prédominants dans l'eau d'irrigation et qui sont normalement analysés sont ceux figurants dans le Tableau 3.8, et les concentrations sont exprimés en miliequivalentes par litre (meq/l), bien qu'ils soient donnés parfois en grammes par litre (g/l), milligrammes par litre ou parties par million (1 mg/l = 1 ppm). La connaissance des valeurs des concentrations en ces ions est nécessaire pour évaluer la qualité de l'eau comme pour calculer ceux des indices de deuxième niveau.

**Tableau 3.8. Les ions prédominants dans l'eau d'irrigation et les facteurs pour convertir les unités de concentration (meq/l x factor = mg/l)**

| Ion         | Symbole                       | Facteur |
|-------------|-------------------------------|---------|
| Calcium     | Ca <sup>2+</sup>              | 20      |
| Magnesium   | Mg <sup>2+</sup>              | 12      |
| Sodium      | Na <sup>+</sup>               | 23      |
| Chlorure    | Cl                            | 35,5    |
| Bicarbonate | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 61      |
| Carbonate   | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | 30      |
| Sulfate     | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 48      |

aunque a veces se dan en gramos por litro (g/l), miligramos por litro o partes por millón (1 mg/l = 1 ppm). El conocimiento de los valores que alcanzan las concentraciones de estos iones es necesario tanto para evaluar la calidad del agua como para calcular los índices de segundo grado. Aunque tienen poca relevancia para establecer la calidad del agua de riego, también es conveniente conocer las concentraciones de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), fosfatos ( $\text{PO}_4^{2-}$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ) y boro (B), para estimar el aporte fertilizante y el riesgo de toxicidad, esto último particularmente en el caso del boro. Estas concentraciones suelen darse en mg/l. La concentración de éstos y de otros elementos nutritivos en el agua de riego es un dato que normalmente no se da en los boletines de análisis, ni es tenido en cuenta por los agricultores. Sin embargo, son relativamente frecuentes las aguas con contenidos considerables en sustancias nutritivas, debido a la contaminación de los acuíferos por el mal uso y abuso de los fertilizantes.

Cuando se utilicen aguas residuales o con posible contaminación industrial, es conveniente analizar también microelementos y metales pesados, dada la alta toxicidad de estos elementos.

• **Conductividad Eléctrica (CE).** La salinidad de un agua de riego casi siempre se mide en términos de su conductividad eléctrica. La CE cuantifica la facilidad con que la corriente eléctrica pasa a través del agua, siendo proporcional al contenido de sales solubles ionizadas. La CE suele expresarse en deciSiemens por metro (dS/m) cuando se emplea el Sistema Internacional de unidades, aunque es frecuente expresarla en milimhos por centímetro (mmho/cm) o micromhos por centímetro ( $\mu\text{mho/cm}$ ), existiendo la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mmho/cm} = 1.000 \mu\text{mho/cm}$$

Dado que la CE varía con la temperatura, su valor debe referirse a 20 °C.

Bien qu'ils sont peu importants pour établir la qualité de l'eau d'irrigation, il est aussi commode de connaître les concentrations des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), phosphates ( $\text{PO}_4^{2-}$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ) et bore (B), pour estimer l'apport d'engrais et du risque de toxicité, surtout en particulier dans le cas du bore. Ces concentrations sont données habituellement en mg/l. Ces concentrations avec celles d'autres éléments nutritifs dans l'eau d'irrigation ne sont pas normalement données sur les bulletins d'analyse, et ne sont pas tenues en compte par les agriculteurs. Cependant, il est relativement fréquent que les eaux ont un contenu considérable en substances nutritives, dû à la contamination par le mauvais usage et abus des engrais.

Quand les eaux résiduelles sont utilisées ou avec une possible contamination industrielle, c'est commode d'analyser aussi la haute toxicité de ces éléments en micro-éléments et métaux lourds.

• **Conductivité électrique (CE).** La salinité de l'eau d'irrigation est mesurée presque toujours en terme de conductivité électrique. La CE mesure la facilité avec laquelle passe le courant électrique à travers l'eau, qui est proportionnel au contenu de sels solubles et ionisés. La CE est exprimée en deciSiemens par mètre (dS/m) quand le Système International d'unités est utilisé, bien que ce soit fréquent de l'exprimer en milimhos par centimètre (mmho/cm) ou micromhos pour centimètre ( $\mu\text{mho/cm}$ ), avec l'équivalence suivante:

$$1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mmho/cm} = 1.000 \mu\text{mho/cm}$$

La valeur CE varie avec la température sa valeur doit friser les 20 °C



• **Concentración de Sales Totales (ST).**

Cuantifica la cantidad total de aniones y cationes presentes en el agua de riego. Al igual que la CE, permite determinar el peligro de salinización del agua.

Normalmente se expresa en gramos por litro (g/l). Entre la concentración de sales totales y la conductividad eléctrica existe una relación aproximadamente constante, de modo que el conocimiento de uno de estos parámetros permite la estimación del otro. Dicha relación es la siguiente:

$$CE \text{ (dS/m)} = ST \text{ (g/l)} \times 0,64$$

**pH.** El valor del pH del agua de riego informa sobre la disponibilidad de ciertos macro y micronutrientes, pero no tiene utilidad para la evaluación de la calidad de la misma, por lo que no suele darse en los boletines de análisis. Valores extremos de pH son indicativos de alguna anomalía en la composición del agua.

• **Relación de Adsorción de Sodio (RAS).**

El peligro de sodización que entraña el uso de un agua de riego suele darse en términos de su Relación de Adsorción de Sodio, que se obtiene a partir de las concentraciones de sodio, calcio y magnesio. La RAS se calcula mediante la fórmula:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{1/2(Ca^{2+} + Mg^{2+})}}$$

donde las concentraciones de  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$  se expresan en miliequivalentes por litro (meq/l).

• **Dureza del agua.** Este es un parámetro utilizado para valorar la potabilidad del agua, por lo que no es frecuente que figure en el análisis de un agua para riego. La dureza se expresa en grados hidrotimétricos franceses y se calcula a partir de las concentraciones de calcio

• **Concentration totale en sels (ST).** Elle mesure la quantité totale d'anions et de cations présents dans l'eau d'irrigation. La CE, permet de déterminer le danger de salinité de l'eau.

Normalement, il est exprimé en grammes par litre (g/l). Entre la concentration totale de sels et la conductivité électrique une relation approximativement constante existe. La connaissance d'un de ces paramètres permet donc l'estimation de l'autre par la relation suivante:

$$CE \text{ (dS/m)} = ST \text{ (g/l)} \times 0,64$$

**pH.** La valeur du pH de l'eau d'irrigation donne une idée sur la disponibilité de certains macro et micro-éléments, mais elle n'est pas utilisée pour l'évaluation de sa qualité. Les valeurs extrêmes du pH sont des indicateurs de quelques anomalies dans la composition de l'eau.

• **Relation d'absorption du Sodium (RAS).** Le danger de sodification qui entre par

l'usage de l'eau d'irrigation de part sa relation d'absorption du sodium, qui est obtenue à partir de la concentration de sodium, calcium et magnésium. La RAS se calcule au moyen de la formule suivante:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{1/2(Ca^{2+} + Mg^{2+})}}$$

où les concentrations de  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  sont exprimés en miliequivalentes par litre (meq/l).

• **Dureté de l'eau.** C'est un paramètre qui évalue la potabilité de l'eau. La dureté est exprimée en niveaux hydrotimétriques français et il est calculé à partir des concentrations de calcium et magnésium, avec l'expression:

y magnesio, con la expresión:

$$\text{Grados hidrotimétricos} = ((\text{Ca}^{2+} \times 2,5) + (\text{Mg}^{2+} \times 4,12)) \times 0,1$$

donde las concentraciones deben darse en mg/l.

En el Cuadro 3.9 se recoge la valoración de la dureza del agua según los grados hidrotimétricos.

$$\text{Niveaux Hydrotimétriques} = ((\text{Ca}^{2+} \times 2,5) + (\text{Mg}^{2+} \times 4,12)) \times 0,1$$

où les concentrations sont données en mg/l.

Dans le Tableau 3.9 est donné la valorisation de la dureté de l'eau suivant les niveaux hydrométriques.

**Tableau 3.9. Valorisation de la dureté de l'eau suivant les niveaux hydrotimétriques**

| Valorisation de l'eau | Niveaux hydrotimétriques |
|-----------------------|--------------------------|
| Très douce            | < 7                      |
| Douce                 | 7-14                     |
| Modérément douce      | 15-22                    |
| Modérément dure       | 23-32                    |
| Dure                  | 33-54                    |
| Muy dura              | > 54                     |

Los citados índices son los que normalmente figuran, o deberían figurar, en un boletín de análisis de agua de riego. Cuando se trate de aguas “especiales” (aguas residuales, con alto contenido en sustancias orgánicas, o con posibilidad de algún tipo de contaminación, etc.) habrá que realizar las determinaciones analíticas específicas que se consideren oportunas.

#### Interpretación de los resultados

Para determinar la calidad agronómica de un agua de riego se deben estimar los riesgos que conlleva su uso en cuanto a salinidad, sodicidad, fitotoxicidad y deterioro de las instalaciones. El riesgo de salinización se estima a partir de los valores de la CE. El riesgo de sodización mediante la RAS, teniendo en consideración también el valor de la CE, pues para un mismo valor de la RAS el riesgo por sodización aumenta al aumentar la cantidad de sales. Respecto al riesgo de fitotoxicidad, éste se evalúa a partir de las concentraciones de aquellos elementos que

Les indices mentionnés sont habituellement figurés sur un bulletin d'analyse de l'eau d'irrigation. Quand on traite les eaux spéciales (eau résiduelle, avec contenu élevé en substances organiques, ou avec possibilité de contamination, etc.) on doit réaliser les déterminations analytiques spécifiques.

#### Interprétation des résultats

Pour déterminer la qualité agronomique de l'eau d'irrigation, on doit considérer les risques que porte leur usage en quantité de salinité, phytotoxicité et de la détérioration des installations. Le risque de salinité est estimé à partir des valeurs de CE. Les risques de sodification moyen de la RAS, tenant compte de la valeur CE, puis par le risque d'une même valeur de la RAS. Concernant pour le risque de phytotoxicité, il est évalué à partir des concentrations de ces éléments qui peuvent la provoquer, comme le bore, et le sodium.

**Tableau 3.10. Normes d'interprétation (FAO) de la qualité de l'eau d'irrigation suivant les risques de salinité, de sodification et de phytotoxicité.**

| Risque               | Niveau de restriction |             |         |
|----------------------|-----------------------|-------------|---------|
|                      | Mmoyen                | Aucun       | Élevé   |
| <b>Salinité</b>      |                       |             |         |
| CE (dS/m)            | < 0,7                 | 0,7 - 3     | > 3     |
| Totaux sels (mg/l)   | < 450                 | 450 - 2.000 | > 2.000 |
| <b>Sodification</b>  |                       |             |         |
| RAS                  |                       | CE (dS/m)   |         |
| 0 - 3                | > 0,7                 | 0,7 - 0,2   | < 0,2   |
| 3 - 6                | > 1,2                 | 1,2 - 0,3   | < 0,3   |
| 6 - 12               | > 1,9                 | 1,9 - 0,5   | < 0,5   |
| 12 - 20              | > 2,9                 | 2,9 - 1,3   | < 1,3   |
| 20 - 40              | > 5,0                 | 5,0 - 2,9   | < 2,9   |
| <b>Phytotoxicité</b> |                       |             |         |
| Sodium (RAS)         | < 3,0                 | 3,0 - 9     | > 9     |
| Chlore (mg/l)        | < 140                 | 140 - 350   | > 350   |
| Bore (mg/l)          | < 0,7                 | 0,7 - 3     | > 3     |
| Autres éléments      | (Voir Tableau 3.11)   |             |         |

Source: Ayers y Westcot, 1985

**Tableau 3.11. Concentrations maximales permises de quelques éléments dans l'eau d'irrigation.**

| Elements       | Pour l'eau utilisée continuellement en tout type de sol (mg/L) | Pour l'eau utilisée jusqu'à 20 ans en sol à texture fine et de pH de 6 à 8,5 (mg/L) |
|----------------|--|---|
| Aluminium (Al) | 5,0  | 20,0  |
| Arsenic (As)   | 0,1  | 2,0   |
| Beryllium (Be) | 0,1  | 0,5   |
| Cadmium (Cd)   | 0,01   | 0,05  |
| Chrome (Cr)    | 0,1  | 1,0   |
| Cobalte (Co)   | 0,05   | 5,0   |
| Coivre (Cu)    | 0,2  | 5,0   |
| Flúor (F)      | 1,0  | 15,0  |
| Fer (Fe)       | 5,0  | 20,0  |
| Plomb (Pb)     | 5,0  | 10,0  |
| Litium (Li)    | 2,5  | 2,5   |
| Manganese (Mn) | 0,2  | 10,0  |
| Molybdene (Mo) | 0,01   | 0,05  |
| Nickel (Ni)    | 0,2  | 2,0   |
| Selenium (Se)  | 0,02   | 0,02  |
| Vanadium (V)   | 0,1  | 1,0   |
| Zinc (Zn)      | 2,0  | 10,0  |

