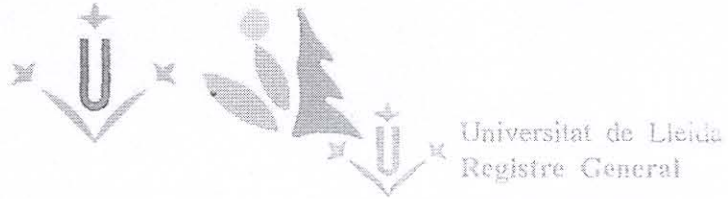


(243) "1995" Piq

UNIVERSITAT DE LLEIDA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA DE LLEIDA

1600/24642



19 SET. 1995

E: 3898

S:

TESI DOCTORAL



TECNOLOGIA POSTCOLLITA DE L'AVELLANA.

*ASSECATGE I FRIGOCONSERVACIÓ DE L'AVELLANA*  
(*Corylus avellana* L.)

Maria Teresa Piqué Ferré  
Juny 1995

010-43360

#### 1.5.2.1.2. *Factors de la reacció*

L'enfosquiment enzimàtic és directament proporcional a la concentració de polifenoloxidasa i a la concentració de compostos fenòlics, i és inversament proporcional a la concentració de substàncies reductores com l'àcid ascòrbic (Junquera *et al.*, 1992).

La *polifenoloxidasa* es destrueix amb un escaldat de pocs segons a 90°C; a més, l'enzim és molt sensible a la inactivació per acidesa. La polifenoloxidasa és activa a pH entre 5 i 7 i s'inactiva per a pH pròxim a 3. L'activitat de la polifenoloxidasa es pot controlar mitjançant l'addició d'anhídrid sulfurós i àcid ascòrbic, ja que d'una banda provoquen la reducció de o-benzoquinones a o-difenols, prevenint la formació de compostos colorejats, i d'altra banda tenen un efecte directe sobre l'enzim (Whitaker, 1984; Lozano *et al.*, 1994)..

La *concentració d'oxigen* afecta a l'enfosquiment enzimàtic; l'eliminació de l'oxigen constitueix una possibilitat de prevenir el pardejament enzimàtic en els aliments (Carbonero, 1975).

Quant a la *temperatura*, estudis fets en suc de poma han posat de manifest que la velocitat de la reacció augmenta a mesura que s'incrementa la temperatura (Lozano *et al.*, 1994).

#### 1.5.2.2. *Enfosquiment no enzimàtic*

L'enfosquiment no enzimàtic engloba una sèrie de reaccions molt complexes, principalment entre els grups amino d'aminoàcids i proteïnes, i grups carbonil generalment de sucres reductors, que condueixen a la formació de pigments foscos o negres, així com a modificacions de l'olor i el sabor (Karel, 1985).

L'enfosquiment no enzimàtic és de vegades desitjable ja que dona el color i l'aroma que caracteritza a l'aliment, com és en el cas de les avellanes torrades (Mayer, 1985). Sovint, però, aquestes reaccions donen lloc a colors i sabors estranys que afecten a la qualitat de l'aliment. Aquest tipus d'enfosquiment és el que predomina en el deterior dels aliments amb baix contingut en humitat quan la temperatura és superior a 30°C (Karel, 1985). En algunes ocasions, els compostos que es formen com a resultat d'aquestes reaccions actuen com a

agents protectors de l'oxidació lipídica (González *et al.*, 1988b).

#### 1.5.2.2.1. *Mecanisme de la reacció*

A causa de la complexitat que presenten les reaccions d'enfosquiment no enzimàtic és molt difícil postular un mecanisme de reacció. Els substrats d'aquestes reaccions són els compostos carbonils, principalment els sucres reductors, però també hi poden intervenir altres compostos amb funcions carbonil, com els àcids orgànics, els polifenols i algunes vitamines. Els aminoàcids i les proteïnes participen en aquestes reaccions i les catalitzen mitjançant grups amino lliures. La condensació entre funcions carbonil i grups amino disminueix la disponibilitat de l'aminoàcid i la solubilitat i digestibilitat de la proteïna (González *et al.*, 1988b;).

L'enfosquiment no enzimàtic pot tenir lloc com a conseqüència de diferents mecanismes (Feather, 1984; González *et al.*, 1988b):

◆ *Reacció de Maillard*: Reacció entre un grup aldehid o cetona, provinent dels sucres reductors, i grups amino d'aminoàcids o proteïnes. Aquest mecanisme es dona en els concentrats i sucs de la majoria de fruites quan estan sotmesos a temperatures altes o quan són emmagatzemats durant llargs períodes de temps.

