

Anàlisi fisicoquímica i nutricional de la  
capota d'ametlla: valorització de la  
capota per a l'obtenció de components  
bioactius en alimentació funcional

Projecte HULLinFOOD



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

**Nom i cognoms alumne: Marina Garcia Badia**

**Nom i cognoms tutor acadèmic: Gerard Aragonés Bargalló**

**Nom i cognoms tutor professional: Juan Antonio Ruiz Calafi**

**Centre de pràctiques: Unió Nuts**

**Màster: Màster de nutrició i metabolisme, aliments saludables.**

**Tarragona, 2024**

## ÍNDEX

|  |    |
|--|----|
| <b>1. RESUM</b>  | 2  |
| <b>2. INTRODUCCIÓ:</b>   | 2  |
| 2.1. Transició obligatòria de models econòmics lineals a models circulars: | 4  |
| 2.2. Subproductes d'ametlla: gran producció sense gran valorització        | 4  |
| 2.3. Objectiu i rellevància del projecte                                   | 5  |
| 2.4. La meua participació al projecte                                      | 6  |
| <b>3. OBJECTIUS</b>  | 6  |
| <b>4. HIPOTESIS</b>  | 6  |
| <b>5. METODOLOGIA</b>  | 6  |
| 5.1 Recollida, neteja i trituració de la matèria primera                   | 6  |
| 5.2 Estudi fisicoquímic i nutricional                                      | 9  |
| 5.2.1 Humitat  | 9  |
| 5.2.2 Proteïna   | 10 |
| 5.2.3 Greix  | 11 |
| 5.2.4 Cendres  | 12 |
| 5.2.5 Polifenols   | 12 |
| 5.2.6 Fibra  | 13 |
| <b>6 RESULTATS</b>   | 14 |
| 6.1 Humitat  | 14 |
| 6.2 Proteïna   | 15 |
| 6.3 Greix  | 17 |
| 6.4 Cendres  | 18 |
| 6.5 Polifenols   | 19 |
| 6.6 Fibra  | 20 |
| <b>7 DISCUSSIÓ</b>   | 21 |
| <b>8 AVALUACIÓ CRÍTICA I ÀREES DE MILLORA</b>                              | 23 |
| <b>9 CONCLUSIÓ</b>   | 25 |
| <b>10 ANNEX</b>  | 26 |
| <b>11 BIBLIOGRAFIA</b>   | 27 |

## **1. RESUM**

El projecte HULLINFOOD és una iniciativa dirigida a abordar els desafiaments globals vinculats a la seguretat alimentària i la gestió sostenible dels residus. Se centra en la valorització de la capota d'ametlla, un subproducte tradicionalment destinat a l'alimentació animal, però que es reconeix per contenir compostos bioactius amb aplicacions prometedores en el camp de l'alimentació funcional. Mitjançant tecnologies innovadores d'extracció, com l'extracció amb solvents eutèctics profunds (DES) i l'extracció assistida per microones (MAE), el projecte busca obtenir compostos amb propietats antioxidants, antimicrobianes i antiinflamatòries, entre altres beneficis. HULLinFOOD s'insereix dins del marc de la transició cap a una economia circular, amb l'objectiu de minimitzar residus i fomentar la sostenibilitat.

Durant la meua estada de pràctiques, vaig participar en les fases inicials del projecte, incloent la preparació i neteja de la capota d'ametlla i l'anàlisi de les seves propietats nutricionals i fisicoquímiques. Això incloïa la quantificació de proteïnes, fibra, greixos, cendres, humitat i polifenols en diverses varietats d'ametlla. Aquests resultats ajudaran a seleccionar la varietat més adequada per als següents experiments del projecte, establint així les bases per al desenvolupament d'ingredients bioactius dins d'un sistema de producció sostenible i amb residus zero.

S'ha identificat que la varietat Vairo, té un alt contingut de polifenols, greixos i proteïnes, el que la fa una varietat ideal per a l'extracció de compostos bioactius. Tot i així han hagut dificultats tècniques significatives durant el procés experimental, com problemes de sobrecaentament durant la trituració de la mostra i errors en l'equip d'anàlisi.

## **2. INTRODUCCIÓ:**

A la meua estada de practiques del màster he participat en el projecte HULLINFOOD, un projecte de col·laboració públic-privada, que ha estat possible gràcies a l'ajut a projectes de col·laboració públic-privada, del Pla Estatal de Recerca Científica, Tècnica i d'Innovació, en el marc del Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència. Aquest projecte busca abordar dos dels desafiaments més urgents de l'actualitat: l'abastiment mundial d'aliments i la necessitat de reduir els residus generats, ja que tant la població com la producció alimentària continuen creixent. Per garantir un subministrament d'aliments global que compleixi amb les normes de seguretat alimentària i que redueixi la generació de residus, és fonamental adoptar sistemes

alimentaris sostenibles. A més, el projecte també se centra en la transició d'un model de negoci lineal a un model circular, amb l'objectiu de millorar l'impacte ambiental dels sistemes industrials. Amb aquest propòsit, el projecte planteja una estratègia innovadora basada en el reciclatge de la capota d'ametlla, un subproducte ric en components bioactius, per convertir-lo en una nova font d'ingredients. Tot i que tradicionalment la capota d'ametlla només s'ha utilitzat com a alimentació animal, el seu potencial per obtenir compostos bioactius amb aplicacions alimentàries encara està per explorar. La capota de l'ametlla és rica en compostos bioactius, per exemple, triterpens (àcids betulínic, urosolic, oleanòlic), flavonoides (hesperidina, quercetina) i pectina, que en aquest projecte s'investiguen com a potencials ingredients funcionals amb propietats antioxidants, antimicrobianes, antiinflamatòries i antihipertensives, mitjançant la implementació d'estratègies circulars i processos de valorització (1).

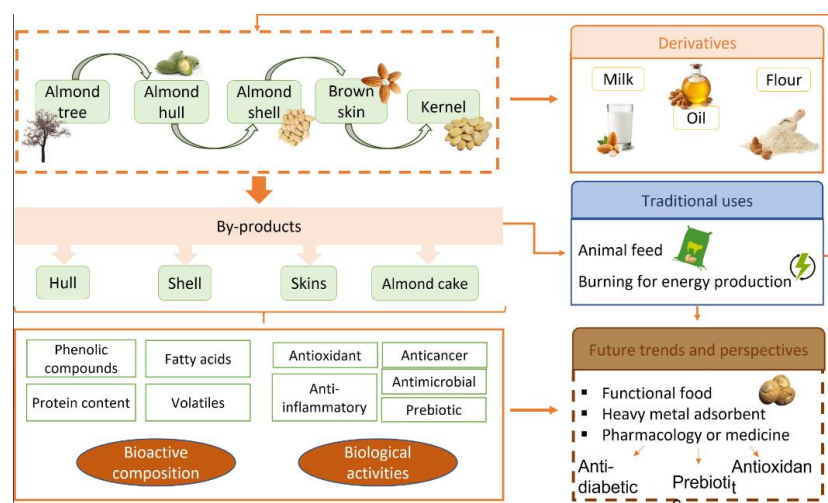


Fig. 1 Aprofitament integral de subproductes de l'ametller: composició bioactiva, usos tradicionals i tendències futures(2)

En aquest marc, el projecte pretén avaluar la presència de compostos presents a la capota d'ametlla i avaluar tecnologies d'extracció innovadores i rendibles, per alliberar els components bioactius objectiu i avaluar les biofuncionalitats dels extractes obtinguts.

Per assolir tots aquests objectius, aquest projecte s'estructura com un treball col·laboratiu entre UNIÓ NUTS, la empresa coordinadora i LEITAT, la empresa participant.

Unió Nuts és una entitat cooperativa fundada a Reus l'any 1942. Actualment és líder en la producció i comercialització d'ametlla, avellana i garrofa. Unió Nuts disposa de dues plantes de transformació: la planta principal de Reus, on es duen a terme tots

els processos de transformació, i la planta de Cabanes. A més, disposa d'una àmplia xarxa de centres receptors per poder dur a terme la neteja, assecat i emmagatzematge del fruit.

Leitat és un centre tecnològic tant a nivell estatal com europeu. Leitat ofereix solucions integrals en múltiples sectors i àmbits: salut i biomedicina, desenvolupament de nous materials i producció ecosostenible. Leitat desenvolupa projectes d'R+D+i per a empreses i institucions, així com lidera projectes de recerca finançats de manera competitiva tant en el marc de la Unió Europea com del Ministeri de Ciència i Innovació.