Source: Ayers y Westcot, 1985

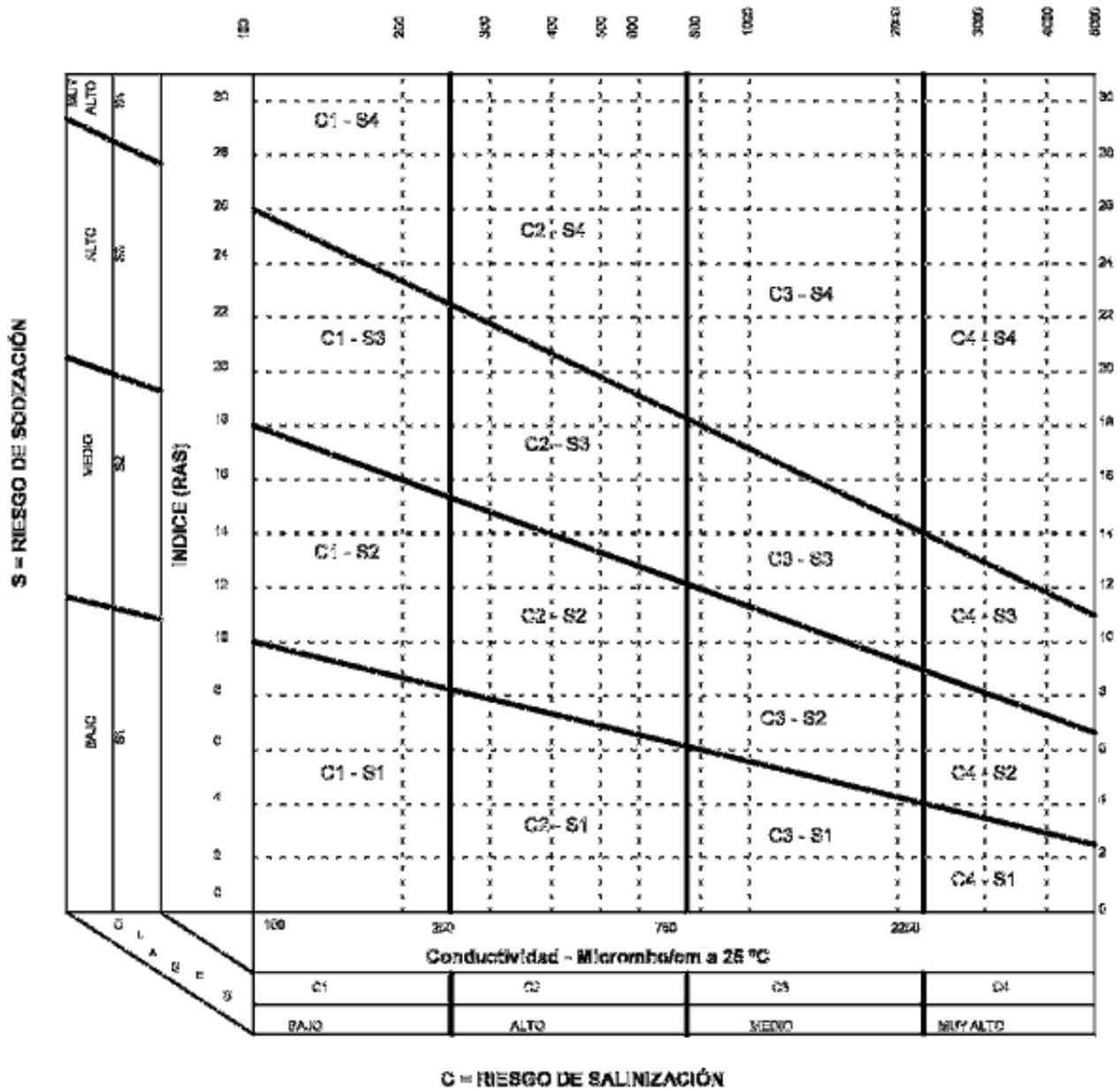


Figure 3.19. Qualité de l'eau d'irrigation, suivant les normes de laboratoire de salinité de l'USDA (normes USLL, Richard, 1954)

pueden provocarla, como el cloro, boro y sodio.

Para valorar e interpretar la calidad del agua de riego a partir de las determinaciones recogidas en los boletines de análisis, existen numerosas normas y criterios de clasificación. Las más utilizadas son las siguientes:

• Directrices FAO para interpretación de la calidad del agua de riego. Valoran el grado de restricción para el uso agrícola del agua

Pour évaluer et interpréter la qualité de l'eau d'irrigation à partir des déterminations des bulletins d'analyses, ils existent de nombreuses normes et critères de classification. Les plus utilisés sont les suivants:

• Directives FAO pour l'interprétation de la qualité de l'eau d'irrigation. Elles évaluent les niveaux de restriction pour l'usage de l'eau suivant les risques potentiels de salinité, de sodi-

según los riesgos potenciales de salinización, sodización y fitotoxicidad. Estas directrices se recogen en los Cuadros 3.10 y 3.11.

• **Normas del Laboratorio de Salinidad del USDA.** Son las más utilizadas en la valoración de las aguas de riego. Clasifican las aguas conjuntamente según el riesgo de salinización (de acuerdo con el valor que tenga la CE) y el de sodización (en función del valor que tome la RAS, teniendo en cuenta la CE). Para cada uno de estos riesgos, que se denotan con las letras C y S respectivamente, se consideran 4 grados posibles, que se designan añadiendo sufijos numéricos, del 1 al 4, al indicativo de cada riesgo, y que corresponden, respectivamente, a niveles de riesgo bajo, medio, alto y muy alto. Así, por ejemplo, la clase C3-S2 corresponde a aguas con un riesgo alto de salinidad y un riesgo medio de sodización. En la Figura 3.19 se ilustra la clasificación del agua según estas normas.

Hay que tener presente que ambos sistemas de clasificación sólo tienen en cuenta la composición química del agua para valorar su calidad. El grado de aceptación de un agua para riego está determinado, además de por su composición físico-química, por otros condicionan-

fication et de phytotoxicité. Ces directives sont résumées dans les Tableaux 3.10 et 3.11.

• **Normes du Laboratoire de Salinité de l'USDA.** Elles sont les plus utilisées dans la valorisation des eaux d'irrigation. Ils classent conjointement les eaux suivant les risques de salinité (conformément à la valeur de la CE) et de sodification (en fonction de la valeur de la RAS en tenant en compte de la CE). Pour chacun de ces risques qui sont nommés par la lettre C et S respectivement, on considère 4 niveaux possibles qui sont désignés par les suffixes numériques, de 1 à 4, l'indicatif de chaque risque, correspond, respectivement, aux niveaux de risque bas, moyen, élevé et très élevé. Par exemple, la classe C3-S2 correspond aux niveaux de risque bas, moyen, élevé et très élevé. Ainsi par exemple, la classe C3-S2 correspond à une eau avec un risque de salinité élevée et un risque moyen de sodification. Dans la Figure 3.19 est illustrée la classification de l'eau suivant ces normes.

Il est nécessaire que les deux systèmes de classification prennent en compte la composition chimique de l'eau pour valoriser sa qualité.

Le niveau d'acceptation d'une eau d'irrigation est déterminé par sa composition physico-chimique et par d'autres conditions externes,

**Tableau 3.12. Restrictions à l'usage d'eau pour la détérioration des installations de l'irrigation localisée**

| Origine                        | Restriction |                 |          |
|--------------------------------|-------------|-----------------|----------|
|                                | Aucune      | Modérée         | Sévère   |
| <b>Physique</b>                |             |                 |          |
| Solides en suspension (mg/l)   | < 50        | 50 - 100        | > 100    |
| <b>Chimique</b>                |             |                 |          |
| pH                             | < 7         | 7 - 8           | > 8      |
| Solides solubles (mg/l)        | < 500       | 500 - 2.000     | > 2.000  |
| Manganèse (mg/l)               | < 0,1       | 0,1 - 1,5       | > 1,5    |
| Fer (mg/l)                     | < 0,1       | 0,1 - 1,5       | > 1,5    |
| Acide sulfurique (mg/l)        | < 0,5       | 0,5 - 2         | > 2      |
| <b>Biologique</b>              |             |                 |          |
| Population bactérienne (n°/ml) | < 10.000    | 10.000 - 50.000 | > 50.000 |

tes externos, principalmente la especie y variedad cultivada, el tipo de suelo y el manejo del riego. Por ello, la aplicación de estas normas no puede generalizarse, debiendo tener un carácter orientativo.

Los criterios específicos para el uso del agua de riego en el almendro, por su peligro de salinización están recogidos en el Cuadro 1.5.

Por último, el Cuadro 3.12 recoge las restricciones más frecuentes por deterioro de las instalaciones.

### 3.6. Protección del Cultivo

En este capítulo se recogen las principales plagas y enfermedades del almendro, haciendo especial referencia a los siguientes aspectos, respecto a las plagas: importancia, descripción, ciclo biológico, daños, métodos de control y enemigos naturales; y para las enfermedades: agente causal, ciclo de la enfermedad, síntomas, daños y métodos de control.

En el apartado de métodos de control se recogen las referencias sobre las materias activas que se han mostrado eficaces para la lucha contra la respectiva plaga o enfermedad. Sin embargo, dadas las continuas restricciones sobre la utilización de productos químicos, a la hora de escoger el producto a aplicar, habrá que tener en cuenta los productos autorizados por la reglamentación nacional existente en el momento actual y respetar, escrupulosamente, los procedimientos de aplicación recomendados por el fabricante.

principalement l'espèce et la variété cultivée, le type de sol et la conduite de l'irrigation. Pour cela, les applications de ces normes ne peuvent pas être généralisées, et devraient avoir un caractère d'orientation. Ces approches spécifiques de salinité de l'eau d'irrigation pour la culture de l'amandier sont montrées dans le Tableaux 1.5 et 1.6 du chapitre 1.3.

Les Tableaux 3.12, montent les restrictions les plus fréquentes pour la détérioration des installations et leur traitement.

### 3.6. Protection de la culture

Dans ce chapitre, les principaux ravageurs de l'amandier sont regroupés, en faisant référence spéciale aux aspects suivants: importance, description, cycle biologique, dégâts, méthodes de contrôle et ennemis naturels. Pour les maladies les aspects relatifs à: l'agent causal, au cycle de la maladie, aux symptômes et dégâts et aux méthodes de contrôle sont traités.

Les matières actives qui sont indiquées pour la lutte chimique, ont montré leurs efficacités. Cependant, il faudrait tenir compte de la réglementation nationale en vigueur quant au choix des produits et respecter les procédures de l'application recommandées par le fabricant.

### 3.6.1. Plagas

#### PULGÓN (*Myzus persicae* (Sulzer))



**Orden:** Homóptera  
**Suborden:** Auchenorrhyncha  
**Superfamilia:** Aphidoidea  
**Familia:** Aphididae  
**Nombre vulgar:** pulgón verde

Son numerosas las especies de áfidos que afectan al almendro, dependiendo mucho de la zona donde esté la plantación y de los cultivos cercanos, ya que muchos de ellos son polífagos. Los cuatro más comunes por orden de importancia son:

- *Myzus persicae* (pulgón verde)
- *Brachycaudus helychrisi*
- *Pterochloroides persicae* (pulgón negro)
- *Brachycaudus amygdalium*

#### Importancia

El pulgón verde es probablemente el más frecuente en los frutales de hueso y de pepita. Es uno de los pulgones más polífagos que existen, siendo plaga de numerosos cultivos hortícolas y arbóreos, encontrándose extendido por todo el mundo. Su incidencia en el almendro es muy elevada.

#### Descripción

Hay individuos ápteros y alados, estos

### 3.6.1. Parasites

#### PUCERON (*Myzus persicae* (Sulzer))



**Orden:** Homoptera  
**Sous ordre:** Auchenorrhyncha  
**Super famille:** Aphidoidea  
**Familie:** Aphididae  
**Nom vulgaire:** puceron vert

Les espèces d'aphides qui affectent l'amandier sont nombreuses dont beaucoup sont polyphages. La dominance d'une espèce dépend de la région de plantation et des cultures avoisinantes. Les quatre espèces les plus rencontrées sont par ordre d'importance:

- *Persicae Myzus* (puceron vert)
- *Helychrisi Brachycaudus*
- *Persicae Pterochloroides* (puceron noir)
- *Amygdalium Brachycaudus*

#### Importance

Le puceron vert est probablement l'espèce la plus fréquente sur les rosacées à noyaux. Rencontré partout dans le monde et sur plusieurs autres cultures, le puceron vert est un insecte polyphage très fréquent sur amandier.

#### Description

Il y a des individus aptères (sans ailes)

últimos tienen cuatro alas membranosas, transparentes, siendo el primer par de mayor tamaño que el segundo.

Los adultos, de longitud aproximada entre 1,5 a 2,5 mm, son de coloración bastante uniforme que varía del verde al amarillo e incluso del pardo muy claro al negro, casi nunca poseen coloración rosácea. En la parte terminal del abdomen llevan dos tubos excretores de cera, denominados sifones. Esta cera es pegajosa y azucarada, en ocasiones de grandes ataques puede llegar a recubrir la hoja e incluso gotear en el suelo. Las hormigas son muy ávidas de esta cera, de ahí que la presencia de hormigas sea un indicativo de la existencia de pulgones. Esta cera también favorece la infección por diversos hongos.

### Ciclo Biológico

El hospedante primario son *Prunus*, fundamentalmente el melocotonero; sobre el se deposita la puesta que eclosiona a finales de invierno. Existen varias generaciones de fundatrigenas, normalmente tres, primero ápteras y posteriormente aladas.

Pasan el invierno en los frutales en forma de huevo, depositados en la base de las yemas. En primavera emergen coincidiendo con la brotación y durante la fase vegetativa se alimentan provocando curvaturas muy espectaculares de las hojas y la deformación de los brotes. Forma colonias no muy numerosas y de coloración verdosa.

### Daños

Los daños suelen aparecer en Abril-Mayo. Los pulgones suelen localizarse en el envés de la hoja. El síntoma más claro es la formación de melaza y posteriormente la presencia de hormigas. Se produce el abarquillamiento de las hojas y pueden tomar una tonalidad amarilla. También la melaza que segregan actúa como fuente de inóculo para diversas enfermedades. En el caso de ataques fuertes pueden llegar a necrosar las hojas y provocar grandes defoliaciones.

et d'autres ailés. Ces derniers ont quatre ailes membraneuses et transparentes dont les premiers sont de taille plus grande que les seconds.

Les adultes, de longueur approximative de 1,5 à 2,5 mm sont de coloration complètement uniforme qui varie du vert au jaune et même de marron très clair au noir. Dans la partie terminale de l'abdomen, ils ont deux tubes excréteurs de cire (siphons). Celle-ci est caractérisée par sa nature collante et sucrée qui, en cas d'attaque massive, elle finit par recouvrir la feuille et même tomber en goutte à goutte sur le sol. La présence de fourmis qui sont très avides de cette cire, est un indicateur de l'existence de puceron. Cette cire favorise également l'infection par divers champignons.

### Cycle Biologique

Les *Prunus*, fondamentalement le pêcher où est déposée la ponte qui va clore à la fin de l'hiver, sont les principaux hôtes. Plusieurs générations peuvent avoir lieu mais le plus souvent elles sont au nombre de trois. Les individus de la première génération sont aptères.