◆ *Caramelització*: Reacció de degradació dels sucres per escalfament directe d'aquests per sobre del seu punt de fusió, sense la participació d'aminoàcids, proteïnes, ni cap altre compost amb grups NH<sub>2</sub>. Es dona la polimerització i condensació entre aldehids i cetones amb l'aparició de pigments foscos.

◆ *Oxidació de l'àcid ascòrbic*: Reacció d'oxidació de l'àcid ascòrbic i posterior polimerització que dona lloc a compostos de coloració fosca. Aquest mecanisme es causa de l'enfosquiment dels sucs i concentrats de cítrics.

◆ *Enfosquiment de lípids*: Reacció de grups àcids insaturats amb proteïnes que dona lloc a pigments marrons.

#### 1.5.2.2.2. *Factors de la reacció*

Els factors que influeixen en la velocitat d'enfosquiment no enzimàtic són el contingut en humitat, la temperatura, el pH i la composició de l'aliment (Troller, 1989; Okos *et al.*, 1992).

L'*activitat d'aigua* juntament amb la temperatura són els principals factors que afecten a l'enfosquiment no enzimàtic. La velocitat d'enfosquiment és major en el rang d'humitats intermitja i disminueix per a continguts d'humitat molt baixos o molt alts (Karel, 1984; Okos *et al.*, 1992). En molts aliments s'ha observat un màxim de la velocitat d'enfosquiment no enzimàtic en l'interval d'activitat d'aigua 0,4-0,6. Així, es dona la paradoxa de que els nivells d'activitat d'aigua que minimitzen l'enfosquiment no enzimàtic són els que maximitzen l'autoxidació dels lípids (Troller, 1989). Les reaccions entre els peròxids i les proteïnes estan fortament influïdes per l'activitat d'aigua; un increment de l'activitat d'aigua les afavoreix (Karel, 1984).

En general, la velocitat de la reacció disminueix a mesura que disminueix el *pH*, però el pH òptim de la reacció varia segons quin sigui el mecanisme d'enfosquiment; així, la reacció de Maillard transcor millor a pH alcalí, la caramelització pot tenir lloc tant a pH àcid com alcalí, i l'oxidació de l'àcid ascòrbic es dona a pH entre 2,0 i 3,5. Quant a la *temperatura*, la velocitat de la reacció augmenta a mesura que augmenta la temperatura. Com en qualsevol altra reacció química, les reaccions d'enfosquiment no enzimàtic presenten una dependència amb la temperatura que pot expressar-se mitjançant l'equació d'Arrhenius (Fennema, 1985; González *et al.*, 1988b; Okos *et al.*, 1992).

L'enfosquiment no enzimàtic s'accelera amb la calor ja que es tracta de reaccions amb una energia d'activació alta -entre 100 i 200 kJ/mol-. Per això, l'enfosquiment no enzimàtic dels aliments es dona especialment durant les operacions de cocció, pasteurització i assecat (Karel, 1984; Okos *et al.*, 1992).

En el procés d'assecat dels aliments, la velocitat de l'enfosquiment no enzimàtic augmenta amb la temperatura, amb el temps d'exposició a la calor i amb la humitat (Franzen *et al.*, 1990; Okos *et al.*, 1992). Durant l'assecat, l'enfosquiment del producte tendeix a donar-se inicialment en el centre de l'aliment; això pot ser a causa de la migració dels components solubles -com els sucres- cap al centre. L'enfosquiment també és més sever en apropar-se el final del període d'assecat, que és quan el contingut d'humitat és més baix i la temperatura del producte és més alta (Okos *et al.*, 1992). S'ha observat que la quantitat de reactants

d'Amadori, que són els productes intermitjos de la reacció de Maillard, es minimitza i la qualitat del producte quant a l'enfosquiment es pot millorar mitjançant la reducció de l'activitat d'aigua i sobretot reduint la temperatura durant les darreres etapes d'assecat (Troller, 1989). S'han suggerit diferents maneres de reduir l'enfosquiment de l'aliment durant l'assecat; totes elles es centren en el fet de que l'aliment no ha d'experimentar una escalfor innecessària quan està en el seu rang d'humitat crítica (Okos *et al.*, 1992)

El procés de torrat de les avellanes permet d'eliminar alguns compostos volàtils que perjudiquen el sabor, i desenvolupar el color i les aromes i sabors característics. Es tracta d'un procés tèrmic que és precedit per l'assecatge. Els canvis produïts durant el torrat són principalment causats per l'enfosquiment no enzimàtic (Mayer, 1985).