#### 2.1. Transició obligatòria de models econòmics lineals a models circulars:

Un dels reptes ambientals més complexos als quals s'enfronta avui la societat moderna és la gestió adequada de la generació contínua de residus obtinguts en les diverses activitats industrials. La prevenció i la gestió adequada d'aquests residus són fonamentals per evitar la seva acumulació i els danys que aquests residus puguin ocasionar als ecosistemes, la biodiversitat i la salut humana. “*L'upcycling*” és un procés conegut de transformació de residus i subproductes en nous productes i materials que es reconeixen de millor qualitat que els obtinguts a través de les vies de valorització convencionals. Per tant, és necessària la transició del model d'economia lineal que s'està implantant actualment a un de circular(3).

#### 2.2. Subproductes d'ametlla: gran producció sense gran valorització

L'ametlla (*Prunus dulcis*) és el fruit de l'ametller. Les principals parts estructurals de l'ametlla inclouen una coberta exterior verdosa anomenada casc o capota; una closca intermèdia; una pell marronosa; i finalment la llavor comestible, anomenada nucli o carn(4). Tal i com podem veure a la figura 2, la capota representa més d'un 50% de la composició del fruit del l'ametller.

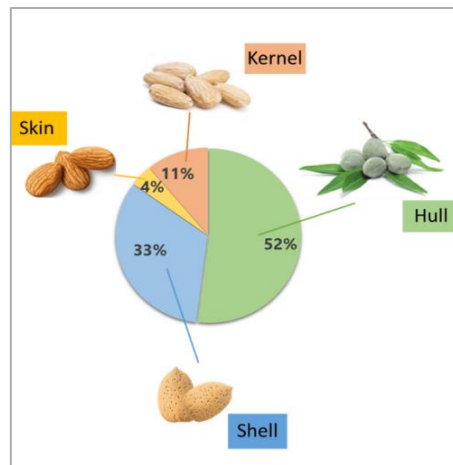


Fig. 2 Composició percentual del fruit de l'ametller

L'ametlla és la fruita seca amb major producció mundial en els darrers set anys, assolint valors de producció d'1,7 milions de tones mètriques durant les últimes temporades 2020/21. El major productor d'ametlla és els Estats Units, i el seu cultiu es genera especialment a Califòrnia, amb aproximadament 283.000 hectàrees de cultiu (5). Segons l'International Nuts and Dried Fruits Statistical Yearbook, aquest líder mundial en producció va tenir un 79% de la collita mundial d'ametlles els anys 2020/2021, seguit d'Austràlia, en segon lloc, que comparteix el 7% del mercat. Espanya ocupa el tercer lloc i és el país amb més superfície de cultiu d'ametllers, amb més de 700.000 hectàrees (6). Per tant podem concloure que hi ha una tendència mundial a l'augment de la producció d'aquest producte, però que alhora s'acompanya d'un augment paral·lel de la quantitat de subproductes que poden resultar perjudicials per al medi ambient i econòmicament si no es gestionen adequadament.

L'augment de la producció d'ametlla ha provocat una gran generació de residus que gairebé no es reciclen. Es va estimar que es generen aproximadament 1,7 milions de tones de closca i 6 milions de tones de casc o capota anualment a tot el món (3).

### 2.3. Objectiu i rellevància del projecte

L'objectiu principal del projecte és augmentar la disponibilitat d'ingredients sostenibles i segurs per a aplicacions alimentàries saludables i nutracèutiques mitjançant la implementació d'estratègies circulars i processos de valorització de la capota d'ametlla.

## 2.4. La meva participació al projecte

Aquest projecte té una duració de 4 anys, per tant, durant la meua estada de pràctiques, vaig tenir l'oportunitat de participar en les primeres activitats del projecte; vaig dur a terme la preparació i neteja de la matèria primera, seguida de l'anàlisi dels seus components nutricionals i fisicoquímics, incloent la quantificació de proteïnes, fibra, cendres, humitat, greix i polifenols. Durant la meua estància s'han analitzat 5 varietats d'ametlla; Antonyeta, Vairo, Belona, Marinada i Constantí. Considerant la composició de la capota d'aquestes varietats, es seleccionarà únicament una varietat com a referència per a desenvolupar totes les activitats experimentals al llarg de les següents tasques.

## 3. OBJECTIUS

Condicionar i netejar la matèria primera per als futurs treballs experimentals i fer una anàlisi nutricional i fisicoquímic per a la selecció d'una varietat d'ametlla com a referència per a desenvolupar totes les activitats restants del projecte.

## 4. HIPOTESIS

Entre les cinc varietats de closca d'ametlla analitzades, n'hi ha una que presenta una composició nutricional i fisicoquímica superior en termes de contingut de proteïnes, fibra, cendres, greix i polifenols, cosa que la fa la més adequada per ser seleccionada en futurs estudis experimentals del projecte.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 Recollida, neteja i trituració de la matèria primera

Una de les primeres activitats d'aquest projecte és la implantació de sistemes de seguretat i eficàcia per millorar la valorització del casc de l'ametlla. El casc o capota d'ametlla que s'utilitza en aquest projecte prové d'ametllers de la pròpia empresa, Unió Nuts, per garantir la qualitat de la closca de l'ametlla durant la collita, l'emmagatzematge i el transport.

En aquest projecte es seleccionen 5 varietats de capota d'ametlla segons la seva idoneïtat davant les exigències de l'empresa (disponibilitat i temporalitat/volums de producció i aspectes logístics). Es tenen en compte 5 varietats diferents d'ametlla (Antonyeta, Belona, Vairo, Marinada i Constantí) de diferents finques pròpies de l'empresa, recollides durant l'agost de 2023 en galledes netes i retolades segons la varietat, finca i dia de recol·lecta de la següent manera: ASCÓ-3 ANTONYETA

08/07/2023. En aquest sentit, s'han elaborat protocols de bones pràctiques, dirigits als agricultors, per evitar pràctiques d'emmagatzematge/processament no adequades, que puguin provocar problemes de fermentació i deteriorament de la matèria primera. Aquests protocols es basen en pautes per treballar a nivell de camp garantint pràctiques òptimes i estandarditzades per mantenir la qualitat de la capota de l'ametlla durant la recol·lecció i el seu posterior transport als centres de tractament.

El protocol seguit pels agricultors, per tal de garantir que els subproductes de la capota de l'ametlla processada compleixin amb la normativa de seguretat alimentària, és el següent: la recol·lecció de la capota d'ametlla es duu a terme després de la recol·lecta de les ametlles. Un cop es recull el fruit, amb una màquina sacsejadora es fa caure tota la capota i mitjançant una màquina es separa la capota dels pals, fulles, insectes... Malauradament aquest procés no es va dur a terme en totes les recol·leccions, per tant, en l'estada de pràctiques es va netejar la capota i es va condicionar al laboratori, netejant aproximadament 30kg de capota manualment.

A continuació, es va triturar la capota amb una Thermomix de la Marca Vorwerk, al laboratori. Es va triturar amb intervals de 150 grams durant 3 minuts, parant cada 30 segons per a remoure la capota, a màxima potència. Tot i l'esforç per aconseguir una trituració homogènia entre totes les varietats, no es va poder aconseguir un granulat fi en algunes mostres, ja que depèn molt del grau d'humitat; la quantitat d'aigua present a la capota d'ametlla afecta directament com es comporta durant el procés de trituració. Les capotes amb més contingut d'humitat tendeixen a mantenir-se més cohesionades, cosa que pot dificultar una trituració uniforme. Això pot donar lloc a partícules més grans o grànuls, que s'assemblen a pedres. En canvi, quan la capota té baixa humitat, és més fràgil i es desintegra més fàcilment, resultant en partícules fines, semblants a sorra. Aquesta variabilitat en el granulat es veurà reflectida en els resultats.

Com podem veure a la figura 3, la capota de la varietat Vairo de la finca Riudoms triturada acaba tenint partícules semblants a la sorra, perquè es la mostra més seca que hi ha recol·lectada, com veurem a l'apartat de resultats, té un percentatge d'humitat molt baix, fet que ajuda a una trituració més òptima. En canvi, Ascó 1 Belona acaba tenint unes partícules més grans després de la trituració a causa del seu contingut d'aigua.



Fig. 3 Diferència de tamany després de la trituració entre els grànuls d'Ascó 1 Belona (esquerra) i Riudoms Vairo (dreta)

Aquesta variació en la humitat de les capotes d'ametlla pot ser deguda a diversos factors relacionats amb el procés de recol·lecció, emmagatzematge i condicions ambientals. Si les capotes d'ametlla són recol·lectades en moments d'alta humitat ambiental o després de pluges, és probable que retinguin més humitat. Per altra banda, en condicions seques, les capotes tendeixen a tenir menys contingut d'aigua(4). La manera com s'emmagatzemen les capotes també afecta el seu contingut d'humitat. En aquest cas, es van emmagatzemar a una càmera de 10-12 °C des del dia de la seva collita.