Les pucerons passent l'hiver dans les rosacées à noyaux sous forme d'oeuf, déposé sur la base des bourgeons. Au printemps, ils émergent, en coïncidant avec le bourgeonnement et pendant la phase végétative, et se nourrissent en causant des courbures très spectaculaires et des déformations des feuilles et des jeunes pousses. Ils forment des colonies très nombreuses de coloration verdâtre.

### Dégâts

Les dégâts apparaissent habituellement en avril/mai. Les pucerons sont localisés habituellement dans la partie inférieure de la feuille. Le symptôme le plus clair est la formation de mélasse et plus tard la présence de fourmis. Il se produit un recouvrement des feuilles qui peuvent prendre une teinte jaune. Aussi la mélasse produite agit comme source d'inoculum pour diverses maladies.



### Métodos de control

Se consigue una buena eficacia con intervenciones tempranas, antes de que aumente considerablemente la población y puedan guarse en las hojas deformadas. El tratamiento preventivo se realiza principalmente con insecticidas organofosforados.

Los pulgones desarrollan cierta resistencia a distintos insecticidas con relativa facilidad, por lo que se recomienda la alternancia en el uso de materias activas para su control.

**Materias activas recomendadas:** acefato, diazinon, imidacloprid y dimetoato.

### Enemigos naturales

Cuentan los pulgones con numerosos depredadores naturales, entre los que podemos destacar:

- *Coccinella septempunctata* “mariquita”, que devora tanto larvas como adultos.
- *Chrysopa vulgaris*, en estado larvario se alimenta de pulgones.
- Ciertos géneros de Himenópteros, pequeñas avispas, las hembras clavan en los pulgones su oviscapto para depositar los huevos que, al eclosionar devoran al huésped.

### Méthodes de contrôle

Une bonne efficacité a été obtenue avec des interventions précoces, avant que la population augmente considérablement dans les feuilles déformées. Le traitement préventif est fait principalement avec des insecticides organophosphorés.

Les pucerons développent une certaine résistance aux insecticides avec une facilité relative, c’est pourquoi on recommande une alternance dans l’usage de matières actives pour son contrôle.

**Matières actives recommandées:** acefate, diazinon et diméthoate.

### Ennemis naturels

Les pucerons ont de nombreux prédateurs naturels, parmi eux nous pouvons mettre en valeur:

- *Coccinella septempunctata* “coccinelle” qui dévore les larves comme les adultes.
- *Chrysopa vulgaris*, à l’état larvaire se nourrit de pucerons.
- Certains genres d’Hyménoptères qui sont de petites guêpes dont les femelles enfonce les pucerons pour déposer les oeufs qui, à l’éclosion dévorent l’hôte.

**GUSANO CABEZUDO** (*Capnodis tenebrionis* (L.))

**Orden:** Coleóptera  
**Suborden:** Polyphaga  
**Serie:** Elateriformia  
**Superfamilia:** Buprestoidea  
**Familia:** Buprestidae  
**Nombre vulgar:** gusano cabezudo,  
 bupréstido negro

**Importancia**

El gusano cabezudo es un coleóptero que en nuestra zona puede considerarse plaga secundaria de los frutales, aunque localmente puede revestir gran gravedad, asociada a condiciones de cultivo de secano y suelos arenosos.

**Descripción**

**Adultos.** Machos de 15-20 mm y hembras algo mayores (20-30 mm), cuerpo de color negro mate. La cabeza es ancha casi enteramente oculta por el pronoto, que es corto y ancho con dibujos en relieve y recubierto por una pruina blanca. Elitros muy duros que se estrechan progresivamente en su mitad posterior, terminando en punta roma. Debajo de los élitros se encuentra el segundo par de alas membranosas, bien desarrolladas, que permiten al insecto un vuelo fácil.

**Huevos.** De color blanco lechoso y tamaño 1,5 x 1 mm.

**Larvas.** Pueden considerarse como muy grandes, miden entre 60-70 mm, ápodas, de color blanco-amarillento y cuerpo formado por

**CAPNODE** (*Capnodis tenebrionis* (L.))

**Ordre:** Coléoptère  
**Sous ordre:** Polyphaga  
**Série:** Elateriformia  
**Superfamille:** Buprestoidea  
**Famille:** Buprestidae  
**Nom vulgaire:** Capnode noir

**Importance**

La capnode noir est un Coléoptère qui, en conditions de stress (faiblesse de l'arbre), peut des dégâts de grande importance pouvant entraîner la mort des arbres.

**Description**

**Adultes.** Les mâles sont de taille moyenne de 15-20 mm et les femelles un peu plus grandes (20-30 mm), avec des corps de couleur noir mate. La tête large est presque entièrement cachée par le pronoto qui est court et large et recouvert d'un blanc pruiné. Des élytres sont très durs et sont resserrés progressivement à la moitié postérieure en se terminant en pointe émoussée. Sous les élytres, le deuxième couple d'ailes membraneuses, bien développées permettent à l'insecte de voler facilement.

**Oeufs.** De couleur blanche laiteuse et de taille 1,5 x 1 mm.

**Larves.** Peuvent être considérées comme très grandes en mesurant entre 60 et 70 mm, de couleur blanc-jaunâtre et un corps

segmentos aplanados que se van estrechando hacia la parte posterior, siendo el primero de ellos especialmente ancho. Este estado se desarrolla en el suelo, entre las raíces de los frutales.

### Ciclo Biológico

Durante el invierno se pueden encontrar adultos refugiados en el suelo y larvas de diferentes edades en las raíces, ya que su ciclo completo dura generalmente dos años.

Cuando empiezan a subir las temperaturas, coincidiendo con el comienzo de la primavera, los adultos abandonan estos refugios dirigiéndose a las zonas soleadas de los árboles donde se alimentan de hojas, brotes tiernos, etc.

Posteriormente se aparean y las hembras se dirigen al suelo a realizar la puesta, aproximadamente en mayo, cuando las temperaturas superan los 25 °C. Cada hembra deposita unos 300 huevos.

Las larvas recién nacidas penetran en el suelo y se dirigen a las raíces donde se alimentan hasta completar su desarrollo. En ese momento se dirigen a la zona del cuello del árbol, donde pasarán al estado de ninfa. De esta saldrán los nuevos adultos, desde finales de Junio hasta Agosto, los cuales pasarán el invierno refugiados y sobrevivirán hasta el siguiente verano.

### Daños

En la parte aérea del árbol pueden observarse daños, en forma de hojas y brotes comidos, que producen los adultos al alimentarse.

El daño más grave, sin embargo, lo realizan las larvas, ya que destruyen las raíces, ocasionando un debilitamiento general del árbol, disminución de la producción, defoliaciones y llegando a provocar la muerte del árbol.

En las plantaciones afectadas se ven, a partir de mediados de Julio, árboles aislados o rodales de árboles secos. Antes de secarse los árboles se observan sobre los mismos, en la base de los troncos, emisiones de gomosis. En ocasiones se observan anillos descortezados e incluso hojas caídas al suelo.

Por sus hábitos de vida, las plantaciones en seca-

formé par des segments lisses dont le premier est spécialement large et les autres se rétrécissent vers la partie postérieure. Le déroulement du stade larvaire se passe dans le sol, entre les racines des rosacées à noyaux.

### Cycle Biologique

Durant l'hiver, on peut rencontrer des adultes réfugiés dans le sol et sur les arbres en plein repos végétatif. Des larves d'âges différents se retrouvent dans les racines. Le cycle complet est généralement de deux ans.

Quand les températures commencent à augmenter en début du printemps, les adultes abandonnent ces refuges et vont aux régions ensoleillées où ils se nourrissent de feuilles tendres des jeunes pousses. Vers le mois de Mai, les femelles descendent dans le sol pour effectuer la ponte, quand les températures dépassent les 25°C. Chacune d'elles peut déposer jusqu'à 300 oeufs.

Les premières larves pénètrent dans le sol et vont loger dans les racines où elles se nourrissent jusqu'à complètement de leur développement. Elles se logent par la suite au niveau du collet de l'arbre pour passer à l'état de nymphe. Elles passent au stade adulte, entre juin et août pour passeront l'hiver, réfugiés, et survivent jusqu'en été suivant.

### Dégâts

Au niveau de la partie aérienne, des dégâts mineurs, causés par les adultes, peuvent être observés sur les feuilles et les nouvelles pousses.

Au niveau de la partie souterraine, des dégâts plus sérieux, causés par les larves qui se nourrissent des racines, peuvent amener à leur destruction ce qui amène un affaiblissement général de l'arbre voir même sa mort.

Les plantations affectées sont caractérisées par l'apparition, à partir de la moitié de juillet, d'arbres isolés ou de groupe d'arbres desséchés. Avant le dessèchement, on peut observer au niveau de la base du tronc, l'émission de gomme.

Les plantations en conditions pluvieuses ou dans

no y suelos de textura gruesa (arenosos) son las más susceptibles de padecer esta plaga.

### Métodos de control

Es muy importante la detección precoz del problema mediante la presencia de adultos, sin esperar a apreciar los primeros árboles deprimidos.

### Lucha química contra adultos.

Consiste en pulverizar los árboles adultos con los insecticidas adecuados en el momento oportuno.

Las materias activas eficaces son: metilazinfos (insecticida amplio espectro), metiocarbe y metil-paration (microencapsulado).

Los momentos más indicados para los tratamientos son:

- Cuando los adultos invernantes hayan salido de sus refugios, desde Mayo hasta la iniciación de la puesta.
- Cuando salgan los nuevos adultos, a partir de Agosto y antes de que se retiren a los refugios invernantes.

**Lucha química contra las larvas.** El momento más adecuado es inmediatamente después de eclosionar los huevos y antes de que las larvas neonatas se introduzcan en las raíces y tallos. El tratamiento consiste en un espolvoreo o pulverización a todo el terreno, zona de goteo o en un círculo de 50 cm de radio alrededor del tronco. Las materias activas eficaces son: metilazinfos (insecticida amplio espectro) y cipermetrina. El tratamiento debe repetirse cada 25 días durante todo el periodo de puesta.

Se recomienda, como medida complementaria para su control, arrancar y quemar cuanto antes los árboles afectados, incluyendo el máximo de raíces.

**Uso de patrones resistentes.** Parece ser que las raíces de almendro amargo presentan cierta resistencia a la penetración de las larvas. Esta resistencia se cree que es producida por la presencia en las raíces de compuestos cianogénicos (prunasina y amigdalina). El patrón GF-677 está considerado como muy sensible al *Capnodis tenebrionis*, aconsejándose el patrón franco de almendro amargo o dulce (cv. 'Garrigues').

des sols de texture épaisse (sablonneux) sont les plus sensibles à ce parasite.

### Méthodes de contrôle

La détection précoce du problème, par la présence d'adulte, est très importante, sans attendre l'apparition d'arbres en dépérissement.

La lutte chimique contre les adultes. Consiste à pulvériser les arbres adultes avec des insecticides adaptés au moment opportun. Les matières actives efficaces sont: metyle-azinfos (insecticide à large spectre), methiocarbe et methyl-parathion (micro encapsulé).

Les moments les plus convenables pour les traitements sont:

- a) Quand les adultes hivernants sortent de leurs refuges, de mai jusqu'à l'initiation de la ponte.
- b) A la sortie des nouveaux adultes, au début de septembre et avant qu'ils se réfugient pour hiverner.

**Lutte chimique contre les larves.** Le moment le plus approprié est immédiatement après l'éclosion des oeufs et avant que les larves néonatales ne s'introduisent dans les racines. Le traitement consiste en un poudrage ou pulvérisation entière du sol, autour de la zone du goutteur ou en un cercle de 50 centimètre de rayon autour du tronc. Les matières actives efficaces sont: methyl-azinfos (insecticide à large spectre) et cypermetrine.

Le traitement devrait se répéter tous les 25 jours pendant la période entière de ponte. Il est recommandé, comme mesure complémentaire pour leur contrôle d'arracher et de brûler les arbres affectés, y compris le maximum de racines.

**Usage de porte-greffes résistants.** Il semble que les racines d'amandier amer présentent une certaine résistance à la pénétration des larves. On croit que cette résistance est due à la présence, dans les racines, de composants cianogéniques (Prunasine et Amygdaline). Le porte-greffe GF-677 est considéré comme très sensible au capnote et on conseille d'utiliser le porte-greffe franc de l'amandier amer ou doux (Garrigues).

**ANARSIA** (*Anarsia lineatella* (Séller))

**Orden:** Lepidoptera  
**Suborden:** Glossata  
**Superfamilia:** Gelechioidea  
**Familia:** Gelechiidae  
**Nombre vulgar:** anarsia de los frutales de hueso, minadora de los brotes

**Importancia**

Es una plaga de relativa importancia, afectando principalmente a árboles en formación. Produce daños importantes en plantaciones jóvenes, o en árboles reinjertados recientemente.

**Descripción**

**Adultos.** Son de coloración grisácea con pequeñas manchas oscuras en sus alas anteriores. Tiene un tamaño de unos 15 mm.

**Huevos.** Tienen forma ovalada, de color blanco recién puestos, que se aclaran poco después y posteriormente adquieren un tono amarillo. Miden aproximadamente 0,5 mm de largo, por 0,3 mm de anchura.

**Larvas.** Tienen un color marrón claro, con líneas más claras entre segmentos, siendo muy visibles al andar. Su tamaño varía desde 12 mm al nacer, hasta 16 mm en su máximo desarrollo.

**Crisálidas.** Son de coloración marrón oscuro y no están encerradas en un capullo.

**CHENILLE** (*Anarsia lineatella* (Séller))

**Ordre:** Lépidoptère  
**Sous ordre:** Glossata  
**Superfamilie:** Gelechioidea  
**Famille:** Gelechiidae  
**Nom vulgaire:** chenille des rosacées à noyaux

**Importance**

C'est un parasite d'importance relative, affectant principalement les arbres en formation. Il produit des dégâts importants dans les jeunes plantations ou sur les arbres greffés et jeunes.

**Description**

**Adultes.** De taille approximativement de 15 mm, ils sont de coloration grise avec des taches sombres sur leurs ailes antérieures.

**Oeufs.** Ils ont une forme ovale, de couleur blanche qui change plus tard en jaune. Ils mesurent approximativement 0,5 mm de longueur, pour 0,3 mm de largeur.

**Larves.** Ils ont une couleur marron clair, avec des lignes claires entre les segments, en étant très visible. Leur taille varie de 12 mm à la naissance, jusqu'à 16 mm dans leur développement maximum.