Donat que una de les característiques de les reaccions d'enfosquiment és l'aparició de coloracions fosques, el color és una propietat molt important per avaluar la qualitat dels aliments, podent-se utilitzar per a predir els canvis químics i sensorials en els aliments (Clydesdale, 1976; Hunter, 1976; Calvo *et al.*, 1986). La determinació del color és considera una mesura indirecta de la concentració dels compostos polimèrics colorejats que es formen durant l'enfosquiment no enzimàtic (González *et al.*, 1988b).

## 1.6. OBJECTIUS

És cert que s'han realitzat gran quantitat de treballs d'investigació al voltant de tots els aspectes que es cobreixen en aquesta tesi, però sobre l'avellana espanyola, a Espanya, no s'han fet pràcticament treballs al respecte. Per això, en aquesta tesi es plantegen els següents objectius:

- 1º. Caracteritzar els processos d'assecat i emmagatzematge que es realitzen industrialment en l'actualitat, amb la finalitat de proposar millores tecnològiques.
- 2º. Estudiar el procés d'assecat de l'avellana en llit profund des d'el punt de vista físic.
- 3º. Estudiar la influència de les condicions d'assecat sobre la qualitat de l'avellana.
- 4º. Estudiar les condicions més adequades de frigoconservació de l'avellana, analitzant la influència dels factors humitat relativa, temperatura i temps d'emmagatzematge sobre la qualitat de l'avellana.

## **2. MATERIAL I MÈTODES**

## 2.1. PLA DE TREBALL I DISSENY DE LES EXPERIÈNCIES

### 2.1.1. Pla de treball

D'acord amb els objectius plantejats a l'apartat 1.6, es va establir el següent Pla de Treball:

- (1) Revisió bibliogràfica prèvia sobre tots els aspectes coberts en aquesta tesi.
- (2) Presa de dades a indústries per a caracteritzar els processos d'assecatge i emmagatzematge de l'avellana que es duen a terme actualment a Catalunya.
- (3) Estudi del comportament higroscòpic de l'avellana, per a establir "a priori" quines serien les condicions més adequades de conservació i, així, establir les experiències de frigoconservació, i per a poder resoldre els models d'assecat de l'avellana.
- (4) Disseny i realització de les experiències corresponents a l'estudi de les condicions més adequades de frigoconservació.
- (5) Disseny i realització de les experiències corresponents a l'estudi de l'assecat de l'avellana, fent-se tant l'anàlisi de la influència de les condicions d'assecat sobre la qualitat de l'avellana com la modelització matemàtica i validació de l'assecat en llit profund.



## 2.1.2. Disseny de les experiències

### 2.1.2.1. Estudi del comportament higroscòpic de l'avellana

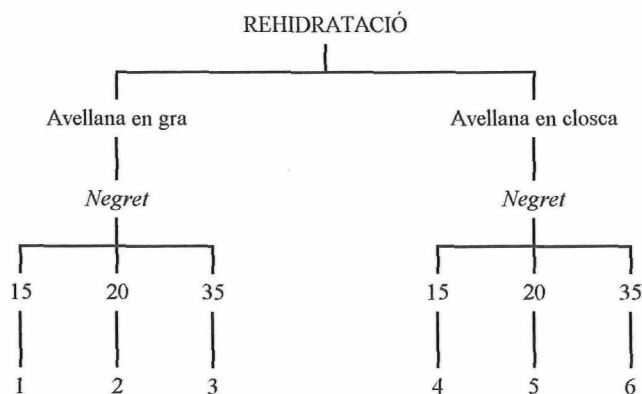
Per a la realització d'aquest estudi s'han determinat les corbes de rehidratació de l'avellana i les isoterms d'humitat d'equilibri.

#### *EXPERIÈNCIES DE REHIDRATACIÓ*

Les experiències de rehidratació s'han dissenyat tenint en compte dos factors:

- Closca (presència o no de la closca de l'avellana).
- Temperatura de l'aigua de remull (15°C, 20°C i 35°C).