Taula 1 Recollida de dades a l'inici del projecte; dia de la recol·lecta de la capota, la finca i la varietat de l'ametlla. També s'inclou el dia de la neteja i el pes de capota neta que pot ser usada per al projecte.

| <b>Dia recol·lecta<br/>(mm/dd/aa)</b> | <b>Finca</b>         | <b>Varietat</b> | <b>Dia neteja<br/>(mm/dd/aa)</b> | <b>Pes brut (kg)</b> | <b>Pes net (kg)</b> |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------|---------------------|
| 08/07/2023                            | Asco-3               | Antonyeta       | 03/07/2024                       | 1,85                 | 1,25                |
| 08/09/2023                            | Asco-1               | Antonyeta       | 03/04/2024                       | 5                    | 1,75                |
| 08/16/2023                            | Ascó-3               | Belona          | 03/01/2024                       | 5                    | 1,85                |
| 08/17/2023                            | Miravet              | Belona          | 03/02/2024                       | 6,7                  | 5                   |
| 08/17/2023                            | Asco-1               | Belona          | 03/04/2024                       | 7                    | 4,85                |
| 09/08/2023                            | Pla de Santa Maria-1 | Constantí       | 03/06/2024                       | 2,8                  | 2,5                 |
| 08/28/2023                            | Ascó-4               | Marinada        | 03/07/2024                       | 6                    | 4,55                |
| 08/10/2023                            | Flix-1               | Vairo           | 02/29/2024                       | 4,6                  | 3,85                |
| 08/22/2023                            | Riudoms              | Vairo           | 03/05/2024                       | 4                    | 3,3                 |
| 08/25/2023                            | Ametlla de Mar       | Vairo           | 03/05/2024                       | 4,35                 | 3,9                 |
| 08/28/2023                            | Pla de Santa Maria-1 | Vairo           | 03/07/2024                       | 2,8                  | 2,7                 |

## 5.2 Estudi fisicoquímic i nutricional

A continuació, es procedeix a identificar la diferència entre varietats i cultius d'ametller pel que fa a la seva composició fisicoquímica i nutricional per tal d'establir un procés d'extracció de compostos bioactius òptim. Els mètodes i protocols emprats en aquest projecte han estat seleccionats i adaptats en base a les directrius establertes per l'AOAC International. L'AOAC és una organització àmpliament reconeguda a l'àmbit de la ciència analítica que proporciona mètodes d'anàlisi validats i estandarditzats. Això assegura que els procediments utilitzats compleixen amb els més alts estàndards de precisió, reproductibilitat i fiabilitat, garantint així la validesa dels resultats obtinguts (7)

Com hem dit anteriorment, tenint en compte la composició, es selecciona una varietat de capota d'ametlla com a mostra de referència perquè sigui la matèria primera per al desenvolupament de totes les activitats experimentals al llarg de les tasques posteriors del projecte. Les altres varietats també es consideraran per replicar els processos òptims per tal de validar la reproductibilitat.

A continuació, es detallen tots els procediments realitzats per a l'estudi nutricional i fisicoquímic.

### 5.2.1 Humitat

Per a la determinació de la humitat en mostres de capota, es va fer una anàlisi gravimètrica. Inicialment, les mostres van ser pesades en un pesa-substància prèviament tarat per obtenir el pes inicial. Posteriorment, es van sotmetre a un procés d'assecatge en estufa a una temperatura constant de 103°C durant 1 hora. En concloure el temps d'assecatge, les mostres van ser transferides a un dessecador durant 30 minuts per permetre'n el refredament i evitar l'absorció d'humitat de l'ambient. Finalment, es va enregistrar el pes final de les mostres. La pèrdua de pes, atribuïda a l'evaporació de l'aigua continguda a la mostra, es va fer servir per calcular el percentatge d'humitat mitjançant la relació entre la diferència de pes inicial i final respecte al pes inicial. Aquest procediment garanteix la precisió i la repetibilitat en la quantificació del contingut d'humitat a les mostres analitzades.

Finalment, es calcula la mitjana del percentatge d'humitat i la desviació estàndard. Aquesta última quantifica la dispersió de les dades al voltant de la mitjana i, en aquest

cas, permet avaluar la consistència dels mesuraments d'humitat. Una desviació estàndard baixa indicaria que els valors d'humitat estan concentrats prop de la mitjana, suggerint una bona precisió en el procediment experimental. En canvi, una desviació estàndard elevada podria revelar variabilitat en el procediment o en les mostres, la qual cosa podria requerir ajustos en el protocol o una revisió dels factors que afecten el mesurament. A més, es calcula el percentatge de variació de la desviació estàndard, conegut com a coeficient de variació (CV). Això és útil per comparar la dispersió entre diferents conjunts de dades, independentment de les unitats. Un CV baix indica una baixa variabilitat en comparació amb la mitjana, reforçant la fiabilitat del procediment (8).

### 5.2.2 Proteïna

Per determinar el contingut de nitrogen total, es va utilitzar el mètode Kjeldahl, que consta de tres etapes: digestió, destil·lació i valoració. Per a la digestió, es van pesar 0,75g de la mostra en un tub de digestió juntament amb un filtre de paper. Posteriorment, s'hi van afegir 4 pastilles catalitzadores i 20mL d'àcid sulfúric concentrat (96%). Simultàniament, es van preparar dos tubs addicionals com a blanc sense mostra, però seguint els mateixos procediments i quantitats. Les mostres es van sotmetre a digestió en un bloc digestor, a una temperatura de 360°C durant 2 hores. Després de la digestió, les mostres es van deixar refredar a temperatura ambient durant 15 minuts. En la destil·lació, les mostres digerides van ser transferides a un equip de destil·lació, on es van afegir 50mL d'aigua destil·lada i es van recollir els vapors a erlenmeyers que contenien 25mL d'àcid bòric juntament amb un indicador. El procés de destil·lació es va iniciar amb l'addició de vapor (STEAM) seguit de l'addició de NaOH en tres etapes. Aquest pas permet l'alliberament d'amoníac, que és atrapat en la solució d'àcid bòric. Finalment, l'amoníac atrapat a la solució d'àcid bòric va ser valorat utilitzant àcid clorhídric (HCl 0,1 N). La valoració es va fer fins a assolir el punt de viratge (rosa). Aquest procediment va permetre la quantificació del nitrogen present a la mostra.

Els resultats obtinguts van ser utilitzats per estimar el contingut de proteïna total mitjançant la conversió corresponent (factor de conversió 6.25 per a proteïnes). Per a la majoria de les proteïnes alimentàries, el factor més utilitzat és 6.25, ja que el contingut de nitrogen a la proteïna és aproximadament del 16% ( $1/0.16 = 6.25$ )(9).

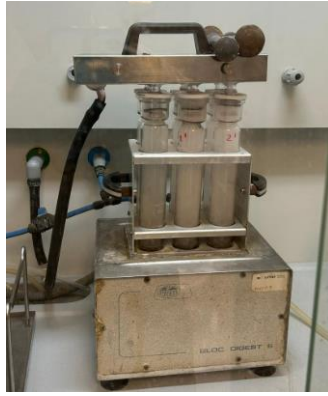


Fig. 4 Digestor de proteïnes

### 5.2.3 Greix

Per a la mesura de la quantitat de greix es van pesar 5g de capota en cartutxos de cel·lulosa prèviament preparats. El material va ser compactat amb paper de laboratori per assegurar una retenció correcta durant el procés d'extracció. Els cartutxos van ser introduïts a balons que es van col·locar en una estufa a 103°C durant una hora per eliminar la humitat residual. Posteriorment, els balons van ser retirats i transferits a un dessecador durant 30 minuts per establir la temperatura. Un cop equilibrats, es van tarar (Pes inicial). El procés d'extracció es va fer utilitzant un equip Soxhlet, el qual es va carregar amb èter de petroli fins a sifonar. S'hi va afegir més dissolvent fins a omplir aproximadament més de la meitat del baló. Les plaques calefactores es van encendre ajustant-les a una potència d'1,5 per iniciar l'extracció. Quan el contingut del baló va començar a bullir, la potència es va reduir a 0,5, mantenint el sistema en operació contínua durant 5 hores. En finalitzar el procés d'extracció, l'èter de petroli va ser retirat del sistema, i els balons van ser novament col·locats a l'estufa durant la nit per eliminar qualsevol traça de dissolvent residual. L'endemà, els cartutxos van ser buidats, i la capota desgreixada va ser emmagatzemada fins a la posterior anàlisi de contingut de fibra. Finalment, els balons van ser pesats novament (Pes final) per calcular la pèrdua de massa, la qual s'utilitza en la determinació de la fibra.