**Chrysalides.** Sont de coloration marron sombre.

### Ciclo Biológico

Suelen tener de dos a tres generaciones. Pasan el invierno en estado de larva de primera o segunda edad, protegida en el interior de las yemas o de la corteza. Arrojan serrín y excrementos fuera del agujero, formando unos montoncitos muy característicos. Al llegar la primavera (Marzo), coincidiendo con la floración, las larvas salen de sus refugios invernales y minan los brotes (primera generación). Posteriormente crisalidan en hojas secas, entre dos hojas o en grietas del tronco.

En presencia de frutos se alimentan de éstos, dañando la almendra. Los adultos depositan los huevos, aislados o en pequeños grupos, en las hojas pequeñas, en las yemas o sobre el fruto.

### Daños

Las larvas de primera generación penetran en los brotes provocándoles un marchitamiento característico. Este daño repercute principalmente en viveros y en árboles en formación.

La segunda generación afecta fundamentalmente al fruto, sobre todo en variedades tardías, penetrando en su interior y produciendo una caída prematura.

### Métodos de control

Como medidas culturales se recomiendan el corte y la quema de los brotes afectados.

Los tratamientos insecticidas deben hacerse en primavera, coincidiendo con el momento de eclosión de los huevos. El momento clave del ciclo puede determinarse mediante trampas tipo delta, con base engomada y feromona, en las cuales se observarán semanalmente las capturas. Los umbrales de intervención se alcanzan cuando se producen capturas de 25 adultos por trampa y semana, siempre que haya un 3% de brotes atacados o un 1% de frutos dañados.

Los tratamientos genéricos que suelen realizarse en invierno, con aceites más fosforados, son efectivos en la reducción de las poblaciones de anarsia.

### Cycle Biologique

Ils ont de deux à trois générations et passent l'hiver au stade de larve de premier ou de deuxième stade, protégés à l'intérieur des écailles des bourgeons ou dans l'écorce. Ils rejettent de la cire et des excréments en dehors du trou, formant une croûte caractéristique. A l'arrivée du printemps (mars), et au moment de la floraison, les larves sortent de leurs refuges hivernaux et minent les bourgeons (première génération). Plus tard, ils se chrysalident sur les feuilles sèches, ou sur les fissures du tronc.

En présence des fruits, ils se nourrissent de celui-ci, endommageant ainsi l'amande. Les adultes déposent les oeufs, isolés ou en petits groupes, sur les jeunes feuilles, les yeux ou sur le fruit.

### Dégâts

Les larves de première génération pénètrent dans les bourgeons provoquant un mécanisme caractéristique. Ce dégât se répercute principalement en pépinière et sur les arbres en formation. La deuxième génération affecte les variétés tardives, en pénétrant à l'intérieur des fruits en causant une chute prématurée.

### Méthodes de contrôle

Comme pratique culturale, les bourgeons affectés doivent être éliminés et brûlés.

Les traitements insecticides devraient être pratiqués au printemps, au moment de l'éclosion des oeufs. Le moment clé du cycle peut être déterminé au moyen du type delta des pièges, à base de colle et de phéromone. On observe les captures hebdomadaires. Les seuils d'intervention sont atteints quand on capte 25 adultes par piège et par semaine, toutes les fois qu'il y a 3% de bourgeons attaqués ou 1% de dégât des fruits.

Les traitements hivernaux avec des huiles dirigées aux autres parasites réduisent, les populations des chenilles.

**Materias activas eficaces:** diazinón, fenitrotión, imidacloprid y metomilo (insecticida sistémico y de contacto).

#### Enemigos naturales

Se saben de diferentes Bracónidos e Icneumonídeos (*Apanteles emarginatus*, *A. xanthostigmus*, *Paralithomastix variicornis*, *Perisierola gallicola*, *Copidosoma pyralidis*, *Elasmus flabellatus*, etc.)

### MOSQUITO VERDE

(*Empoasca vitis* (Göthe))



**Orden** Homóptera

**Suborden** Auchenorrhyncha

**Superfamilia** Cicadelloidea

**Familia** Cicadellidae

**Nombre vulgar:** mosquito verde

#### Importancia

Suele ser una plaga muy frecuente, debiéndose de combatir para evitar defoliaciones en árboles en producción y especialmente en árboles en formación y viveros.

#### Descripción

**Adultos.** Tamaño alrededor de 3,5 mm de longitud. Cuerpo de forma alargada y delgada, color verde, aunque puede presentar tonali-

**Les matières actives efficaces sont:** diazinon, fenitrotion et metomyle (insecticide systémique et de contact).

#### Ennemis naturels

Connus de différents Braconidés et Icneumonidés (*Apanteles emarginatus*, *A. Xanthostigmus*, *Paralithomastix variicornis*, *Perisierola gallicola*, *Copidosoma pyralidis*, *Elasmus flabellatus*, etc.).

### MOUCHE VERTE (*Empoasca vitis*)



**Ordre:** Homoptère

**Sous ordre:** Auchenorrhyncha

**Superfamille:** Cicadelloidea

**Famille:** Cicadellidae

**Nom vulgaire:** Mouche verte

#### Importance

C'est un parasite très fréquent qui doit être combattu pour éviter la défoliation des arbres adultes et jeunes et ceux en pépinières et durant la période de formation.

#### Description

**Adultes.** De corps de forme allongée et mince, sa taille peut atteindre 3,5 mm de lon-

dades amarillentas y ojos negros. Primer par de alas a veces con bandas de tonalidad más clara. Patas con muchas espinas, de coloración azulada y uñas negras. Abdomen de coloración clara.

**Huevos.** De forma largada y unos 0,7 mm de longitud. La puesta la hace en el interior de los tejidos.

### Ciclo Biológico

Los adultos aparecen en el cultivo hacia Febrero, coincidiendo con el inicio de la brotación. Pueden proceder de naranjos próximos o de la vegetación espontánea, donde pasan el invierno. En los frutales de hueso la dinámica poblacional presenta oscilaciones hasta principios de Agosto, momento en que prácticamente dejan de observarse.

Las primeras ninfas comienzan a observarse a finales de Abril o principios de Mayo, alcanzando su número máximo a mediados de Junio. Posteriormente, las poblaciones de este insecto disminuyen, debido a los tratamientos y a su emigración a otros cultivos como el algodón y los cítricos.

### Daños

Se alimentan succionando savia del floema en los nervios principales. Ataca a las hojas tiernas, provocando un decaimiento de la vegetación, deformación de las hojas (abarquillamiento) con un amarillamiento o enrojecimiento de los bordes y posterior necrosis. Los brotes también se ven afectados, con una parada del crecimiento y acortamiento de los entrenudos. Los daños suelen aparecer en los meses de Julio-Agosto.

En viveros y árboles en formación puede impedir el correcto desarrollo y formación de los futuros árboles.

### Métodos de control

El control es especialmente importante en viveros y árboles en formación. El umbral de tratamiento es de 2-3 ninfas por brote.

gueur. Il est de couleur verte, bien qu'il puisse présenter des taches jaunâtres. Les yeux sont noirs et la première paire d'ailes présentant quelquefois avec des bandes de teintes plus claire. Les pattes sont très épinées, de coloration bleue à noire et l'abdomen est de coloration claire.

**Oeufs.** De forme large avec approximativement 0,7 mm de longueur. La ponte se fait à l'intérieur des tissus.

### Cycle Biologique

Les adultes paraissent dans la culture vers février avec le départ en végétation. Ils peuvent venir des orangers proches ou de la végétation spontanées où ils passent l'hiver. Chez les rosacées à noyaux la population dynamique présente des variations jusqu'à fin juillet.

Les premières nymphes commencent à être observés vers la fin d'avril ou au début de mai, en atteignant leur maximum au milieu de juin. Plus tard, les populations de cet insecte, diminuent suite aux traitements et à leur émigration à d'autres cultures comme les agrumes.

### Dégâts

Ils se nourrissent en suçant le phloème des nervures principales. Ils s'attaquent aux feuilles tendres, en causant un déclin de la végétation suite aux déformations des feuilles. Celles-ci se caractérisent par un jaunissement des bordures et des nécroses postérieures. Les bourgeons sont aussi affectés et il y a lieu d'une réduction des entrenoeuds. Ces dégâts apparaissent aux mois de juillet août.

### Méthodes de contrôle

Le contrôle est particulièrement important dans les pépinières et les jeunes vergers où il est difficile de constater les dégâts pour déci-



En árboles adultos, si el control fuera necesario, el momento óptimo es en la subida de población de ninfas, hacia la primera quincena de Junio. También podría actuarse contra los adultos de Mayo, antes de la puesta, pero este tratamiento es menos eficaz, por lo que sólo se recomienda en variedades tardías.

**Materias activas eficaces:** imidacloprid (ectoparasitocida), acefato (insecticida organofosforado) y lambda cihalotrin (piretroide sintético), que accede al insecto por ingestión y contacto, actuando sobre el sistema nervioso, también ejerce cierto control sobre araña roja.

### FALSO TIGRE

(*Monosteira unicastata* (Mulsant))



**Orden** Hemiptera

**Suborden** Heteroptera

**Superfamilia** Tingoidea

**Familia** Tingidae

**Nombre vulgar:** falso tigre del almendro, negrón del almendro, chinche

#### Importancia

Es una plaga muy extendida por toda la zona mediterránea. Ataca sobre todo al almendro, aunque también se puede encontrar sobre otros frutales como melocotonero, ciruelo, etc.

#### Descripción

**Adultos.** Chinche pequeña de 2,2-2,5

der le moment du traitement. Le seuil du traitement est de 2-3 nymphes par bourgeon.

Pour les arbres adultes, si le contrôle est nécessaire, le moment optimum est le développement d'une population importante de nymphes, vers la première quinzaine de juin, avant la ponte mais ce traitement est d'une efficacité moindre et n'est recommandé que pour les variétés tardives.

#### Matières actives efficaces:

Imidaclopride (ectoparasite), Acefate (insecticide organophosphoré) et cihalotrin du Lambda (Pyrethroide synthétique) agit par ingestion et contacte sur l'insecte, il exerce aussi un certain contrôle sur les araignées jaune.

### FAUX TIGRE

(*Monosteira unicastata* (Mulsant))



**Ordre:** Hemiptere

**Sous ordre:** Heteroptère

**Superfamille:** Tingoidea

**Famille:** Tingidae

**Nom vulgaire:** Faux tigre de l'almendier, nègre de l'almendier, punaise

#### Importance

C'est un parasite très répandu dans toute la région méditerranéenne. Il s'attaque principalement à l'amandier, bien qu'on puisse le rencontrer sur d'autres cultures comme le pêcher, le prunier etc.

#### Description

**Adultes:** petite punaise de 2,2 à 2,5 mm

mm de largo por 0,8 mm de ancho. De color pardo amarillento, con franjas transversales más oscuras y la parte ventral negra. Los individuos invernantes son más oscuros y ovalados, mientras que los de primera generación tienen el cuerpo amarillo y los ojos rojos.

**Huevos.** Son de color blanco brillante, de forma elipsoidal, con un tamaño aproximado de 0,7-0,8 mm.

**Larvas.** Se agrupan en colonias en el envés de las hojas y pueden sufrir cinco mudas en 25-30 días.

### Ciclo Biológico

Inverna en estado adulto entre la corteza de los árboles, entre las plantas espontáneas y en la hojarasca del suelo. Al comienzo de la primavera, los adultos invernantes se dirigen a las hojas jóvenes, desarrollando todo su ciclo en el envés.

Realizan la puesta e introducen los huevos en el envés de las hojas, para ello hacen pequeñas hendiduras que facilitan la penetración de enfermedades bacterianas y fúngicas. Presentan 3 ó 4 generaciones anuales entre primavera y verano.

### Daños

En el haz de las hojas se produce una decoloración blanquecina formada por pequeñas manchas. En el envés pueden localizarse excrementos, melaza, negrilla, todo esto provoca un abarquillamiento de las hojas. Las picaduras conducen a un debilitamiento del árbol, pérdida de hojas y disminución de cosecha. Esta defoliación afecta al desarrollo y maduración normales de los frutos. Los daños más importantes se producen en verano, con la presencia de chinches de la tercera generación.

### Métodos de control

Debe ser controlado mediante tratamientos generalizados.

**Materias activas eficaces:** acefato, dime-toato, imidacloprid y metil-paration.

de longitud y de 0,8 mm de ancho, el insecto es de color brun-jaunâtre avec des taches noires. Les individus hivernants sont plus sombres et ovales, alors que ceux de première génération ont le corps jaune et les yeux rouges.

**Oeufs.** Elles sont de couleur blanche brillante, de forme ellipsoïdale avec une taille approximative de 0,7-0,8 mm.

**Larves.** Elles se regroupent en colonies sur la surface inférieure des feuilles et peuvent subir cinq changements en 25-30 jours.

### Cycle Biologique

Hivernent à l'état adulte dans l'écorce des arbres, au sein des plantes spontanées et dans les déchets du sol. Au début du printemps, les adultes hivernants vont se diriger vers les jeunes feuilles pour développer tout leur cycle.

Ils déposent les oeufs sur la face inférieure des feuilles, provoquant de petites fissures qui facilitent la pénétration de maladies bactériennes et fongiques. Ils ont 3 à 4 générations annuelles entre le printemps et l'été.

### Dégâts

A la base des feuilles se produit une décoloration blanchâtre formée par de petites taches. Les piqûres conduisent à un affaiblissement de l'arbre, perte de feuilles et diminution de la récolte. Cette défoliation affecte le développement et la maturation normale des fruits. Les dégâts les plus importants ont lieu en été, avec la présence de punaises de troisième génération.

### Méthode de contrôle

Le contrôle se fait au moyen de traitements généralisés.

**Matières actives efficaces:** Acefate (insecticide organophosphoré systémique, totalement soluble dans l'eau), dimetoate et methyl-parathion.

**ARAÑA AMARILLA***(Tetranychus urticae Koch)*

**Orden** Actinotrichida  
**Suborden** Actinedida  
**Superfamilia** Tetranychoida  
**Familia** Tetranychidae  
**Nombre vulgar:** araña amarilla

**Importancia**

Es una plaga extraordinariamente polífaga, causando daños graves a los cultivos hortícolas, frutales y vid. Esta plaga es poco frecuente o produce pocos daños en almendro, aunque puede aparecer como consecuencia de un abuso en los tratamientos insecticidas previos contra otras plagas.