La combinació dels diferents nivells dels factors dona un total de 6 experiències:



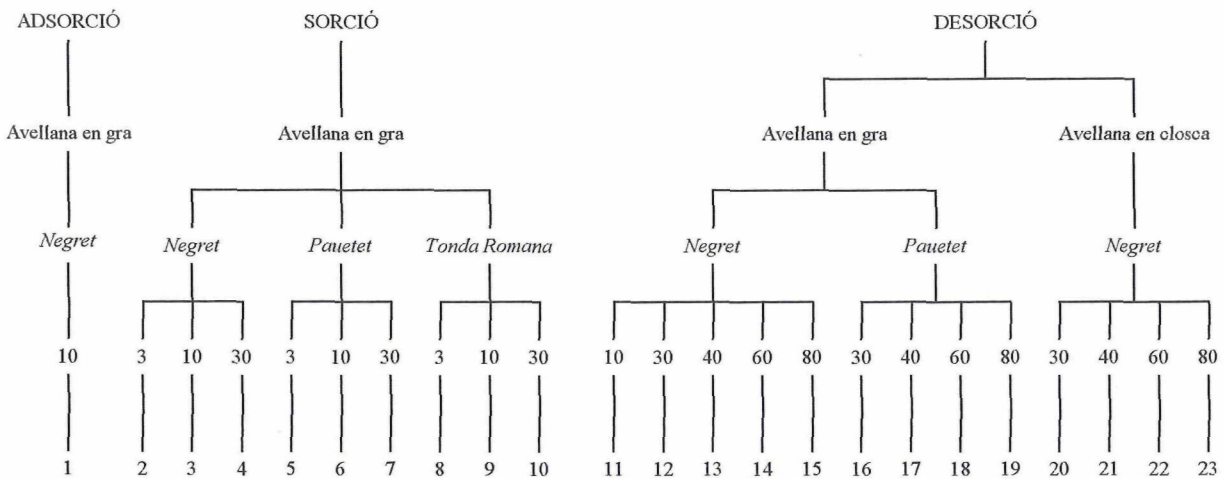
#### *EXPERIÈNCIES D'HUMITAT D'EQUILIBRI*

El disseny d'aquestes experiències s'ha fet considerant els diferents aspectes a estudiar:

- 1°. Per avaluar l'efecte de la histèresi en l'avellana s'han determinat les isoterms d'adsorció i desorció a 10°C.

- 2º. Per a l'estudi del comportament higroscòpic de l'avellana en l'emmagatzematge s'han determinat les isoterms de sorció a diferents temperatures, cobrint les possibles temperatures de conservació. Els factors estudiats han estat:
- Varietat (*Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana*).
  - Temperatura (3°C, 10°C i 30°C).
- 3º. De cara a plantejar la cinètica d'assecatge de l'avellana, s'han determinat les isoterms de desorció, cobrint l'interval de temperatures d'assecat. Els factors estudiats han estat:
- Closca (presència o no de la closca de l'avellana).
  - Varietat (*Negret* i *Pauetet*).
  - Temperatura (30°C, 40°C, 60°C i 80°C).

La combinació dels diferents nivells dels factors dona un total de 23 experiències:



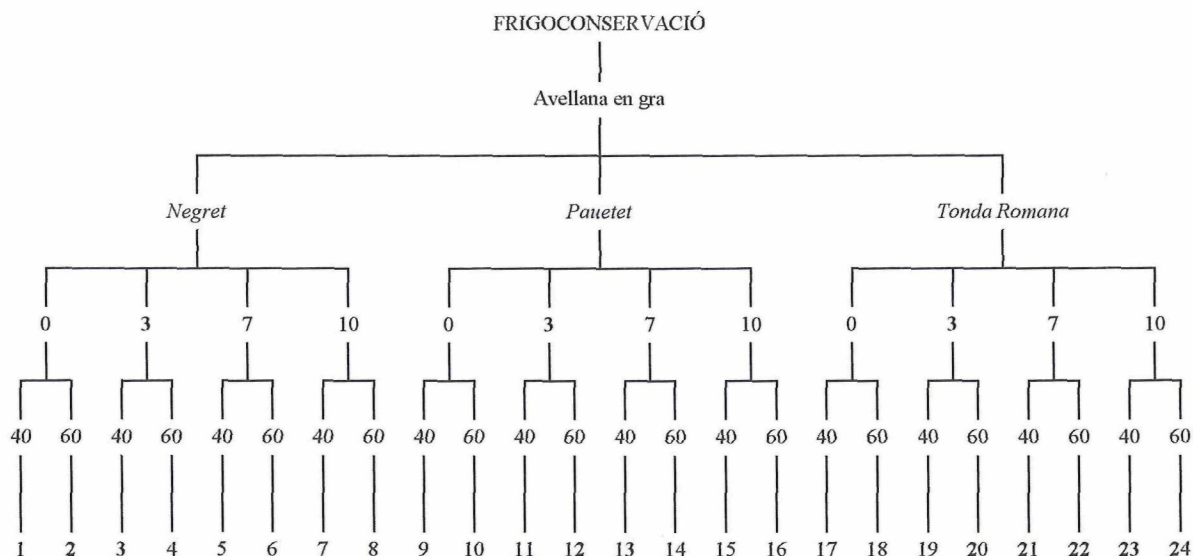
Les dades obtingudes experimentalment s'han ajustat a models matemàtics proposats per la bibliografia.