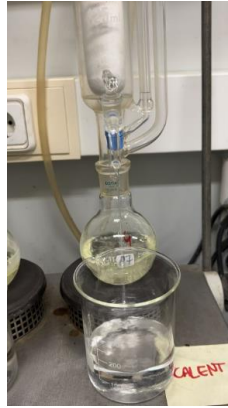


Fig. 5 Procés d'extracció de greix utilitzant un equip Soxhlet

#### 5.2.4 Cendres

Per al càlcul de cendres es va encendre una mufla i es va portar a una temperatura de 525°C per estabilitzar-la. Els gresols buits van ser introduïts a la mufla i mantinguts a aquesta temperatura durant 1 hora, utilitzant dos gresols per mostra. Un cop completat aquest pas, els gresols van ser retirats i transferits a un dessecador durant 30 minuts per permetre el refredament a temperatura ambient. Posteriorment, els gresols van ser tarats i se'n va registrar el pes inicial (Pes inicial). A continuació, es van pesar 3 g de capota i es van introduir als gresols prèviament tarats. A continuació, la temperatura de la mufla es va reduir a 200°C i es va mantenir durant 1 hora per evitar una combustió brusca. El procés d'incineració es va dur a terme introduint els gresols a la mufla i augmentant la temperatura de manera gradual. La temperatura es va elevar a 300°C durant 1 hora, després a 400°C durant una altra hora, i finalment es va incrementar a 525°C, mantenint-se a aquesta temperatura fins al dia següent. Aquest protocol d'augment progressiu de la temperatura va ser implementat per assegurar una combustió completa del material orgànic sense provocar pèrdues de cendres per volatilització. En finalitzar la incineració, els gresols es van retirar de la mufla i es van col·locar novament en un dessecador durant 30 minuts. Finalment, es van pesar els gresols amb el residu de cendres (Pes final), la qual cosa va permetre calcular el contingut de cendres de les mostres.

#### 5.2.5 Polifenols

L'extracció de polifenols es va fer utilitzant una barreja de metanol/hidroclorur (MetOH/HCl) en una proporció 1000:1. Per a cada mostra, es van prendre 0.125g i s'hi van afegir 5 ml de MetOH/HCl. La barreja es va sonicar durant 10 minuts, seguit

d'un descans de 15 minuts. Posteriorment, les mostres es van centrifugar a 5000 rpm durant 5 minuts a una temperatura de 5°C.

Per a la corba patró, es va fer servir una solució estàndard d'àcid gàl·lic amb una concentració inicial de 1000 ppm (50 mg d'àcid gàlic/50 ml d'H<sub>2</sub>O destil·lada) tal i com podem veure a l'annex 1 i 2.

Per a la determinació de compostos fenòlics, es van barrejar 0.5 ml de l'extracte (capota/estàndard/blanc MetOH/HCl) amb 0.5 ml de reactiu Folin-Ciocalteu (FCR) i 5 ml de H<sub>2</sub>O destil·lada. Després d'esperar 3 minuts, es van afegir 10 ml de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, i es va ajustar el volum final a 25 ml amb H<sub>2</sub>O destil·lada. La barreja es va incubar a temperatura ambient, i es va fer la lectura de l'absorbància a 750 nm.

Com podem a l'annex 3 la recta patró mostra una bona relació lineal amb un ajustament molt fort a les dades. Això suggereix que els resultats obtinguts són consistents i fiables per utilitzar-los en els càlculs posteriors.

#### 5.2.6 Fibra

A causa d'un incident ocorregut al laboratori per un treballador de l'empresa, en el qual es va produir un dany a la bomba de buit utilitzada al laboratori, no va ser possible completar l'estudi de determinació de fibra a les mostres de capota. L'avaria a l'equip va impedir la realització correcta del procés de desgreixat de les mostres, cosa que ha resultat en la impossibilitat d'obtenir les dades necessàries per a aquesta part de l'anàlisi. Com a conseqüència, l'estudi presentat en aquest treball es troba incomplet respecte a l'anàlisi de fibra. Dos mesos després d'acabar les pràctiques, es va contactar novament amb l'empresa de pràctiques per verificar si s'havia dut a terme la reparació necessària i l'anàlisi de la fibra. L'empresa ha informat que, fins ara, no s'ha pogut realitzar.

Tot i això, a continuació s'explica com s'hauria d'haver realitzat i el resultat de les 2 mostres que va donar temps a fer.

Per determinar fibra, es van utilitzar mostres desgreixades (fet anteriorment) d'1 g, les quals van ser suspeses en 40 ml d'un tampó MES-TRIS (60°C, pH ajustat a 6.0) en un volum final de 600 ml. A aquesta suspensió, s'hi va afegir  $\alpha$ -amilasa (50  $\mu$ l), amb el propòsit d'hidrolitzar el midó present a la mostra. La barreja es va incubar en un bany d'aigua a 95°C durant 15 minuts, cobrint els recipients amb paper d'alumini per evitar l'evaporació. Posteriorment, les mostres van ser refredades a 60°C abans d'afegir 100

µl d'una solució de proteasa, cosa que va permetre la digestió de proteïnes presents a la mostra. La incubació va continuar en un bany a 60°C durant 30 minuts. Després d'aquest període, es va procedir a l'addició de 5 ml d'àcid clorhídric (HCl 0.5 N), ajustant el pH de la solució a un rang de 4.7. Aquest pas va ser crucial per preparar la mostra per a l'acció de l'amiloglucosidasa. L'amiloglucosidasa (300 µl) va ser afegida a la barreja, que va ser novament incubada en un bany d'aigua a 60°C durant 30 minuts, permetent la conversió completa dels carbohidrats en sucres solubles. Després d'aquesta digestió, les mostres van ser filtrades al buit utilitzant un kitasato. La fibra soluble va ser separada de la fracció insoluble mitjançant l'addició de quatre volums d'etanol al 95% prèviament escalfat a 60°C, fet que va facilitar la precipitació de les fibres solubles. Aquesta fracció va ser deixada en repòs per permetre la separació completa de les fibres solubles abans de procedir al filtratge. La fracció insoluble es va recuperar filtrant i assecant el residu en dos rentats successius amb 15 ml d'etanol al 78%, seguit de 15 ml d'etanol al 95% i finalment 15 ml d'acetona, assegurant l'eliminació de qualsevol component interferent. Finalment, les mostres van ser sotmeses a una anàlisi de proteïnes i cendres, per a realitzar una correcció de resultats i quantificar-ne el contingut total de fibra.

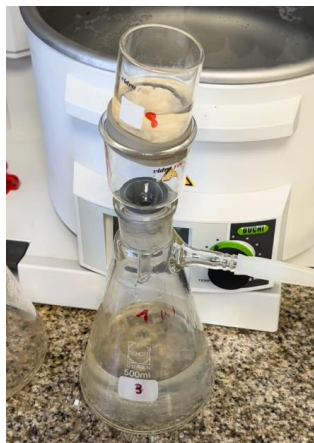


Fig. 6 recuperació de la fibra insoluble filtrant i assecant el residu en dos rentats successius amb 15 ml d'etanol al 78%, seguit de 15 ml d'etanol al 95% i finalment 15 ml d'acetona

## 6 RESULTATS

### 6.1 Humitat

Taula 2 Anàlisi estadístic del percentatge d'humitat en mostres de capota d'ametlla: mitjana, desviació estàndard i percentatge de desviació

| MOSTRA                  | Mitjana % humitat | Desviació estàndard | % Desviació |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| Ascó 1 Belona           | 44,95             | 0,030               | 0,07        |
| Ascó 3 Belona           | 28,89             | 0,002               | 0,01        |
| Miravet Belona          | 61,44             | 0,482               | 0,78        |
| Ascó 1 Antonyeta        | 20,21             | 0,014               | 0,07        |
| Ascó 3 Antonyeta        | 19,80             | 0,072               | 0,36        |
| Ascó 4 Marinada         | 27,83             | 0,110               | 0,40        |
| Pla sta Maria Vairo     | 30,07             | 0,192               | 0,64        |
| Ametlla de Mar Vairo    | 14,54             | 0,131               | 0,90        |
| Riudoms Vairo           | 7,47              | 0,013               | 0,18        |
| Flix 1 Vairo            | 14,98             | 0,078               | 0,52        |
| Pla sta Maria constanti | 30,47             | 0,120               | 0,39        |