**Descripción**

**Adultos.** Mide unos 0,5 mm por término medio, siendo algo mayores las hembras. Su cuerpo es muy transparente, apreciándose en ocasiones manchas laterales de tonalidad más oscura, que son causadas por los alimentos visibles a través de la epidermis. Su color varía con la planta huésped, la edad del ácaro, la época del año, etc.

**Huevos.** Es esférico e inicialmente incoloro, pero se vuelve amarillento al aproximarse a la eclosión.

**Larvas.** Semejante al adulto, pero hexápoda y de menor talla.

**Ciclo biológico**

Esta especie pasa el invierno como hembra adulta guarecida en diversos refugios: corteza de árboles, suelo, hojarasca y también,

**ARAIGNEE JAUNE***(Tetranychus urticae Koch)*

**Ordre:** Actinotrichida  
**Sous ordre:** Actinedida  
**Superfamille:** Tetranychoida  
**Famille:** Tetranychidae  
**Nom vulgaire:** Araignée jaune

**Importance**

C'est un parasite très polyphage, causant des dégâts sérieux sur toutes les cultures horticoles, d'arbres fruitiers aux plantes grimpanes. Ce parasite n'est pas très fréquent sur l'amandier, bien qu'il puisse paraître en conséquence à un abus d'usage d'insecticides.

**Description**

**Adulte.** Mesure approximativement 0,55 mm, et un peu plus pour les femelles. Le corps est très transparent, présentant dans certains cas des taches latérales de nuance plus sombre (nourritures visibles à travers l'épiderme). Leur couleur varie avec la plante hôte, l'âge de l'acarien, l'époque de l'année, etc.

**Oeufs.** Sont sphériques et initialement incolores, mais deviennent jaunâtre à l'approche de l'éclosion.

**Larves.** Semblables à l'adulte, mais de plus petite dimension.

**Cycle biologique**

Cette espèce passe l'hiver comme femelle adulte abritée dans divers refuges: écorce des arbres, sol, déchets et aussi, sur les cultures qu'elle attaque (vigne, arbres fruitiers, etc). Au printemps elle se déplace de préférence dans les cul-

sobre los cultivos que ataca (vid, frutales, etc).

En primavera se traslada preferentemente a los cultivos herbáceos, donde se alimenta situándose en el envés de las hojas. La puesta de huevos aislados se realiza sobre estas hojas, completándose una generación en tan sólo 15 días si las condiciones son favorables. Hacia el mes de Abril-Mayo aparecen en cultivos leñosos. A finales de otoño, las hembras se retiran a invernar.

### Daños

Produce un característico punteado amarillento en las hojas que pueden caer en ataques intensos.

La araña amarilla se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras y manchas amarillentas que pueden apreciarse por el haz como los primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación, incluso defoliación, llegando a ver telarañas. El desarrollo de la plaga se ve favorecido por las temperaturas elevadas y el ambiente seco.

### Métodos de control

**Medidas culturales.** Eliminación de plantas huésped (malas hierbas y restos de cultivo). Un exceso de abonado nitrogenado favorece el desarrollo de la araña amarilla. No abusar de insecticidas “fuertes”, como piretroides, para combatir otras plagas, ya que eliminan la fauna auxiliar depredadora de la araña. Evitar el polvo de los caminos.

La presencia de estos ácaros, procedentes de cultivos vecinos, es frecuente en almendro. Para un buen control se debe mojar bien el envés de las hojas. Al ser una plaga que se extiende por focos, pueden hacerse tratamientos localizados. Materias activas eficaces: azocicloestán, fenbutestan, tetradifon, dicofol, bromopropilato, dinobuton, etc.

**Enemigos naturales.** Un predador importante para el control de esta plaga es el coleóptero *Sterthorus punctillum*. Tienen una acción depredadora ácaros fitoseidos (*Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis*); coleópteros (*Scymnus mediterraneus* y

tures herbacées où elle se nourrit des feuilles. La ponte d'oeufs isolés est faite sur ces feuilles, accomplissant une génération tous les 15 jours si les conditions sont favorables. Vers les mois d'avril-mai, ils apparaissent dans les cultures ligneuses.

### Dégâts

Il produit un pointillé jaunâtre caractéristique sur les feuilles qui peuvent tomber en cas d'attaques intenses.

L'araignée jaune se développe sur la face dorsale des feuilles et cause des décolorations, ponctuées et des taches jaunâtres qu'on peut voir comme premiers symptômes. Avec des populations denses, il se produit des perturbations, incluant la défoliation et la formation de toile. Le développement de ce ravageur est favorisé par les hautes températures et une ambiance sèche.

### Méthodes de contrôle

**Mesures culturales.** Elimination des plantes hôtes (mauvaises herbes et le reste des cultures). Un excès d'engrais azoté favorise le développement de l'araignée jaune.

Matières actives efficaces: azocicloestán, fenbutestan, tetradifon, dicofol, bromopropilato, dinobuton, etc. Ne pas abuser d'insecticides “fort”, comme piretroides, pour lutter contre d'autres ennemis, et il faut préserver la faune auxiliaire des prédateurs de l'araignée. Pour un bon contrôle, on doit bien mouiller la face inférieure des feuilles. Comme c'est un ravageur qui se développe en foyer, des traitements localisés peuvent être pratiqués.

### Ennemis naturels

Un prédateur important pour le contrôle de ce fléau est le coleóptero *Sterthorus punctillum*.

D'autres acaríens ont une action prédatrice (*Amblyseius californicus* et *Phytoseiulus persimilis*); coleóptères (*Scymnus mediterraneus*

*Stehorus spp*); neurópterosantocóridos del género *Orius* y míridos como *Cyrtopeltis tenuis*. Efecto depredador sobre larvas tienen tisanópteros de los géneros *Scolothrips*, *Aelothrips* y *Frankliniella*.

## NEMATODOS

### Importancia

Los más frecuentes son los del género *Meloidogyne*.

### Descripción

Son una especie de gusanos de pequeño tamaño, generalmente de menos de un milímetro de longitud, que viven en el suelo. Todos ellos disponen de un estilete retráctil que clavan en las raíces, alimentándose de los jugos celulares.

### Ciclo Biológico

Los *Meloidogyne* sobreviven el invierno en el estadio de huevos. Los juveniles del segundo estadio, vermiformes son los únicos efectivos.

Las épocas en las que aparecen más juveniles suelen ser en primavera y otoño, dependiendo de la temperatura del suelo. Se desplazan hasta las raíces y se instalan en ellas, cerca del sistema vascular, provocando un aumento de tamaño y número de las mismas. El resultado de estas deformaciones es la formación de agallas o nódulos en las raíces de la planta.

Un ciclo completo puede durar unos 20-25 días en condiciones óptimas de temperatura. Pueden tener varias generaciones al año y una alta tasa de reproducción pues las hembras ponen hasta 1000 huevos.

### Daños

Los daños que producen son muy variables. Se observa una falta de vigor, clorosis, falta de crecimiento, retraso en la entrada en producción, seca de ramas apicales y menor tamaño de frutos. Ataques severos producen la muerte de plantas jóvenes.

El síntoma más característico hay que buscarlo en las raíces donde inducen la forma-

et *Stehorus spp*); neuropterosantocoridos du genre *Orius* et myridos comme *Cyrtopeltis tenuis*. L'effet déprédateur sur larves des genres *Scolothrips*, *Aelothrips* et *Frankliniella*.

## NÉMATODES

### Importance

L'attaque de nématodes est surtout constatée au niveau de la pépinière notamment le *Meloidogyne* qui est le plus fréquent.

### Description

Ce sont des vers de petite taille, généralement de moins d'un millimètre de longueur qui vivent dans le sol. Ils ont un stylet rétractile qu'il enfonce dans les racines s'alimentant du jus cellulaire.

### Cycle Biologique

Le *Meloidogyne* passe l'hiver à l'état d'ufs et les nématodes du deuxième stade, vermiformes, sont les plus vulnérables. L'époque où ils apparaissent est le printemps et l'automne, selon la température du sol. Ils se déplacent jusqu'aux racines et s'installent, près du système vasculaire en causant une augmentation de sa taille. La présence de galles et de nodosités dans les racines de la plante renseigne sur la présence d'attaque de nématodes.

Un cycle complet peut durer approximativement 20-25 jours en conditions optimales de température. Les nématodes peuvent avoir plusieurs générations par année et un taux élevé de reproduction des femelles jusqu'à 1000 oeufs.

### Dégâts

Les dégâts produits sont très variables. On observe un manque de vigueur, une chlorose, une réduction de la croissance, un retard dans l'entrée en production, un dessèchement des branches apicales et une réduction du calibre des fruits. Une attaque sévère peut entraîner la mort des jeunes plantes.

ción de unos abultamientos conocidos como agallas o nódulos, de tamaños y formas muy variables.

### Métodos de control

**Pre-plantación.** Cuando el historial de la zona a plantar tenga certeza de que existe un problema de *Meloidogyne* se procederá a la desinfección del suelo en las condiciones que se realice la plantación. Los patrones sensibles sólo deben usarse en terrenos sin antecedentes de daños y para terrenos con nematodos hay que elegir patrones resistentes.

**Post-plantación.** No se recomienda la utilización de productos químicos ya que su eficacia es contradictoria, y la conclusión más generalizada es que no se consiguen recuperar los árboles afectados.

### 3.6.2. Enfermedades

#### MONILIOSIS (*Monilia* spp.)

##### Agente causal

Las especies que causan el momificado, moniliosis o podredumbre parda de los frutos en los frutales de hueso son: *Monilia laxa* y *Monilia fructígena*.

Son ascomicetos con reproducción sexual por ascas, formadas en apotecios sobre los frutos momificados. La reproducción asexual es mediante cadenas de conidios agrupados en esporodocios.

##### Ciclo de la enfermedad

Pasa el invierno en los frutos momificados y pequeños chancros en las ramas. A finales del invierno, con condiciones favorables, se desarrollan los apotecios en los frutos momificados, los cuales infectan la floración. Con humedades altas y temperaturas suaves, la marchitez de las flores es rápida. La enfermedad progresa hacia la zona de inserción de las flores, instalándose en las ramas donde causa pequeños chancros que afectan a las yemas de madera.

En general, la sensibilidad de este pará-

### Méthode de contrôle

**Pre-plantation.** Quand on se trouve dans une région où on a la certitude qu'il y a un problème de *Meloidogyne*, on doit procéder à la désinfection du sol avant la plantation. Le choix de porte-greffes résistants aux nématodes est important aussi.

**Post plantation.** Il n'est pas recommandé d'utiliser des produits chimiques dont l'efficacité n'est pas garantie et il est surtout important de se procurer de plants d'une pépinière certifiée.

### 3.6.2. Maladies

#### MONILIA (*Monilia* spp)

##### Agent causal

Les espèces qui causent la momification et la décomposition brune des fruits chez les rosacées à noyaux sont: *Monilia laxa* et *Monilia fructígena*.

Ces champignons sont des ascomycètes avec une reproduction sexuée sur les fruits momifiés. La reproduction asexuée se fait au moyen de conidies contenues dans les spores.

##### Cycle de la maladie

L'agent passe l'hiver sur les fruits momifiés et les petites échancrures dans les branches. A la fin de l'hiver, avec les conditions favorables; le champignon se développe dans les fruits momifiés qui infectent la floraison. Avec une humidité élevée et des températures douces, le dessèchement des fleurs est rapide. La maladie progresse vers la région d'insertion des fleurs, s'installant dans les branches où il cause des petits chancres qui affectent les yeux de bois.

La persistance de bouquets de fleurs

sito depende de las condiciones climáticas del año (elevada humedad y temperaturas suaves), dándose también distinto grado de susceptibilidad entre variedades, siendo 'Marcona' muy sensible a esta enfermedad.

### Síntomas y daños

El daño se produce en la vegetación y en la producción cuando se presenta una elevada humedad atmosférica.

Los síntomas pueden aparecer en las flores, hojas, frutos y brotes. Las flores son atacadas en plena anthesis y, rápidamente, destruidas y sustituidas por un micelio abundante. En las ramas se presentan lesiones cancerosas, llamadas chancros. Inmediatamente después del ataque de *Monilia*, las hojas y los brotes presentan pequeñas áreas pardas y deprimidas, con un tamaño y coloración muy variables.

### Métodos de control

En primer lugar planificar la plantación, evitando las zonas de riesgo para esta enfermedad o empleando cultivares resistentes. Es importante proteger las plantaciones desde los primeros síntomas.

Las prácticas culturales, tales como retirada de frutos momificados y quema de brotes infectados, reducen el nivel de inóculo, pero por sí solas no controlan la enfermedad.

La lucha va dirigida, principalmente, a la destrucción de las fuentes de multiplicación del hongo (frutos momificados, ramas con chancros, etc.), seguida de tratamientos químicos durante el periodo de floración-fecundación.

El momento de aplicación es crítico a la hora de controlar la enfermedad, los fungicidas deben ser aplicados antes o inmediatamente después de periodos con temperatura y humedad óptimos para el desarrollo de la enfermedad.

Las materias activas eficaces para el control de esta enfermedad son: carbendazima, captan e iprodiona.

desséchées à l'extrémité des rameaux est le symptôme typique de la maladie.

En général, la sensibilité à ce parasite dépend des conditions climatiques de l'année (humidité élevée et températures douces) et aussi du niveau de sensibilité des variétés. Marcona très sensible à cette maladie.

### Symptômes et dégâts

Le dégât a lieu pendant la végétation et sur la production quand une humidité atmosphérique élevée est présente. Les symptômes peuvent paraître dans les fleurs, feuilles, fruits et bourgeons. Les fleurs sont attaquées dans les anthères qui sont rapidement détruites et substituées par un mycelium abondant. Dans les branches des lésions cancéreuses, appelées chancres, sont présentes. Immédiatement après l'attaque de *Monilia*, les feuilles et les bourgeons présentent une petite zone brune et déprimée avec un calibre et une coloration très variables.

### Méthodes de contrôle

En premier lieu il faut planifier la plantation, en évitant les régions de risque pour cette maladie ou utiliser des variétés résistantes. C'est important de protéger les plantations dès les premiers symptômes.