### 2.1.2.2. Estudi de les condicions més adequades de frigoconservació de l'avellana

Després d'obtenir les isoterms de sorció de l'avellana per a diferents temperatures de conservació, i havent-se determinat que la humitat relativa més adequada de frigoconservació estaria entre el 40% i el 60%, es van plantejar experiències de frigoconservació segons un disseny d'experiment factorial (López, 1990) per tal de veure la influència de diferents factors sobre la qualitat de l'avellana. Els factors estudiats han estat:

- Varietat (*Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana*).
- Temperatura (0°C, 3°C, 7°C i 10°C).
- Humitat relativa (40% i 60%).

La combinació dels diferents nivells dels factors dona un total de 24 experiències de frigoconservació:



El programa experimental, que s'ha dut a terme en planta pilot durant les campanyes 90/91, 91/92 i 92/93, té una durada d'un any, al llarg del qual es determinen periòdicament, per a cada experiència, el contingut d'humitat i l'estat d'oxidació de l'avellana. Les determinacions que s'han fet en l'avellana frigoconservada són: contingut d'humitat, índex d'acidesa, índex de peròxids, coeficients d'extinció  $K_{232}$  i  $K_{270}$ , període d'inducció, activitat enzimàtica, color i anàlisi organolèptica. L'efecte de cada factor sobre la qualitat de l'avellana segons el temps d'emmagatzematge, així com la possible interacció entre els diferents factors, s'ha analitzat estadísticament mitjançant l'anàlisi de la varianza.

Per a la campanya 92/93, en la que no es va disposar de mostres d'avellana de la varietat *Tonda Romana*, es va fer un seguiment de l'avellana emmagatzemada a temperatura i humitat relativa ambientals (25°C i 50% HR, aproximadament).

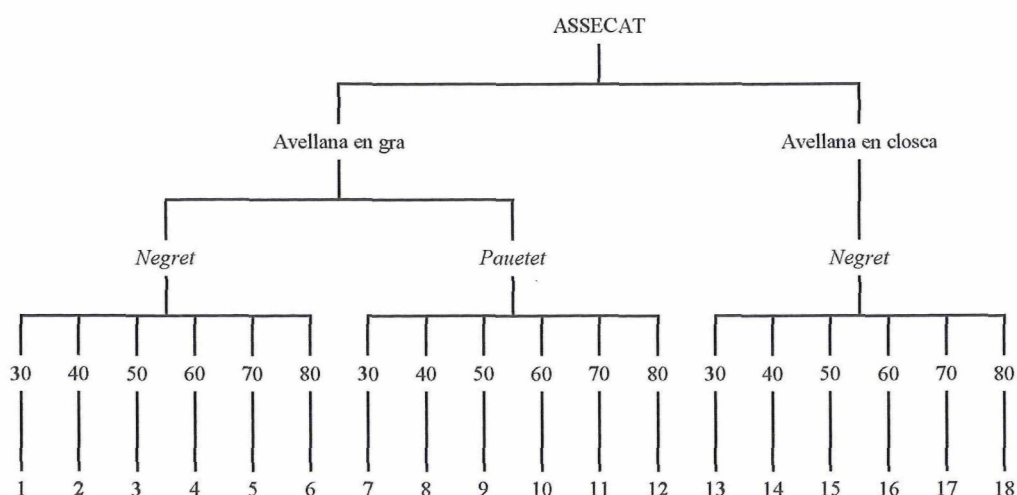
### 2.1.2.3. Estudi de les condicions més adequades d'assecatge de l'avellana

Estudis previs fets sobre l'assecat de l'avellana en capa prima, utilitzant avellana en gra i en closca de la varietat *Negret* de la campanya 90/91 i analitzant els factors temperatura de l'aire (30°C, 50°C i 70°C) i velocitat de l'aire (0,5 m/s, 1 m/s, 1,5 m/s i 2 m/s), van posar de manifest que el factor que més influeix sobre la velocitat d'assecat és la temperatura. Per això, en la campanya 92/93 es va plantejar l'estudi de la influència de la temperatura de l'aire d'assecat sobre la qualitat de l'avellana.