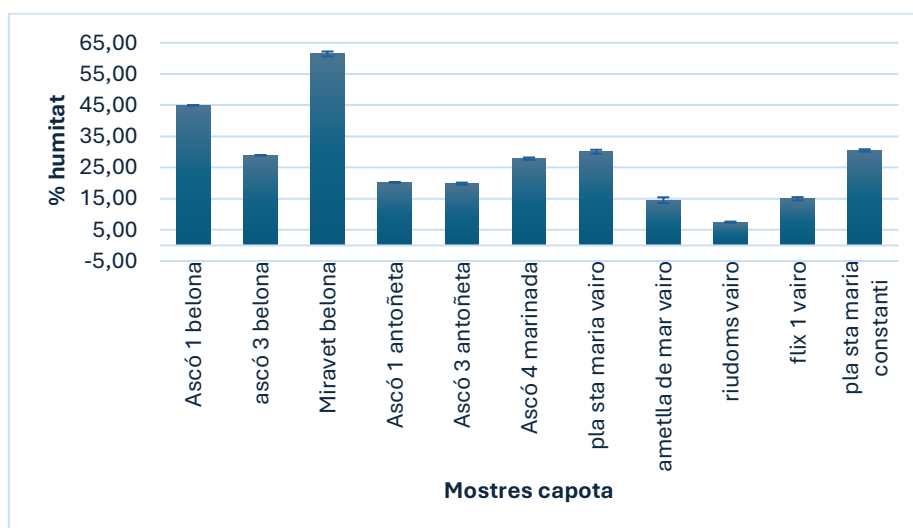


Fig. 7 Contingut d'humitat en diferents varietats de capota

## 6.2 Proteïna

En el transcurs dels experiments realitzats per determinar la proteïna, es va observar una variabilitat elevada en els resultats obtinguts, reflectida en alts percentatges de desviació estàndard. Aquesta variabilitat està associada amb les limitacions tecnològiques de la maquinària utilitzada al laboratori, la qual no es troba en condicions òptimes degut a la seva antiguitat. L'equip en qüestió va mostrar inestabilitat en els mesuraments, cosa que va generar discrepàncies en les dades i,

en conseqüència, un nombre més gran de repeticions dels experiments. Tot i seguir els protocols de manera rigorosa, la manca de precisió de l'equip va afectar directament la reproductibilitat dels resultats. Per mitigar aquest problema, es van implementar mesures addicionals, com un increment en el nombre de repeticions experimentals.

Taula 3 Anàlisi estadístic de la quantitat de proteïna en mostres de capota d'ametlla: mitjana, desviació estàndard i percentatge de desviació

| <b>Mostra</b>              | <b>Mitjana %<br/>proteïna (nx6.25)</b> | <b>Desviació estàndard</b> | <b>% desviació</b> |
|----------------------------|--|----------------------------|--------------------|
| Ascó 1 Belona              | 1,97                                   | 0,11                       | 5,53               |
| Ascó 3 Belona              | 1,97                                   | 0,00                       | 0,23               |
| Miravet Belona             | 1,16                                   | 0,00                       | 0,21               |
| Ascó 1 Antonyeta           | 3,82                                   | 0,15                       | 3,99               |
| Ascó 3 Antonyeta           | 3,36                                   | 0,14                       | 4,25               |
| Ascó 4 Marinada            | 3,35                                   | 0,17                       | 5,07               |
| Pla sta Maria Vairo        | 3,71                                   | 0,01                       | 0,40               |
| Flix-1 Vairo               | 2,20                                   | 0,00                       | 0,07               |
| Riudoms Vairo              | 4,80                                   | 0,11                       | 2,29               |
| Ametlla de Mar<br>Vairo    | 2,20                                   | 0,01                       | 0,43               |
| Pla sta Maria<br>constanti | 2,74                                   | 0,09                       | 3,11               |

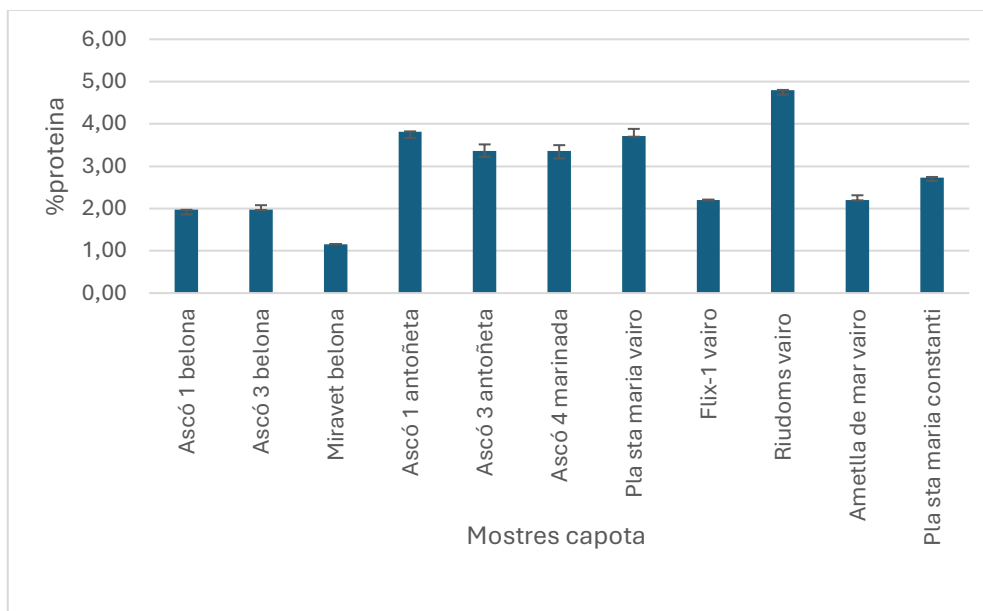


Fig. 8 Contingut de proteïna en diferents varietats de capota

### 6.3 Greix

Taula 4 Anàlisi estadístic de la quantitat de greix en mostres de capota d'ametlla: mitjana, desviació estàndard i percentatge de desviació

| MOSTRA                  | mitjana greix | desviació estàndard | % desviació |
|-------------------------|---------------|---------------------|-------------|
| Ascó 1 Belona           | 0,46          | 0,06                | 13,07       |
| Ascó 3 Belona           | 0,82          | 0,02                | 2,20        |
| Miravet Belona          | 0,68          | 0,02                | 2,78        |
| Ascó 1 Antonyeta        | 0,68          | 0,05                | 6,96        |
| Ascó 3 Antonyeta        | 0,82          | 0,07                | 8,09        |
| Ascó 4 Marinada         | 0,75          | 0,01                | 0,72        |
| Pla sta Maria Vairo     | 0,44          | 0,04                | 9,80        |
| Ametlla de Mar Vairo    | 1,06          | 0,02                | 1,74        |
| Riudoms Vairo           | 0,73          | 0,07                | 9,41        |
| Flix-1 Vairo            | 0,99          | 0,05                | 4,60        |
| Pla sta Maria Constantí | 1,13          | 0,10                | 8,61        |

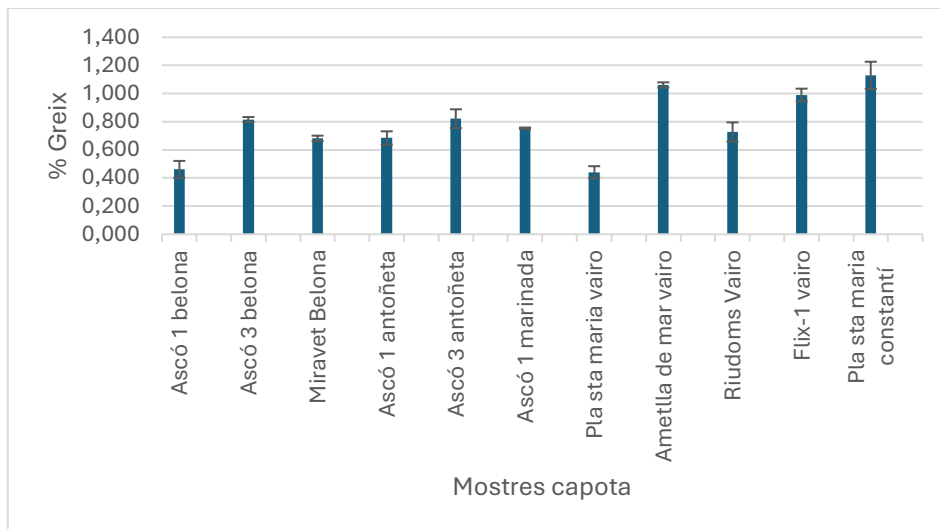


Fig. 9 Percentatge de greix en diferents varietats de capota

## 6.4 Cendres

Taula 5 Anàlisi estadístic del percentatge de cendres en mostres de capota d'ametlla: mitjana, desviació estàndard i percentatge de desviació

| Mostra                  | Mitjana % cendres | Desviació estàndard | %desviació |
|-------------------------|-------------------|---------------------|------------|
| Ascó 1 Belona           | 18,38             | 0,37                | 2,03       |
| Ascó 3 Belona           | 24,75             | 0,40                | 1,60       |
| Miravet Belona          | 11,61             | 0,04                | 0,38       |
| Ascó 1 Antonyeta        | 15,51             | 0,24                | 1,55       |
| Ascó 3 Antonyeta        | 8,96              | 0,13                | 1,51       |
| Ascó 4 Marinada         | 15,87             | 0,15                | 0,94       |
| Pla sta Maria Vairo     | 14,10             | 0,06                | 0,44       |
| Ametlla de Mar Vairo    | 10,93             | 0,04                | 0,39       |
| Riudoms Vairo           | 24,93             | 0,07                | 0,30       |
| Flix 1 Vairo            | 8,44              | 0,11                | 1,26       |
| Pla sta Maria Constantí | 9,96              | 0,09                | 0,93       |