Les pratiques culturales tel l'éradication des fruits momifiés et l'incinération des bourgeons infectés réduisent les niveaux d'inoculum, mais ne suffisent pas pour contrôler la maladie.

La lutte est principalement dirigée vers la destruction des sources de multiplication du champignon (fruits momifiés, branches avec chancres, etc.), suivi par des traitements chimiques pendant la période de floraison-fecondation.

Au moment de l'application la période de contrôle de la maladie est critique, les fongicides devraient être appliqués avant ou immédiatement après des périodes de température et d'humidité optimales pour le développement de la maladie. Les matières actives efficaces pour le contrôle de cette maladie sont: Carbendazime, Captane, Benomyle et Oxychlorure de cuivre.

**MANCHA OCRE***(Polystigma ochraceum)***Agente causal**

Es el hongo *Polystigma ochraceum*, posee peritecas típicas con ascosporas unicelulares y con anamorfo, formando un estroma filamentosamente amarillo.

**Síntomas y daños**

En las hojas de los almendros se observan unas manchas amarillo-marrón al principio, que posteriormente tienen una tonalidad naranja intenso. Estas manchas pueden afectar a la mitad de la superficie foliar o a una zona sectorial de las mismas, disminuyendo la capacidad de fotosíntesis de la planta. Las manchas evolucionan a necrosis y llegan a producir defoliaciones anticipadas. Si continúan los ataques durante varios años el árbol acaba debilitado y se acelera su envejecimiento.

Normalmente sus ataques son poco intensos, sin llegar a producir daños económicos importantes, aunque en algunas variedades muy sensibles, como 'Guara' y 'Tuono', puede llegar a producir una fuerte defoliación y debilitamiento del árbol.

**Métodos de control**

Los tratamientos para su control se harán en estado fenológico H (desde mediados de Abril, hasta mitad de Mayo).

Las materias activas eficaces para el control de esta enfermedad son: captan y folpet.

**CRIBADO (*Stigmina carpophila*)****Agente causal**

El cribado o perdigonado del almendro está presente en casi todas las regiones almendricolas de España. La importancia varía con las condiciones climáticas del año. En general siempre hay inóculo suficiente para que se produzcan ataques de cierta intensidad. Suele aparecer en ataques conjuntos con *Monilia* spp.

**POLYSTIGMA***(Polystigma ochraceum)***Agent causal**

C'est le champignon *Polystigma ochraceum*, il possède des périthèces typiques avec des ascospores unicellulaires formant des filaments jaunes.

**Symptômes et dégâts**

On observe sur les feuilles des taches de couleur marron-jaune à la base de la feuille qui seront ultérieurement rouges. Ces taches peuvent affecter la moitié de la surface foliaire ou dans des régions sectorielles, diminuant la capacité de photosynthèse. Les taches évoluent en nécroses et finissent par produire des défoliations prématurées. Si les attaques persistent pendant plusieurs années, l'arbre finit par fléchir et son vieillissement est accéléré.

Les dégâts économiques sont peu importants sauf quant on est en présence de variétés très sensibles, comme Guara et Tuono, où on peut constater une forte défoliation et un affaiblissement de l'arbre.

**Méthodes de contrôle**

Les traitements se situent au stade phénologique H (de la moitié d'avril, jusqu'à la moitié de mai). Les matières actives efficaces pour le contrôle de cette maladie sont: capture, thirame, folpet, zinèbe et zirame.

**TAVELURE (*Stigmina carpophila*)****Agent causal**

La tavelure ou criblure de l'amandier est assez fréquente. L'importance varie selon les conditions climatiques de l'année. En général il y a toujours assez d'inoculum pour causer des attaques d'une certaine intensité. Elle apparaît habituellement en association avec *Monilia* spp. Parmi les champignons causant la tavelure,



Entre los hongos destaca *Stigmina carpophila*, como el más frecuente en ataques primaverales a los *Prunus*. Es un Deuteromiceto que se reproduce por conidios asexuales fusiformes, con paredes gruesas y formando esporodoquios.

### Ciclo de la enfermedad

*Stigmina carpophila* sobrevive en chancros de ramas. En ellos se forman los esporodoquios y, al final del invierno, se producen esporas que se diseminan con las lluvias, infectando hojas, brotes y frutos. Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son, además de lluvias y humedades elevadas, que existan temperaturas comprendidas entre 5-26 °C. En nuestra zona el progreso de la enfermedad se detiene durante el verano.

Las esporas del hongo germinan a temperaturas bajas e infectan las yemas en reposo, siendo fuente de inóculo en primavera.

### Síntomas y daños

Este hongo ataca tanto a las hojas como a los brotes jóvenes y fruto. En las hojas se observan inicialmente unas manchas redondeadas de color marrón rojizo que puede llegar a color violáceo, con un halo clorótico que evoluciona a necrosis circulares, las cuales hacen que el centro de la mancha se desequie y se caiga, generando los orificios característicos. También puede afectar a los frutos de almendro, que aparecen manchados y con necrosis circulares que segregan goma.

### Métodos de control

Las podas que se realizan sirven para la limpieza de los brotes afectados, pero no es una medida muy eficaz ni soluciona el problema. Se realizan tratamientos generalizados preventivos. Las materias activas eficaces para el control de esta enfermedad son: captan, ziram y mancozeb.

*Stigmina carpophila*, est considéré le plus fréquent au printemps sur les *Prunus*. C'est un Deuteromicete qui se reproduit par conidies asexuées fusiformes, avec des parois épaisses.

### Cycle de la maladie

Le *Stigmina carpophila* survit dans les chancres de branches et à la fin de l'hiver, ils produisent des spores qui sont disséminées avec les pluies, en infectant les feuilles, les bourgeons et les fruits. Les conditions favorables, pour le développement de la maladie sont, en plus des pluies et une humidité élevée, les températures comprises entre 5-26 C°. Dans la région méditerranéenne, le développement de la maladie est souvent arrêté en été.

Les spores du champignon germent à des températures basses et infectent les bourgeons en repos et deviennent source d'inoculum au printemps.

### Symptômes et dégâts

Ce champignon s'attaque aux feuilles comme aux jeunes bourgeons. Sur les feuilles, on observe quelques taches arrondies de couleur marron-rougeâtre qui peuvent virer au violacé, avec une auréole chlorotique qui va évoluer en nécroses circulaires qui se dessèchent et chutent, produisant des trous caractéristiques. Ils peuvent aussi affecter les amandes qui paraissent tachetés et avec nécrose circulaire sécrétant de la gomme.

### Méthodes de contrôle

La taille peut servir pour le nettoyage des bourgeons affectés, mais ce n'est pas une mesure très efficace. Il faut réaliser des traitements préventifs généralisés. Les matières actives efficaces pour le contrôle de cette maladie sont: captane, folpet, zinèbe et manèbe.

**LEPRA (*Taphrina deformans*)****Agente causal**

Esta enfermedad está producida por el hongo *Taphrina deformans*. Es un Ascomiceto que, a partir del micelio parásito en el interior del vegetal, forma ascas desnudas dentro de las cuales hay ocho ascosporas de reproducción sexual. También produce conidios asexuales por gemación que se multiplican dando colonias saprofitas en el exterior de la planta.

**Ciclo de la enfermedad**

Los conidios son la fase de invernación del hongo persistiendo con facilidad entre las yemas del huésped. Estos conidios germinan y penetran a través de la cutícula de las hojas jóvenes. Tras la infección se desarrolla un micelio parásito intracelular que altera el desarrollo de los tejidos, dando las malformaciones de hojas, brotes y frutos que caracterizan la enfermedad.

El desarrollo de la enfermedad está relacionado con la temperatura ambiental en el momento de la brotación. Períodos frescos y húmedos favorecen el desarrollo de la abolladura. La temperatura óptima para el desarrollo del micelio es de 20 °C. El desarrollo de la enfermedad se detiene con temperatura altas, baja humedad relativa y una intensa radiación solar, factores que provocan la marchitez de las hojas infectadas.

**Síntomas y daños**

Esta enfermedad se manifiesta principalmente en las hojas, que toman un aspecto deformado y abollado. A medida que aumenta el desarrollo vegetativo del almendro, también crece el volumen de las deformaciones. Al mismo tiempo, se producen cambios de color en las partes dañadas: los tejidos se tornan rojizos. En la cara inferior, las hojas toman un aspecto céreo-brillante, terminando por secarse y desprenderse.

En los frutos atacados se forman unas lesiones irregulares de color rojizo, pudiendo provocar su caída. En las flores, el abollado provoca el aborto, deformándolas completamente.

**CLOQUE (*Taphrina deformans*)****Agent causal**

Cette maladie est causée par le champignon *Taphrina deformans*. C'est un Ascomycète qui, à partir du mycélium parasite à l'intérieur du végétal, formant des axes dénudés dans lesquels il y a huit ascospores de reproduction sexuée. Il produit aussi des conidies asexuées qui, par germination, vont se multiplier en colonies saprophytes à l'extérieur de la plante.

**Cycle de la maladie**

Le champignon hiverne sous forme de conidies qui germent par la suite et pénètrent à travers la cuticule des jeunes feuilles. Après l'infection, un mycélium se développe au niveau de l'espace intracellulaire des tissus, donnant des malformations de feuilles, de bourgeons et des fruits caractérisant la maladie.

Le développement de la maladie est en relation avec la température ambiante au moment de la végétation. Les périodes fraîches et humides favorisent son développement. La température optimale, pour le développement du mycélium, est de 20°C. Le développement de la maladie s'arrête avec les températures élevées, une humidité relative basse et une radiation solaire intense. Ces facteurs causent la chute des feuilles infectées.

**Symptômes et dégâts**

Cette maladie se manifeste sur les feuilles qui prennent un aspect déformé, cabossé. Au fur et à mesure que le développement végétatif de l'amandier augmente, le volume des déformations appelées aussi des bosses grandit et s'étend pour atteindre la surface foliaire. En même temps, les changements de couleur ont lieu dans les parties touchées: les tissus deviennent rougeâtre. A l'inférieur, les feuilles prennent un aspect ciré brillant, en finissant par sécher et se détacher.

Si les fruits sont attaqués, ils se forment quelques lésions irrégulières de couleur rougeâtre et si les fruits sont jeunes, la maladie provoque leur chute. Dans les fleurs, Les bosses

**Métodos de control**

Durante la poda es muy útil quitar las ramitas afectadas. El control más efectivo es mediante tratamientos con fungicidas y el uso de cultivares resistentes o poco susceptibles. El momento de la aplicación es crucial. Se aconsejan dos tratamientos preventivos, realizados a la caída de las hojas y en primavera cuando las yemas comienzan a hincharse. Desde el momento en que los síntomas de la enfermedad son visibles, los tratamientos no son efectivos.

Las materias activas recomendadas para el control de esta enfermedad son las siguientes: metiram y ziram.

**VERTICILOSIS**

(*Verticilium dahliae*)

**Agente causal**

La verticilosis de los frutales de hueso se encuentra en todas las áreas españolas donde son cultivados. Los hongos del género *Verticilium* tienen una incidencia mucho menor en los frutales de hueso que en otros cultivos leñosos, como el olivo o el pistachero.

Aunque la enfermedad puede llegar a causar daños de gran importancia económica (muerte de árboles), en el almendro la verticilosis no está considerada como enfermedad especialmente grave. Afecta sobre todo a los árboles jóvenes, que suelen recuperarse al eliminar las ramas afectadas.

**Ciclo de la enfermedad**

La fuente principal de inóculo son los microesclerocios que están en el suelo, donde permanecen muchos años. El inóculo puede ser dispersado por los aperos y maquinaria de cultivo, viento, agua de riego y por el material vegetal. Entre las estructuras del patógeno y la reacción de respuesta de la planta se obstruyen los vasos, apareciendo los síntomas en su sistema vascular. En las hojas y demás restos vegetales que caen al suelo, con condiciones óptimas de

causent l'avortement aussi des fleurs

**Méthode de contrôle**

Le contrôle est réalisé principalement au moyen de traitements avec des fongicides et au moyen de l'utilisation de cultivars résistants ou peu sensibles. Le moment de l'application est crucial. On conseille deux traitements préventifs, à la chute des feuilles et au printemps quand les yeux commencent à gonfler. Pendant la taille, il est très utile d'éliminer les rameaux infectés. Quand les symptômes de la maladie deviennent visibles, le contrôle est impossible.

Les matières actives recommandées pour le contrôle de cette maladie sont les suivantes: thirame, carbendazime, captane et zirame.

**VERTICILIOSE**

(*Verticilium dahliae*)

**Agent causal**

La verticiliose des rosacées à noyaux se rencontre dans toutes les régions où l'amandier est cultivé. Bien que la maladie cause des dégâts peu importants économiquement, elle peut causer la mort des arbres si elle se manifeste pendant les premières années de plantation.

Les champignons du genre *Verticilium* ont une incidence minime sur les rosacées à noyaux que sur d'autres cultures ligneuses, comme l'olivier ou le pistachier.

**Cycle de la maladie**

La source principale de l'inoculum est le micro sclérose qui est se conserve dans le sol où il reste pendant plusieurs années. L'inoculum peut se disperser par les outils de travail, le vent, l'eau d'irrigation et par le matériel végétal. Entre les structures du pathogène et la réaction de la plante, les veines sont obstruées, et laissent paraître les symptômes sur le système vasculaire.

La maladie est favorisée par l'excès d'eau, d'azote et le manque de potassium.

humedad y temperatura, se formarán nuevos microesclerocios. La enfermedad se ve favorecida por el exceso de agua y nitrógeno y la falta de potasio.

### Síntomas y daños

Los síntomas y la evolución de la enfermedad son típicos de una micosis vascular. Al principio se manifiesta como un marchitamiento que afecta generalmente a los árboles de un modo asimétrico. Las hojas situadas en la base de las ramas son las primeras en desecarse, permaneciendo algún tiempo en el árbol, para caer después.

El síntoma más característico es la presencia en el interior de los tallos de manchas necróticas de forma, tamaño y color variable, que se ven claramente al realizar un corte transversal o longitudinalmente a una rama enferma.

### Métodos de control

No existe una lucha química eficaz para combatir la enfermedad. Hasta el momento, en nuestras condiciones no se han presentado problemas que hayan requerido medidas especiales de control pero es conveniente tomar una serie de medidas culturales: utilizar material vegetal sano, no realizar nuevas plantaciones en parcelas muy afectadas, destruir el material infectado y un uso racional de la fertilización.