Per aquest estudi s'han realitzat experiències d'assecat a diferents temperatures de l'aire d'assecat, duent-se a terme un experiment de tipus factorial. Els factors estudiats han estat:

- Closca (presència o no de la closca de l'avellana).
- Varietat (*Negret* i *Pauetet*).
- Temperatura (30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C i 80°C).

La combinació dels diferents nivells dels factors dona un total de 18 experiències d'assecat:



Les experiències d'assecat s'han realitzat en planta pilot, amb un contingut d'humitat de l'aire d'entrada de 10 g aigua/kg aire sec, i mantenint una velocitat de l'aire de 1 m/s i una densitat de càrrega del llit d'assecatge de 50 kg/m<sup>2</sup>. L'avellana, amb una humitat inicial del 25% (b.s.) en closca i 20% (b.s.) en gra, s'assecava fins a un 5% d'humitat (b.s.). Les determinacions que s'han fet en l'avellana assecada són: contingut d'humitat, índex d'acidesa, coeficients d'extinció  $K_{232}$  i  $K_{270}$ , període d'inducció i color.

L'efecte de cada factor sobre la qualitat de l'avellana assecada s'ha analitzat estadísticament mitjançant l'anàlisi de la varianza.

#### 2.1.2.4. Estudis de modelització i simulació del procés d'assecat de l'avellana en llit profund

Per a la realització d'aquests estudis s'han plantejat experiències d'assecat d'avellana en capa prima, treballant amb un espesor de capa de 0,05 m aproximadament. Les experiències s'han fet amb avellana de la varietat *Negret* en gra i en closca, després de veure per les isoterms de desorció que en l'estudi del comportament higroscòpic de l'avellana no hi ha diferències significatives entre les varietats estudiades. Aquests estudis s'han realitzat en planta pilot, controlant les condicions de l'aire d'assecat: entre 30°C i 80°C de temperatura, variant la humitat relativa de l'aire d'assecat entre 3% i 40% i el cabal màssic entre 0,52 kg/s m<sup>2</sup> i 2,33 kg/s m<sup>2</sup>.

Les experiències d'assecat en capa prima han estat, tant en avellana en gra com en avellana en closca, les següents:

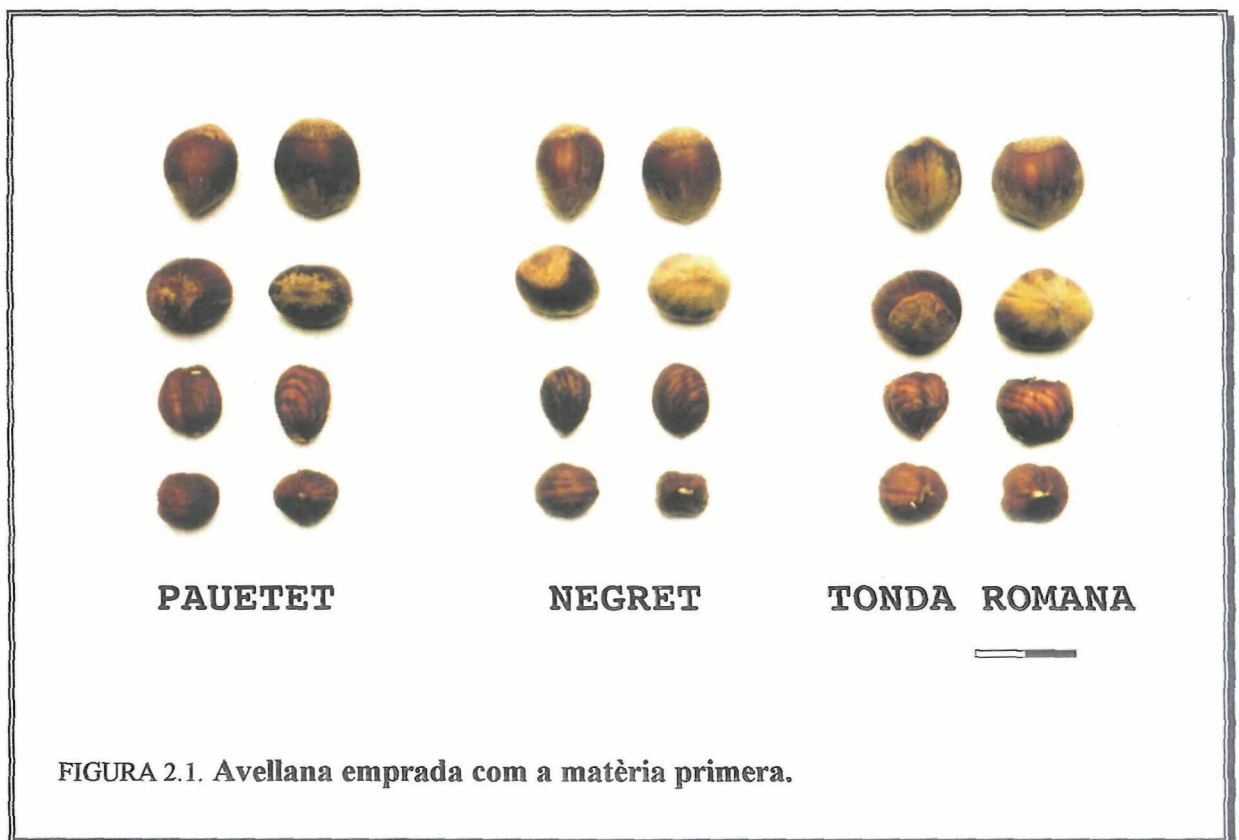
Velocitat de l'aire (m/s)	Temperatura de l'aire (°C)
0,5	40 i 70
1	30, 40, 50, 60, 70 i 80
1,5	40 i 70
2	30, 40, 50 i 70