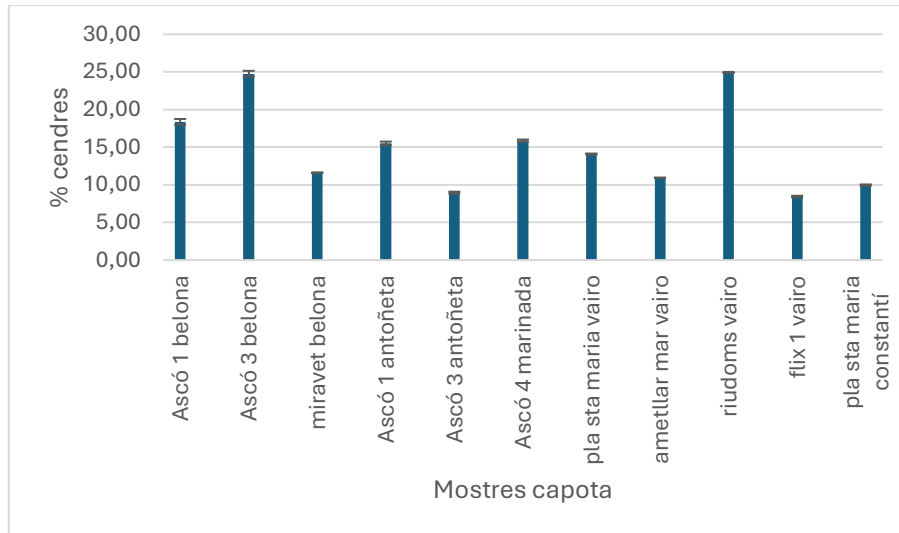


Fig. 10 Percentatge de greix en diferents varietats de capota

## 6.5 Polifenols

Taula 6 Anàlisi estadístic dels polifenols presents en mostres de capota d'ametlla: mitjana, desviació estàndard i percentatge de desviació

| Mostra                  | Mitjana polifenols<br>(mg GAE/mL) | Desviació | % Desviació |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------|-------------|
| Ascó 1 Belona           | 2,91                              | 0,15      | 5,04        |
| Ascó 3 Belona           | 16,78                             | 0,26      | 1,53        |
| Miravet Belona          | 3,22                              | 0,35      | 11          |
| Ascó 1 Antonyeta        | 8,789                             | 0,458     | 5,21        |
| Ascó 3 Antonyeta        | 14,37                             | 0,62      | 4,32        |
| Ascó 4 Marinada         | 3,37                              | 0,46      | 13,60       |
| Pla sta Maria Vairo     | 4,34                              | 0,14      | 3,20        |
| Ametlla de Mar Vairo    | 16,34                             | 0,92      | 5,64        |
| Riudoms Vairo           | 18,71                             | 0,42      | 2,24        |
| Flix 1 Vairo            | 30,59                             | 0,25      | 0,80        |
| Pla sta Maria Constantí | 4,39                              | 0,25      | 5,72        |

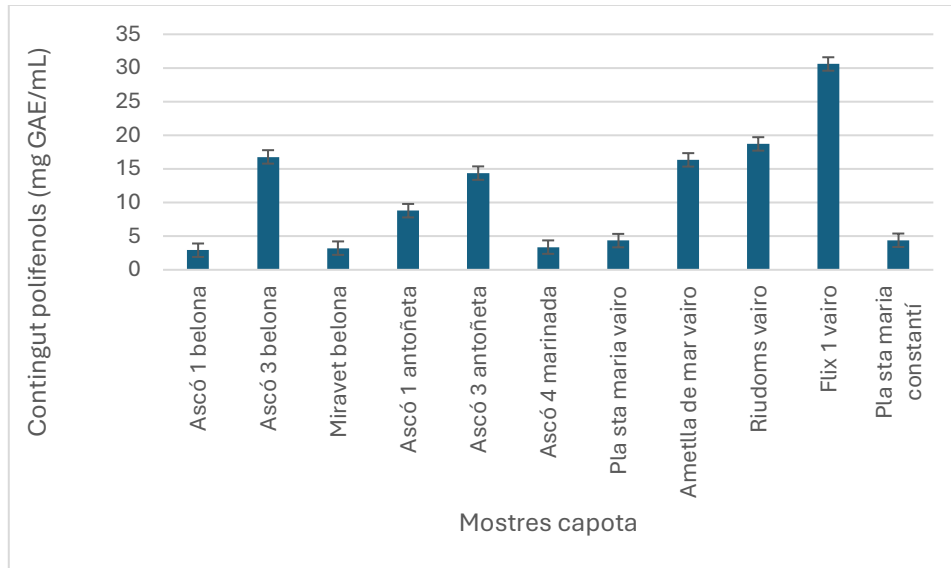


Fig. 11 Contingut de polifenols en diferents varietats de capota

## 6.6 Fibra

Taula 7 Recull de dades per a la determinació de fibra en Ascó 1 Belona

|                 |                |            |        |             |                           |                    |      |          |       | %            |              |             |           |              |              |
|-----------------|----------------|------------|--------|-------------|---------------------------|--------------------|------|----------|-------|--------------|--------------|-------------|-----------|--------------|--------------|
|                 |                |            |        |             |                           |                    |      |          |       | Greix        | Humitat      |             |           |              |              |
|                 |                |            |        |             |                           |                    |      |          |       | 0,46         | 44,95        |             |           |              |              |
| FIBRA INSOLUBLE |                |            |        |             |                           |                    |      | PROTEÏNA |       |              |              |             |           |              |              |
| Mostra          | Pes desgreixat | Pes normal | Crisol | Tara crisol | Crisol+Fibra+Prot+Cendres | Fibra+Prot Cendres | CV   | ml HCl   | blanc | proteïna (%) | proteïna (g) |             |           | FIBRA        | Fibra insol. |
| ASCO 1 BELON    | 0,9991         | 1,0037     | 3      | 52,1530     | 52,4582                   | 0,3052             | 12,9 | 5,00     | 0,00  | 14,33        | 0,0438       | BLANC       | INSOLUBLE | sobre        |              |
|                 | blanco         |            | 1      | 51,7686     | 51,7700                   | 0,0014             | 23,6 | 0,50     | 0,00  | 312,50       | 0,0044       |             | FINAL (%) | materia seca |              |
| ASCO 1 BELON    | 0,9993         | 1,0039     | 4      | 44,5674     | 44,9337                   | 0,3663             |      |          |       | 44,5717      | 0,0043       |             |           |              |              |
|                 | blanco         |            | 2      | 52,1938     | 52,1948                   | 0,0010             |      |          |       | 52,1776      | -0,0162      | 0,0130      | 27,36     | 49,71        |              |
|                 |                |            |        |             |                           |                    |      |          |       | tara         | cendres (g)  |             |           |              |              |
|                 |                |            |        |             |                           |                    |      |          |       | CENDRES      |              |             |           |              |              |
| % FIBRA SOLUBLE |                |            |        |             |                           |                    |      | PROTEÏNA |       |              |              |             |           |              |              |
| MOSTRA          | Pes desgreixat | Pes normal | Crisol | Tara crisol | Crisol+Fibra+Prot+Cendre  | Fibra+Prot Cendres | CV   | ml HCl   | blanc | proteïna (%) | proteïna (g) |             |           | FIBRA        | Fibra insol. |
| ASCO 1 BELONA   | 0,9991         | 1,0037     | 7      | 47,6895     | 47,7168                   | 0,0273             | 10,6 | 0,50     | 0,00  | 16,03        | 0,0044       | BLANC       | SOLUBLE   | sobre        |              |
|                 | blanco         |            | 5      | 52,3341     | 52,2717                   | -0,0624            | -8,5 | 1,10     | 0,00  | -15,42       | 0,0096       |             | FINAL (%) | materia seca |              |
| ASCO 1 BELONA   | 0,9993         | 1,0039     | 8      | 51,9497     | 51,9732                   | 0,0235             |      |          |       | 51,9299      | -0,0198      |             |           |              |              |
|                 | blanco         |            | 6      | 52,3227     | 52,2674                   | -0,0553            |      |          |       | 52,2463      | -0,0764      | 0,0079      | 3,28      | 5,95         |              |
|                 |                |            |        |             |                           |                    |      |          |       | tara         | cendres (g)  |             |           |              |              |
|                 |                |            |        |             |                           |                    |      |          |       | CEN DRES     |              | FIBRA TOTAL | 30,64     | 55,66        |              |
|                 |                |            |        |             |                           |                    |      |          |       | Relació      |              | Fi:FS       | 8,35      | :1           |              |