## FUSICOCUM O CHANCROS DE LAS RAMAS (*Fusicoccum amygdali*)

### Agente causal

En almendro es *Fusicoccum amygdali* el hongo activo. Para el diagnóstico con la presencia de picnidios en la corteza del chancro es suficiente.

### Ciclo de la enfermedad

La actividad patógena de *Fusicoccum amygdali* en almendro en las condiciones de campo esta más favorecida en primavera que en otoño.

### Symptômes et dégâts

Les symptômes et l'évolution de la maladie sont typiques d'une mycose vasculaire. Au début, elle se manifeste par une décoloration qui affecte les arbres d'une manière asymétrique. Les feuilles localisées à la base des branches sont les premières à sécher, en restant quelque temps sur l'arbre pour tomber plus tard.

Le symptôme le plus caractéristique est la présence à l'intérieur des branches de taches nécrosées de formes, de dimensions et de couleurs variables qui sont clairement visibles en pratiquant une coupe transversale ou longitudinale d'une branche malade.

### Méthodes de contrôle

Il n'existe pas de lutte chimique efficace pour combattre la maladie. En plus, la maladie ne pose pas encore un véritable problème qui nécessite des mesures spéciales de contrôle mais c'est commode de prendre une série de mesures culturales: utiliser un matériel végétal sain, ne pas réaliser de nouvelles plantations dans les parcelles infectées, détruire le matériel infecté et appliquer une fertilisation rationnelle.

## FUSICOCUM OU CHANCRES DES BRANCHES (*Fusicoccum amygdali*)

### Agent causal

Chez l'amandier c'est le *Fusicoccum amygdali* qui est le champignon le plus agressif. La présence du pycnidies dans l'écorce du bois chancré renseigne sur la présence de la maladie.

### Cycle de la maladie

L'activité pathogène de *Fusicoccum amygdali* sur amandier est plus apparente, dans le champ, au printemps qu'en automne.

El hongo penetra en los tejidos corticales a través de las heridas de la cutícula (zona de inserción del peciolo). A partir de aquí coloniza varios tejidos. En las zonas chancrosas se forman los picnidios, expulsan las conidias y se dispersan por el agua de lluvia. Es necesario agua mojando las ramas, así con temperaturas entre 12-15 °C para que se produzca la infección.

### Síntomas y daños

En las hojas, el patógeno induce grandes manchas pardas que son circulares o irregulares en el contorno. El centro de las lesiones aparece escasamente punteado de picnidios negros. El hongo está restringido a la mancha foliar durante el tiempo cálido, pero crece hacia los nervios cuando las hojas envejecen.

Este hongo produce chancros y zonas de secado rápido en los brotes y ramos, las yemas afectadas llegan a desprenderse.

### Métodos de control

*Fusicoccum amygdali*, es un hongo que puede resultar difícil de controlar en almendro, pues penetra por las heridas peciolares en la caída de hojas e incluso por la caída de pétalos florales, por tanto afecta yemas y ramas jóvenes.

Algunas variedades como 'Ferragnès' y 'Atocha' son muy sensibles. La poda cuidadosa y la destrucción de las ramas afectadas ayudan a erradicar las fuentes de inóculo.

Se recomiendan dos o tres tratamientos entre Mayo y Julio, siendo muy importante tratar unos días antes de la apertura de las flores.

Las materias activas eficaces para el control de esta enfermedad son: carbendazima, captan, folpet y ziram.

Le champignon pénètre dans les structures corticales à travers les blessures de la cuticule (région d'insertion du pétiole), et colonise plusieurs tissus. Dans la zone chancrée des pycnidies se forment, expulsant les conidies qui se dispersent par l'eau de pluie. Il est nécessaire que les branches soient mouillées et des températures entre 12-15°C afin que l'infection ait lieu.

### Symptômes et dégâts

Sur les feuilles, le pathogène induit de grandes taches brunes qui sont circulaires ou irrégulières sur le pourtour. Le centre des lésions paraît pointillé à peine de pycnidies noires. Le champignon est restreint à la tache foliaire durant les périodes chaudes mais grandit vers les nervures quand les feuilles vieillissent.

e champignon produit des chancres et des zones de dessèchement rapides dans les bouquets de mai, en affectant les bourgeons qui finissent par se détacher. Par la suite, il passe aux rameaux fructifères de l'année.

### Méthode de contrôle

*Fusicoccum amygdali*, est un champignon qui peut être difficile à contrôler en amandier, parce qu'il pénètre par les pétioles blessés au moment de la chute des feuilles et même avec la chute des pétales floraux, il affecte les yeux et les pousses des jeunes branches.

Quelques variétés comme Ferragnes sont très sensibles. La taille soignée et la destruction des branches affectées aident à réduire les sources de l'inoculum.

Deux à trois traitements sont recommandés entre mai et juillet et il est très important de traiter quelques jours avant l'ouverture des fleurs.

Les matières actives efficaces pour le contrôle de cette maladie sont: benomile et carbendazime.

### 3.7. Recolección

La recolección de la almendra incluye los procesos de derribo del fruto del árbol, así como su acondicionamiento posterior, de forma que se obtenga un producto apto para la venta. Este proceso de acondicionamiento incluye dos operaciones básicas: el descortezado del fruto (eliminación del exocarpo o corteza) y el de rebajar la humedad de la almendra cáscara hasta unos valores comercialmente aceptados.

Tradicionalmente la recolección de la almendra se ha realizado de forma manual, requiriendo una gran cantidad de mano de obra.

En la situación actual, la recolección manual supondría un coste muy elevado para el cultivo, por los altos precios de los salarios, y una dificultad de poder realizarla, por la escasez de mano de obra. Por ello, se está generalizando la recolección mecanizada, habiéndose alcanzado un alto grado de mecanización.

#### 3.7.1. Derribo del fruto

Tradicionalmente el derribo de la almendra del árbol se realizaba mediante “vareo”, utilizando palos o cañas con las que se golpeaban las ramas pequeñas para provocar la caída del fruto (Figura 3.20). En árboles peque-



### 3.7. Récolte.

La récolte de l'amandier englobe les processus de cueillette du fruit de l'arbre, ainsi que son conditionnement postérieur de manière à obtenir un produit prêt pour la vente. Ce processus de conditionnement inclut deux opérations de base: celui de l'élimination du brou et du concassage de l'endocarpe, et de la réduction de l'humidité de l'amande décortiquée à des valeurs commerciales acceptables.

La récolte de l'amandier est effectuée manuellement et cette opération traditionnelle nécessite une main d'œuvre considérable. Dans la situation actuelle, la récolte engendre un coût très élevé. Pour cela, la récolte et le concassage mécanique se généralisent.

#### 3.7.1. Cueillette

La récolte est réalisée au moyen de gaule pour faire tomber le fruit (Figure 3.20) en donnant des coups sur les rameaux porteurs de fruits. La réception du fruit tombé au sol est faite au moyen de bâches ou de filets placés en



Figure 3.20. Cueillette manuelle de l'amande. Gauche, au moyen de bâtons. Droite, au moyen de maillets.



Figure 3.21. Remorquage avec autoenrouleur pour la réception de l'amande cueillie de l'arbre.

ños también se utilizaban mazos o rodillos de goma, con los que se golpeaban las ramas gruesas o los troncos.

El fruto derribado es recepcionado en el suelo sobre mantos o mallas, que son colocadas debajo de la copa del árbol. Esta operación puede ser parcialmente mecanizada mediante la utilización de remolques con toldo autoenrollable (Figura 3.21), que constan de dos rodillos situados a uno o a los dos lados del remolque en donde se enrollan las mallas, mediante accionamiento a la toma de fuerza del tractor, descargando la almendra dentro del remolque.

En la actualidad, el derribo mecánico de la almendra se hace mediante el empleo de vibradores de tronco de masas excéntricas, ver Figura 3.22, consiguiéndose una eficacia de derribo muy alta. Estos vibradores pueden ser autopropulsados o acoplados a un tractor y pueden ser utilizados los mismos modelos que son empleados para el derribo de la aceituna.

Existen en el mercado vibradores de tronco que llevan incorporado un sistema que despliega un manto en forma de cono invertido

bas, au pourtour de l'arbre. Cette opération peut être partiellement mécanisée au moyen de l'utilisation de remorques avec auto enroulables (Figure 3.21), cela consiste en deux rouleaux localisés d'un ou des deux côtés de la remorque où sont déroulés les filets, au moyen de la prise de force du tracteur.

Actuellement, la récolte de l'amande est faite à l'aide de vibrateurs de tronc de masses excentriques (Figure 3.22). Ces vibrateurs peuvent être autopropulsés ou accouplés à un tracteur et les mêmes modèles peuvent être employés pour la cueillette des olives.

Il existe dans le marché des vibrateurs de troncs avec un système incorporé qui déploie un manteau sous forme de cône inversé (parapluie inversé) qui réceptionne les fruit tombés de l'arbre. Ils sont entreposés dans une trémie localisée dans la partie inférieure.

Récemment des vibrateurs spécifiques sont disponibles pour le ramassage de l'amande qui, en plus du parapluie inversé pour la réception, décortiquent l'amande. De cette manière la récolte mécanique est intégrale avec une seule



**Figure 3.22. Vibrateurs de tronc utilisés pour la cueillette de l'amande. En haut, modèle simple. Au centre, avec parapluie inversé. En dessous, avec parapluie inversé et décortiqueuse.**





**Figure 3.23. Système de récolteuse de fruits secs aux États-Unis. En haut, vibreur. Au centre, rangeuse. Au-dessous, ramasseuse.**

(paraguas invertido), donde se recepciona el fruto derribado del árbol, siendo almacenado en una tolva situada en la parte inferior. Este sistema permite suprimir la colocación de mantos debajo de la copa. Recientemente, hay disponibles vibradores específicos para la recolección de la almendra que, además del paraguas invertido para la recepción, dispone de un mecanismo que realiza el descortezado de la almendra. De esta forma se consigue una mecanización integral de la recolección, una sola máquina y un solo operario realiza el derribo, recepción y descortezado de la almendra. Desde la tolva del vibrador la almendra es descargada, mediante un mecanismo de cinta o elevación, en un remolque para su transporte al punto de secado o almacén.

En Estados Unidos la recolección mecánica de la almendra y de otros frutos secos como la nuez, se realiza de forma diferente. Para el derribo del fruto también usan vibradores de tronco, sin embargo la almendra cae directamente al suelo en donde es hilerada mediante máquinas barredoras y sopladoras, pasando a continuación una máquina que recoge la almendra, realizando una primera limpieza eliminando tierra y restos vegetales, descargándola sobre un pequeño remolque que va enganchado en la parte posterior (Figura 3.23).

### 3.7.2. Descortezado y secado de la almendra

Normalmente, en los países de la Cuenca Mediterránea la venta de la almendra se hace en forma de almendra cáscara, debiendo el agricultor de eliminar la corteza (parte externa del fruto o exocarpio).

El descortezado debe hacerse inmediatamente después del derribo del fruto, ya que con ello se facilita el proceso y se adelanta el secado de la almendra. Antiguamente esta operación se realizaba manualmente, en la actualidad hay unas máquinas que lo hacen mecánicamente. Existen en el mercado diferentes modelos de descortezadoras (Figura 3.24), que se adaptan a las distintas características de las plantaciones.

opération de cueillette et de décortilage de l'amande.

Aux Etats-Unis, la récolte mécanique de l'amande et d'autres fruits secs comme la noix, est faite différemment. Pour la cueillette du fruit, on utilise aussi des vibrateurs du tronc, cependant l'amande tombe au sol qui est rangée au moyen d'une machine balayeuse et souffleuse pour ensuite faire passer une machine pour ramasser l'amande, en faisant un premier nettoyage pour enlever la terre et les débris végétaux, et en la chargeant sur une petite remorque placée à la partie arrière (Figure 3.23).

### 3.7.2. Décortilage et séchage de l'amande

Dans les pays méditerranéens, la vente des amandes est faite sous forme d'amande décortiquée obligeant l'agriculteur à éliminer la coque. Cette opération est faite manuellement, au Maroc mais à présent il y a des machines qui le font mécaniquement. Il existe sur le marché différents modèles de décortiqueuses (Figure 3.24) qui sont adaptées aux différentes caractéristiques des plantations. Il y a celles qui fonctionnent à l'électricité ou avec la prise de force du tracteur avec des rendements qui peuvent osciller entre 200 à 2.000 kg d'amande décortiquée par heure.

Si l'amande décortiquée renferme un



**Figure 3.24. Différents modèles de décortiqueuse. Gauche, travaille par la prise de force du tracteur. Droite, fonctionnement électrique.**

Las hay de accionamiento eléctrico o a la toma de fuerza del tractor y de diferente capacidad de trabajo, con rendimientos que pueden oscilar entre los 200 o superar los 2.000 kg de almendra descortezada por hora.

Si la almendra cáscara tiene una humedad relativa alta, pueden darse problemas en su almacenado al verse afectada por microorganismos que alteran negativamente las características del fruto. Para evitar esto, los compradores de almendra no suelen admitir partidas en las

taux humidité relative élevé, des problèmes peuvent surgir dans l'entrepôt avec des dégâts de micro-organismes. Une humidité relative du fruit supérieure à 6-7%, n'est pas admise et le séchage des fruits s'impose donc. Le taux d'humidité de l'amande, au moment de la récolte, dépend du degré de maturité physiologique et des conditions climatiques pendant cette période.

Le séchage de l'amande est fait d'une manière traditionnelle par étalement en couches sur des surfaces sèches et aérées (Figure 3.25),



**Figure 3.25. Séchage de l'amande. Gauche, forme traditionnelle. Droite, séchoirs mécaniques des fruits secs.**

que la humedad del fruto supere el 6-7%, por lo que el agricultor debe proceder a su secado hasta alcanzar estos niveles. La humedad de la almendra en el momento de la recolección depende del grado de madurez fisiológica que tenga y de las condiciones climatológicas que se den en ese momento. En ocasiones la humedad de la almendra cáscara recolectada puede superar el 20%.

El secado de la almendra se hace de forma tradicional extendiéndola sobre superficies secas y aireadas (Figura 3.25), con un tramo o grosor que no debe superar los 20-30 cm. En explotaciones grandes suelen disponer de secaderos mecánicos (Figura 3.25) que constan de un generador de calor y unos ventiladores que propagan el aire caliente en el interior de las celdas de los secaderos.