Les dades experimentals s'han ajustat al model exponencial de difusió, al model de Page i al model de Puiggali.

La simulació del procés d'assecat en llit profund s'ha dut a terme implementant l'algoritme de simulació de l'assecat en llit profund en un programa d'ordinador. Els resultats obtinguts s'han validat contrastant-los amb els observats en assecat industrial d'avellana, que s'ha realitzat en assecador discontinu de fons perforat i amb remogut, tal com s'indica a l'apartat 2.5.

## 2.2. MATÈRIA PRIMERA

La matèria primera que s'ha utilitzat en aquests estudis és avellana de les campanyes 90/91, 91/92 i 92/93, de les varietats *Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana*, les mostres de les quals han estat subministrades per l'IRTA-Centre Agropecuari Mas Bové de Reus (Tarragona). (Figura 2.1).



### 2.2.1. Caràcters varietals

L'avellaner, *Corylus avellana* L., presenta una gran diversitat genètica. Els programes de millora que s'han anat fent a diferents països han tingut presents, entre d'altres, els següents objectius generals (C.A.M.B., 1983):

*CARÀCTERS DE L'ARBRE*

**Port:** Mitjanament erecte.

**Vigor:** De mig a elevat, segons l'eficiència de la planta en cultiu.

**Tendència a l'emissió de rebrots:** Nul·la o mínima.

**Subjecció de l'avellana a l'involucre:** Nul·la. L'avellana ha de poder caure lliurement.

*CARÀCTERS DE L'AVELLANA*

**Mida:** Petita per a la indústria i grossa per al consum de taula.

**Forma:** Arrodonida o lleugerament ovalada.

**Rendiment en gra:** Superior al 50%.

*CARÀCTERS DEL GRA*

**Mida:** Petita per a la indústria i gran per al consum de taula.

**Aptitud per al desprendiment de la pel·lícula:** Elevada.

**Presència de fibres:** Gens o molt reduïda.

**Qualitat:** Excel·lent.

*COMPORTAMENT ALS AGENTS PATÒGENS*

**Resistència a l'acar de les gemes o "badoc" (*Phytoptus avellanae*, Nal.):** Elevada.

A continuació es fa una breu caracterització varietal de l'avellana que s'utilitza com a matèria primera.

**2.2.1.1. Varietat *Negret***

La varietat *Negret* és una varietat molt antiga. És la principal varietat que es conrea a Espanya, trobant-se en quasi totes les zones de conreu de Tarragona. El seu nom al·ludeix al color fosc de les fulles (Alvarez, 1968). Es recomana com a varietat base en sòls poc compactes, ja que vegeta malament en sòls que no drenen bé. Aquesta varietat pot ésser polinitzada per les varietats *Gironell*, *Trenet*, *Vermellet*, *Pauetet*, *Morell*, *Segorbe*, *Castanyera*, *Artellet*, *Tonda di Giffoni* i *Butler*. L'avellana té una aptitud al torrat molt bona i el seu destí és per a la indústria (C.A.M.B., 1987).