Taula 8 Recull de dades per a la determinació de fibra en Ascó 1 Antonyeta

|                  |                |            |        |             |                           |                    |       | %        |       |              |              |         |                           |                                 |  |
|------------------|----------------|------------|--------|-------------|---------------------------|--------------------|-------|----------|-------|--------------|--------------|---------|---------------------------|---------------------------------|--|
|                  |                |            |        |             |                           |                    |       | Greix    | 0,68  |              |              |         |                           |                                 |  |
|                  |                |            |        |             |                           |                    |       | Humitat  | 20,21 |              |              |         |                           |                                 |  |
| FIBRA INSOLUBLE  |                |            |        |             |                           |                    |       | PROTEÏNA |       |              |              |         |                           |                                 |  |
| Mostra           | Pes desgreixat | Pes normal | Crisol | Tara crisol | Crisol+Fibra+Prot+Cendres | Fibra+Prot Cendres | CV    | ml HCl   | blanc | proteïna (%) | proteïna (g) |         | FIBRA INSOLUBLE FINAL (%) | Fibra insol. sobre materia seca |  |
| ASCO 1 ANTONYETA | 1,00           | 1,25       | 3,00   | 48,54       | 48,92                     | 0,37               | 2,3   | 4,50     | 0,00  | 10,53        | 0,04         | BLANCO  |                           |                                 |  |
| blanco           |                |            | 1,00   | 45,46       | 45,46                     | 0,00               | 151,9 | 0,60     | 0,00  | -2625,00     | 0,01         |         |                           |                                 |  |
| ASCO 1 ANTONYETA | 1,00           | 1,25       | 4,00   | 45,65       | 46,04                     | 0,39               |       |          |       | 45,66        | 0,01         |         |                           |                                 |  |
| blanco           |                |            | 2,00   | 51,78       | 51,78                     | 0,01               |       |          |       | 51,78        | 0,00         | -0,0020 | 33,16                     | 41,56                           |  |
|                  |                |            |        |             |                           |                    |       |          |       | tara         | cendres (g)  |         |                           |                                 |  |
|                  |                |            |        |             |                           |                    |       |          |       | CENDRES      |              |         |                           |                                 |  |
| % FIBRA SOLUBLE  |                |            |        |             |                           |                    |       | PROTEÏNA |       |              |              |         |                           |                                 |  |
| MOSTRA           | Pes desgreixat | Pes normal | Crisol | Tara crisol | Crisol+Fibra+Prot+Cendre  | Fibra+Prot Cendres | CV    | ml HCl   | blanc | proteïna (%) | proteïna (g) |         | FIBRA SOLUBLE FINAL (%)   | Fibra insol. sobre materia seca |  |
| ASCO 1 ANTONYETA | 0,9993         | 1,0061     | 7      | 47,6927     | 47,7590                   | 0,0663             | 3,6   | 1,50     | 0,00  | 19,80        | 0,0131       | BLANCO  |                           |                                 |  |
| blanco           |                |            | 5      | 46,3284     | 46,3375                   | 0,0091             | 6,7   | 1,00     | 0,00  | 96,15        | 0,0088       |         |                           |                                 |  |
| ASCO 1 ANTONYETA | 0,9995         | 1,0063     | 8      | 52,2616     | 52,3246                   | 0,0630             |       |          |       | 52,2670      | 0,0054       |         |                           |                                 |  |
| blanco           |                |            | 6      | 46,7437     | 46,7537                   | 0,0100             |       |          |       | 46,7396      | -0,0041      | 0,0049  | 4,10                      | 5,13                            |  |
|                  |                |            |        |             |                           |                    |       |          |       | tara         | cendres (g)  |         |                           |                                 |  |
|                  |                |            |        |             |                           |                    |       |          |       | FIBRA TOTAL  |              | 37,26   | 46,69                     |                                 |  |
|                  |                |            |        |             |                           |                    |       |          |       | CEN DRES     |              |         |                           |                                 |  |

A continuació, es presenta una taula general que resumeix les diferents varietats analitzades, junt amb la seva respectiva composició fisicoquímica i nutricional.

Taula 9 Resultats finals de la composició fisicoquímica i nutricional de la capota d'ametlla de 5 varietats diferents.

| MOSTRA                  | %HUMITAT | %PROTEÏNA | %GREIX | %CENDRES | %POLIFENOLS |
|-------------------------|----------|-----------|--------|----------|-------------|
| Ascó 1 Belona           | 44,95    | 1,97      | 0,46   | 18,38    | 2,91        |
| Ascó 3 Belona           | 28,89    | 1,97      | 0,82   | 24,75    | 16,78       |
| Miravet Belona          | 61,44    | 1,16      | 0,68   | 11,61    | 3,22        |
| Ascó 1 Antonyeta        | 20,21    | 3,82      | 0,68   | 15,51    | 8,789       |
| Ascó 3 Antonyeta        | 19,8     | 3,36      | 0,82   | 8,96     | 14,37       |
| Ascó 4 Marinada         | 27,83    | 3,35      | 0,75   | 15,87    | 3,37        |
| Pla sta Maria Vairo     | 30,07    | 3,71      | 0,44   | 14,1     | 4,34        |
| Ametlla de Mar Vairo    | 14,54    | 2,2       | 1,06   | 10,93    | 16,34       |
| Riudoms Vairo           | 7,47     | 4,8       | 0,73   | 24,93    | 18,71       |
| Flix 1 Vairo            | 14,98    | 2,2       | 0,99   | 8,44     | 30,59       |
| Pla sta Maria constanti | 30,47    | 2,74      | 1,13   | 9,96     | 4,39        |

## 7 DISCUSSIÓ

Atès que un dels objectius del projecte és l'extracció de triterpens, flavonoides i pectina per a l'alimentació funcional, és crucial enfocar-se en varietats que maximitzin la quantitat d'aquests:

-Polifenols (flavonoides com la quercetina i hesperidina):

Els flavonoides són una mena de polifenols, per la qual cosa un alt contingut de polifenols pot ser indicatiu d'una alta presència de flavonoides.

En aquest sentit, la varietat Vairo és la varietat amb més contingut de polifenols, cosa que suggereix que podrien ser riques en flavonoides. Entre les 6 mostres amb més contingut de polifenols predomina les varietats Vairo i Antonyeta.

Taula 10 Les 6 varietats amb més contingut de polifenols, ordenades de manera descendent.

| Mostra               | Mitjana |
|----------------------|---------|
| Flix 1 Vairo         | 30,59   |
| Riudoms Vairo        | 18,71   |
| Ascó 3 Belona        | 16,78   |
| Ametlla de Mar Vairo | 16,34   |
| Ascó 3 Antonyeta     | 14,37   |
| Ascó 1 Antonyeta     | 8,789   |

-Greixos (relacionats amb triterpens):

Els triterpens, com els àcids betulínic, ursòlic i oleanòlic, estan associats amb la fracció lipídica. Entre les 6 mostres amb contingut més elevat de greix, predominen les varietats Belona i Vairo.

Taula 11 Les 6 varietats amb més contingut de greix, ordenades de manera descendent

| MOSTRA                  | mitjana |
|-------------------------|---------|
| Pla sta Maria Constantí | 1,13    |
| Ametlla de Mar Vairo    | 1,06    |
| Ascó 1 Belona           | 0,46    |
| Pla sta Maria Vairo     | 0,44    |
| Ascó 3 Belona           | 0,82    |
| Miravet Belona          | 0,68    |

-Fibra (Pectina):

Un estudi de fibra seria fonamental per avaluar el contingut de pectina a les varietats de capota. La pectina és un polisacàrid complex i un component clau de la fibra dietètica soluble. Per tant, en analitzar el contingut fracció soluble de fibra, es pot inferir la quantitat de pectina present a cada varietat. Malauradament, en la meua estada de pràctiques no va ser possible analitzar la fibra per falta d'equipament.

-Proteïna: Entre les 6 varietats amb més contingut proteic, també predomina la varietat Vairo, juntament amb Antonyeta.

Taula 12 Les 6 varietats amb més contingut proteic, ordenades de manera descendent

| <b>Mostra</b>           | <b>Mitjana proteïna (NX6.25)</b> |
|-------------------------|----------------------------------|
| Riudoms Vairo           | 4,80                             |
| Ascó 1 antoñeta         | 3,82                             |
| Pla sta Maria Vairo     | 3,71                             |
| Ascó 3 antoñeta         | 3,36                             |
| Ascó 4 Marinada         | 3,35                             |
| Pla sta Maria constanti | 2,74                             |

En conclusió, la varietat Vairo és una gran opció per a ser utilitzada com a varietat principal per al projecte, ja que destaca entre les 6 varietats amb més contingut de proteïna, polifenols i greix. Té bon contingut de polifenols (indicant un alt potencial en flavonoides). Un bon nivell de greix, cosa que suggereix que pot ser una bona font de triterpens. A més, té un contingut proteic alt, cosa que podria correlacionar-se amb una major complexitat nutricional i bioactiva.