El proceso de secado resulta tedioso para el agricultor, ya que debe disponer de una gran superficie adecuada y mantener la almendra durante varios días en la zona de secado. Por otra parte, los secaderos mecánicos tienen un precio elevado y solamente son rentables para grandes plantaciones. Por ello, la tendencia es que los compradores dispongan de grandes secaderos, cobrándoles a los agricultores una cantidad de dinero por realizar esta operación.

avec une épaisseur qu'il ne doit pas dépasser 20-30 centimètres. Les grandes exploitations disposent habituellement de séchoir mécanique (Figure 3.25) cela consiste en un générateur de chaleur et des ventilateurs qui envoient l'air chaud à l'intérieur des cellules des séchoirs.

Le processus du séchage est fatigant pour le fermier, il doit disposer d'une grande surface appropriée et maintenir l'amande pendant plusieurs jours pour le séchage. En revanche, les séchoirs mécaniques ont un prix élevé et sont seulement avantageux pour les grandes plantations. La tendance est que les possesseurs de grands séchoirs font des travaux à façon pour les agriculteurs moyennant de l'argent pour faire cette opération.

**Bibliografía**  
**Bibliographie**



- Agustí, M. (2004). *Fruticultura*. Mundi-Prensa. 493 pp.
- Arquero, O.; Lovera, M.; Navarro, A.; Barranco, D.; Canónico, A. (2006). Pruning training young tree criteria and growth habits of the main late-flowering almond cultivars of the mediterranean basin. *Acta Horticulturae* 726: 503-507
- Arquero, O.; Lovera, M.; Salguero, A.; Morales, J.; Navarro, A. (2005). Tree growth descriptors of main late-flowering almonds varieties in the Mediterranean basin. *CIHEAM, Options Méditerranéennes* 63: 71-74.
- Arquero, O.; Rodríguez, S.; Casado, B.; Jiménez, J.; Navarro, A.; (2002). Almond growing in Andalucía (Spain), introduction and adaptation of new varieties. *Acta Horticulturae* 591: 167-173.
- Asai, W.K.; Edstrom, J.P.; Connell, J.H. (1996). Training young trees. In: *Almonds production manual* (W.C. Micke ed.). University of California. Publication 3364. 289 pp.
- Asensio, M.C.; Socias I Company, R. (1996). Double kernels in almond: an open question. *Nucis* 5: 8-9.
- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture. Food and Agriculture Organization Irrigation and Drainage Paper 29, Revisión I. Rome: FAO.
- Barceló, C.; Nicolás, R.; Sabater, G.; Sánchez, T. 1985. *Fisiología Vegetal*. Ed. Pirámide. Madrid.
- Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. (1999). *El cultivo del olivo*. Junta de Andalucía (Consejería de Agricultura y Pesca) y Mundi-Prensa, Madrid. 701 pp.
- Cambra y Cambra.(1991). *Diseño de plantación y formación de árboles frutales*. Cuaderno nº1. 8ª Edición. CSIC-Caja de Ahorros de la Inmaculada. 164 pp.
- Catlin, P.B. (1996). Root systems and root physiology. In: *Almond, production manual* (W. C. Micke, ed.). University of California. 289 pp.
- Cox, F.R. (1987). Micronutrient soil test: correlation and calibration. In: *Soil testing: sampling, correlation and interpretation*. SSSA Special Publication 21, Soil Science Society of America, Inc. Madison, pp. 97-117.
- Dicenta, F.; García, J.E. (1993). Inheritance of self-compatibility in almond. *Heredity*. 70: 313-317.
- Dicenta, F.; García, J.E.; Carbonell, E.A. (1993a). Heritability of flowering, productivity and maturity in almond. *J. Hort. Sci.* 68(1): 113-120.
- Dicenta, F.; García, J.E.; Carbonell, E.A. (1993b). Heritability of fruit characters in almond. *J. Hort. Sci.* 68(1): 121-126.
- Edstrom, J.; Viveros, M. (1996). Rootstocks. In: *Almonds production manual* (W.C. Micke ed.). University of California. Publication 3364. 289 pp.
- Egea, J., García, J.E., Berenguer, T. (1980). Efecto de las heladas tardías sobre flores y frutos jóvenes de variedades de almendro. *Inf. Téc. Econ. Agrar.* 39: 3-12.
- Egea, J.; Burgos, L. (1995). Double kernalled fruits in: almond (*Prunus dulcis* Mill) as related to pre-blossom temperatures. *Ann. Appl. Biol.* 126: 163-168.
- Egea, J.; Dicenta, F.; Berenguer, T. (1999). Antoñeta y Marta: dos nuevas variedades de almendro autocompatibles y de floración tardía. *Fruticultura Profesional* 104: 48-53.
- Evreinoff, V.A. (1952). Sur la biologie et la pomologie de l' amandier. *Bull. Soc. Hist. Natur. Francia. Toulouse.* 87, 1-2. 23-43.
- FAO. (1984). Los análisis de suelos y de plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes. *Boletín de suelos* 38/2, Roma.
- Felipe, A.J. (1977). Epocas de floración de variedades de almendro. *An. Inst. Nac. Invest. Agrar., Ser. Prod. Veg.* 7: 113-124.
- Felipe, A.J. (2000). *El almendro*. Vol I. El material vegetal. Ed. Integrum. 461 pp.
- Felipe, A.J.; Socias y Company, R. (1986). Nuevas variedades autocompatibles de almendro. *Información Técnica Económica Agraria*. 67: 10-15.
- Felipe, A.J.; Socias, R.; Gómez, J. (1999). La concepción del patrón ideal para el almendro. *Fruticultura profesional*. 100: 5-14.
- Fereres, E.; Pruitt, W.O.; Beutel, J.A.; Henderson, D.W.; Holzapfel, E.; Shulbach, H.; Uriu, K. (1981). ET and drip irrigation scheduling. In, Fereres, E. (ed.) *Drip irrigation management*. University of California. Div. Of Agric. Sci. No. 21259. pp. 8-13.
- Fernández-Escobar, R. (1988). *Planificación y diseño de plantaciones frutales*. Ed. Mundi-Prensa. 205 pp.

- García, J.E.; Egea, J. (1994). Variedades de almendro en España. Hortofruticultura 1: 59-64.
- Gil-Albert (1989). Tratado de arboricultura frutal. Vol I. Morfología y fisiología del árbol frutal. 2ª Edición. MAPA-Ed Mundi-Prensa. 103 pp.
- Gil-Albert (2003). Tratado de arboricultura frutal. Vol V. Poda de frutales. 2ª Edición revisada y ampliada. MAPA-Ed Mundi-Prensa. 219 pp.
- Godini, A. (1979). Ipositi sulla comparsa dell'autocompatibilità nel mandorlo. Scienza e Tecnica Agraria. 19(2-3): 3-10.
- Godini, A. (1984). The influence of flesh pericarp on the kernel production in almond. Options mediterr. CIHEAM/IAMZ 84/II: 57-61.
- Grasselly, C. (1969). Etude de la compatibilité de l' amandier (*Prunus amygdalus* L. Batsch) greffé sur divers pruniers. Ann. Amélior. Plantes 19(3): 265-276.
- Grasselly, C. (1975). La variété d' amandier Ferragnès. La Poñologie Française 17: 43-49.
- Grasselly, C.; Crossa-Reanaud, P. (1984). "El almendro". Ed. Mundi-Prensa, Barcelona.
- Grasselly, C.; Duval, H. (1997). L' Amandier. Ctifl. 167 pp.
- IBPGR (1985). Almond Descriptors. (R. Gülcan ed.). 30 pp.
- Kester, D.E., Gradziel, T.M., Grasselly, Ch. (1990). Almons (*Prunus*). En J.N. Moore y J.R. Ballington (Ed), Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. Acta Hort. 290: 701-758.
- Kester; D.E.; Asay, R. (1975). Almonds en J. Janik y J.N. Moore, (Ed.) advances in fruit breeding: 387-419. West Lafayette, Indiana: Purdue Univ.
- Krueger, W.; Connell, J.H.; Freeman, M.W. (1996). Pruning bearing trees. In: Almonds production manual (W.C. Micke ed.). University of California. Publication 3364. 289 pp.
- Legave, J.M.; Richard, J.C.; Termoz, J.P.; Duval, H. (1997). Lauranne "Avijor" dans le course. Fruits & Légumes. 155: 36-38.
- Loué, A. (1988). Los microelementos en agricultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Lovera, M.; Arquero, O.; Salguero, A.; Pérez, D.; García, A. (2005). Tree growth descriptors of main early-flowering almonds Spanish varieti. CIHEAM, Options Mediterranéennes 63: 75-78
- Lovera, M.; Arquero, O.; Salguero, A.; Barranco, D.; Canónico, A. (2006). Pruning training young tree criteria and growth habits of the main early-flowering almond spanish varieties. Acta Horticulturae 726: 359-362
- Maas, E.V. (1990). Crop salt tolerance. In K.K. Tanji (ed.), Agricultural salinity assessment and management, 287-90. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice 71. New York: American Society of Civil Engineers.
- Monastra, F., Raparelli, E., (1997). Inventory of almond research, germplasm and references. Istituto Sperimentale per la Frutticoltura di Roma, Italy. Fao Rome.
- Monastra, F.; Della Strada, G.; Fideghelli, C.; Quarta, R. (1988). Supernova: une nouvelle variété d' amandier obtenue par mutagnèse. 7º Colloque du GREMPA, Reus Junio 1987. 3-7.
- Muncharaz, M. (2004). El almendro, manual técnico. Mundi-Prensa. 414 pp.
- Nakayama, F.S. (1982). Water analysis and treatment techniques to control emitter pluggint. Irrigation Association Conference, 21-24 February 1982. Portland, Oregon.
- Navarro, A. (2002). El almendro: variedades y técnicas de cultivo, 2ª edición. Junta de Andalucía. 197 pp.
- Orgaz, F.; Fereres, E. (1999). Riego. En "El cultivo del olivo", Eds Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. Junta de Andalucía (Consejería de Agricultura y Pesca) y Mundi-Prensa, Madrid.
- Oukabli, A.; Lansari, A.; Wallali, L.D.; Abousalim, A. (2001). Conséquences endogamiques sur la germination des graines, la croissance et le développement des semis de la variété d' amandier autocompatible Tuono. Fruits 56(3):1-18.
- Oukabli, A.; Lansari, A.; Wallali, L.D.; Abousalim, A.; Egea, J.; Michaux, N. (2000). Self and cross pollination on pollen tube growth and fertilization in self-compatible almond *Prunus dulcis* 'Tuono'. Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology. 75(6): 739-744.
- Oukabli, A.; Wallali, L.D.; Lansari, A.; Abousalim, A.; Michaux, N.; Egea, J. (2001). Développement du sac embryonnaire et événements de la fécondation chez l' amandier autocompatible *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. cv 'Tuono'. Revue Fruits 56(2): 93-99
- Oukabli, A.; Lansari, A.; Wallali, L.D.; Abousalim, A.. (2002). Effects of controlled self-pollination and cross-



- pollination on fruit set, embryo viability, and pomological traits in the self-ferile almond 'Tuono'. *Acta Horticulturae*, 591: 429-436.
- Parra, M.A.; Fernández-Escobar, R.; Navarro, C.; Arquero, O. (2003). Los Suelos y la fertilización del olivar cultivado en zonas calcáreas. Mundi-Prensa, Junta de Andalucía. 256 pp.
- Pastor, M. (2005). Cultivo del olivo con riego localizado. Junta de Andalucía (Consejería de Agricultura y Pesca) y Mundi-Prensa, Madrid. 783 pp.
- Ramos, B. (1983). Variedades de almendro. MAPA-INIA. 257 pp.
- Richard. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Depart. Agr. Hand-book 60.
- Riquelme, F.; Llorente, S.; Romojaro, F. 1982. La calidad de la almendra. *Agricultura* 543-544.
- Salazar, D., Melgarejo, P. (2002). El cultivo del almendro. Ed. A. Madrid Vicente y Ed. Mundi-Prensa. 309 pp.
- Saura, F.; Cañellas, J.; Soler, L. (1988). La almendra. Composición, variedades, desarrollo y maduración. Monografía INIA 66, 173 pp.
- SECH, (1998). Diccionario de Ciencias Hortícolas (L. Rallo y R. Fernández-Escobar, eds.). Mundi-Prensa. 605 pp.
- Socias i Company, R. (1990). Breeding self-compatible almonds. *Plant Breed Rev.* 8: 313-338.
- Socias, R.; Felipe, J.A. (1987). La polinización del almendro. *Fruticultura Profesional* 11: 71-76.
- Socias, R.; Felipe, A.J. (2000). Three new self-compatible almond cultivars from Zaragoza. *Nucis.* 9: 15-17.
- Socias, R.; Felipe, A.J. (2006). Belona and Soleta, two new autogamous almonds. *Nucis.* 13: 12-15.
- Socias, R.; Felipe, A.J.; Gómez, J.; García, J.E.; Dicenta, F. (1998). La variedad ideal en el almendro, la utopía necesaria. *Fruticultura Profesional* 93: 6-20.
- Tabuenca, M.C.; Mut, M.; Herrero, J. (1972). Influencia de la temperatura en la época de floración del almendro. *An. Estac. Exper. Aula Dei* 11(3/4): 378-395.
- Vargas, F.J. (1999). Situación del almendro en los países mediterráneos. *Fruticultura Profesional.* 104: 31-40.
- Vargas, F.J., Morán, R., (1984). Variedades tipificadas de almendra en España. Monográficos de la Obra Agrícola de la Caja de Pensiones. 77 pp.
- Vargas, F.J.; Romero, M.A. (1994a). Masbovera, Glorieta y Francoli, nuevas variedades de almendro. *Fruticultura Profesional.* 63: 16-22.
- Vargas, F.J.; Romero, M.A. (1994b). Masbovera, Glorieta and Francoli, three new almond varieties of IRTA. *Acta Horticulturae.* 373: 75-82.
- Vargas, F.; Romero, M.; Clavé, J.; Vergés, J.; Sñatos, J.; Batlle, I. (2006). Four new almond varieties released by IRTA: Vayro, Marinada, Constantí, and Tarraco. *Nucis* 13: 9-12.
- Westwood, N.H. 1982. *Fruticultura de zonas templadas.* Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 461 pp.