*CARÀCTERS DE L'ARBRE*

**Port:** Mitjà.

**Vigor:** Mig.

**Tendència a l'emissió de rebrots:** Moderada.

**Època de floració masculina:** Mitjana.

**Època de floració femenina:** Mitjana.

**Caiguda del fruit:** Tardia.

**Entrada en producció:** Mitjana.

**Capacitat de producció:** Bona.

**Subjecció de l'avellana a l'involucre:** Nul·la .

*CARÀCTERS DE L'AVELLANA*

**Mida:** 35 cc/10 avellanes.

**Pes:** 18 g/10 avellanes.

**Forma:** Ovalada comprimida.

**Rendiment en gra:** 47-49 %.

*CARÀCTERS DEL GRA*

**Mida:** 17 cc/10 avellanes.

**Pes:** 8,7 g/10 avellanes.

**Aptitud per al desprendiment de la pel·lícula:** Molt bona.

**Presència de fibres:** Poca.

**Qualitat:** Excel·lent .

*COMPORAMENT ALS AGENTS PATÒGENS*

**Resistència al "Badoc":** Sensible.

### **2.2.1.2. Varietat Pauetet**

Aquesta varietat, d'origen més recent que la *Negret*, s'està extenent molt per les zones de regadiu de Tarragona. L'arbre és més resistent que *Negret* a terrenys compactes i calcàris, i és polinitzat per *Gironell*, *Vermellet*, *Grifoll*, *Negret*, *Trenet* i *Tonda Romana* (Tous *et al.*, 1987). L'avellana, cotitzada com la *Negret*, és d'excel·lent qualitat per a la indústria, amb bona aptitud al torrat (Rovira, 1988).

*CARÀCTERS DE L'ARBRE*

*Port:* Erecte.

*Vigor:* Vigorós.

*Tendència a l'emissió de rebrots:* Poca.

*Època de floració masculina:* Mitjana.

*Època de floració femenina:* Tardia.

*Caiguda del fruit:* Mitjana.

*Entrada en producció:* Precoç.

*Capacitat de producció:* Excel·lent .

*Subjecció de l'avellana a l'involucre:* Nulla .

*CARÀCTERS DE L'AVELLANA*

*Mida:* 37 cc/10 avellanes.

*Pes:* 18 g/10 avellanes.

*Forma:* Ovalada comprimida.

*Rendiment en gra:* 46-48 %.

*CARÀCTERS DEL GRA*

*Mida:* 17 cc/10 avellanes.

*Pes:* 8,7 g/10 avellanes.

*Aptitud per al desprendiment de la pel·lícula:* Molt bona.

*Presència de fibres:* Poca.

*Qualitat:* Excel·lent .

*COMPORAMENT ALS AGENTS PATÒGENS*

*Resistència al "Badoc":* Sensible.

### **2.2.1.3. Varietat *Tonda Romana***

La varietat italiana *Tonda Romana* té un origen molt antic i constitueix la varietat base de la regió del Lazio (Itàlia). Aquesta varietat s'adapta bé a diferents medis de conreu, i s'utilitzen com a polinitzadors *Nocchione*, *Tonda di Giffoni*, *Pauetet* i *Fertile de Coutard*. És una varietat d'indústria amb bona aptitud al torrat i molt apreciada a Itàlia (Manzo i Tamponi, 1983; Tous, 1991).

*CARÀCTERS DE L'ARBRE*

*Port:* Erecte.

*Vigor:* Mig.

*Tendència a l'emissió de rebrots:* Baixa.

*Època de floració masculina:* Mitjana-tardia.

*Època de floració femenina:* Mitjana-tardia.

*Caiguda del fruit:* Mitjana.

*Entrada en producció:* Precoç.

*Capacitat de producció:* Excel·lent .

*Subjecció de l'avellana a l'involucre:* Nul·la .

*CARÀCTERS DE L'AVELLANA*

*Pes:* 27 g/10 avellanes.

*Forma:* Arrodonida.

*Rendiment en gra:* 45-46 %.

*CARÀCTERS DEL GRA*

*Pes:* 14 g/10 avellanes.

*Aptitud per al desprendiment de la pel·lícula:* Mitjana.

*Presència de fibres:* Poca.

*Qualitat:* Molt bona.

*COMPORTAMENT ALS AGENTS PATÒGENS*

*Resistència al "Badoc":* Resistent.

## **2.2.2. Caracterització fisico-química de l'avellana**

Les avellanes presenten en la seva composició un alt contingut en greixos, essent el seu valor energètic de l'ordre de 2.745 kJ per 100 g de matèria seca. La fracció lipídica representa el 60% del total, amb un predomini dels àcids grassos poliinsaturats. Els carbohidrats i les proteïnes es troben en un 15% i 14% respectivament, i el contingut en fibra és del 10% (Salvador i Serra, 1993). Quant al contingut en vitamines, destaca el contingut en vitamina E,