## **8 AVALUACIÓ CRÍTICA I ÀREES DE MILLORA**

Durant el desenvolupament del present treball, es van trobar diverses dificultats tècniques que van complicar la realització dels experiments, des de la preparació de la capota fins a l'execució de les anàlisis fisicoquímiques i nutricionals. Aquests desafiaments van afectar significativament el temps i la precisió dels resultats obtinguts.

-Preparació de la matèria prima: El procés de trituració de la capota va resultar ser particularment problemàtic. Utilitzant una Thermomix per triturar la mostra (ja que ni l'empresa Leitat ni Unió Nuts tenien una trituradora a nivell laboratori competent), l'equip va experimentar un sobreescalfament freqüent, aconseguint temperatures de fins a 60 graus Celsius a causa de l'esforç requerit per processar la mostra. Això no

només va alentir el procés, sinó que també va generar un risc potencial de degradació dels compostos bioactius presents a la capota. Per mitigar aquest problema, va caldre refredar la Thermomix amb aigua freda després de triturar cada petita quantitat de 150 grams, la qual cosa va augmentar considerablement el temps total de processament, especialment considerant el gran volum de mostra a triturar.

-Dificultats a l'anàlisi fisicoquímica i nutricional: Les dificultats van continuar en la fase d'anàlisi a causa de l'estat dels equips utilitzats, que presentaven un desgast considerable i errors freqüents. En particular, l'anàlisi de proteïnes va ser especialment desafiant. El digestor emprat tenia la tapa trencada, cosa que provocava una fuga significativa de gasos durant el procés. Així mateix, el destil·lador va presentar problemes de funcionament, ja que solia dispensar més líquid del que és necessari en el procés d'addició de NaOH. Això no només provocava vessaments de sosa a temperatures elevades a causa del vapor, sinó que també afectava la consistència dels resultats a les mostres, generant valors de pH inestables i sense correlació clara entre elles.

A causa d'aquests problemes tècnics, una gran part del temps destinat a la investigació es va dedicar a repetir experiments per intentar obtenir resultats consistents i amb poc percentatge de desviació. Al llarg de la meua estada de tres mesos al laboratori, la majoria del temps va ser invertit en la repetició de procediments a causa de les falles constants dels equips.

Com podem observar, el percentatge de desviació estàndard d'algunes mostres en l'estudi de polifenols i de greix es bastant elevat, és a dir, que hi ha una alta variabilitat en els resultats de l'experiment, cosa que suggereix inconsistència en els mesuraments o diferències significatives entre les mostres. Tot i repetint l'anàlisi múltiples cops, aquest percentatge de desviació no millorava. Aquests percentatges de desviació elevats en aquestes dos anàlisi poden ser causats per la variabilitat en la mida de les partícules de la matèria primera, la capota; tant l'anàlisi de greix amb soxhlet com l'extracció de polifenols depèn de l'eficiència d'extracció del solvent, que està directament relacionada amb la mida de les partícules de la mostra. Si les mostres tenen partícules de mida molt variable, és probable que els resultats no siguin consistents. La manca de consistència es reflecteix en una desviació estàndard més gran entre els resultats de diferents mostres.

Per tant, la variabilitat en la mida de les partícules de la matèria prima ha demostrat ser un factor crític que pot afectar significativament els resultats de les anàlisis, especialment en l'extracció de greixos i polifenols. En segon lloc, les dificultats tècniques, com l'estat deteriorat dels equips de laboratori i els problemes específics amb el digestor i el destil·lador. Això ressalta la importància d'utilitzar equips en bon estat i garantir un manteniment adequat per evitar interferències.

## **9 CONCLUSIÓ**

El projecte HULLINFOOD, és un exemple de col·laboració públic-privada orientada a fer front a alguns dels reptes més importants del món actual. Aquest projecte ha estat finançat per l'ajut a projectes de col·laboració públic-privada del Pla Estatal de Recerca Científica. Aquest projecte s'ha proposat no només la transició d'un model de negoci lineal a un de circular, sinó també la millora de l'impacte ambiental de les indústries alimentàries. Aquesta transició és especialment important en un moment en què la gestió dels residus industrials s'ha convertit en un dels reptes ambientals més complexos per a la societat moderna.

Tradicionalment, la capota d'ametlla s'ha destinat gairebé exclusivament a l'alimentació animal, però el projecte HULLINFOOD explora les possibilitats d'aprofitar aquest subproducte per obtenir compostos bioactius amb aplicacions en el camp de l'alimentació funcional. Entre els components més prometedors de la capota d'ametlla es troben els triterpens (com l'àcid betulínic, l'àcid ursòlic i l'àcid oleanòlic), els flavonoides (com la quercetina i la hesperidina) i la pectina, que tenen propietats antioxidants, antimicrobianes, antiinflamatòries i antihipertensives.

Durant la meua estada, s'han analitzat cinc varietats d'ametlla: Antonyeta, Vairo, Belona, Marinada i Constantí. Els resultats de les anàlisis han mostrat que la varietat Vairo destaca en diversos aspectes, com ara el contingut de polifenols, greixos i proteïnes, fent-la la millor candidata per a ser utilitzada en els estudis posteriors del projecte.

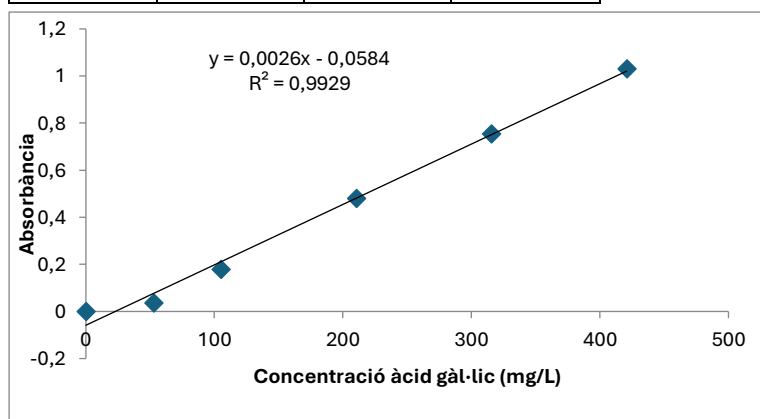
## 10 ANNEX

Annex 1 Dilucions per a la corba patró per a la determinació de polifenols

| Patró | Concentració (mg/l) | ml (M) | ml H <sub>2</sub> O d |
|-------|---------------------|--------|-----------------------|
| P6    | 350                 | 1.75   | 3.25                  |
| P5    | 250                 | 1.25   | 3.75                  |
| P4    | 150                 | 0.75   | 4.25                  |
| P3    | 100                 | 0.5    | 4.5                   |
| P2    | 75                  | 0.375  | 4.625                 |
| P1    | 50                  | 0.25   | 4.75                  |

Annex 2 Resultats d'absorbància dels patrons i mil·ligrams d'equivalents d'àcid gàl·lic per mil·lilitre.

| Pes gàl·lic | 0,0526 |           |           |
|-------------|--------|-----------|-----------|
|             | mg/l   | Abs 750nm | mg GAE/ml |
| P0          | 0      | 0         | 22,77     |
| P1          | 52,6   | 0,0362    | 36,89     |
| P3          | 105,2  | 0,18      | 92,96     |
| P4          | 210,4  | 0,4808    | 210,24    |
| P5          | 315,6  | 0,7535    | 316,56    |
| P6          | 420,8  | 1,0321    | 425,19    |



Annex 3. Corba patró; relació entre concentració d'àcid gàl·lic i absorbància

## 11 BIBLIOGRAFIA

1. Esfahlan AJ, Jamei R, Esfahlan RJ. The importance of almond (*Prunus amygdalus L.*) and its by-products. *Food Chem.* 2010 May 15;120(2):349–60.
2. Barral-Martinez M, Fraga-Corral M, Garcia-Perez P, Simal-Gandara J, Prieto MA. Almond by-products: Valorization for sustainability and competitiveness of the industry. *Foods.* 2021;10(8).
3. Prgomet I, Goncalves B, Domínguez-Perles R, Pascual-Seva N, Barros AIRNA. Valorization challenges to almond residues: Phytochemical composition and functional application. *Molecules.* 2017;22(10).
4. Lacivita V, Derossi A, Caporizzi R, Lamacchia C, Speranza B, Guerrieri A, et al. Discover hidden value of almond by-products: Nutritional, sensory, technological and microbiological aspects. *Future Foods.* 2024 Dec 1;10:100398.
5. Garcia-Perez P, Xiao J, Munekata PES, Lorenzo JM, Barba FJ, Rajoka MSR, et al. Revalorization of almond by-products for the design of novel functional foods: An updated review. *Foods.* 2021;10(8).
6. Moldero D, López-Bernal Á, Testi L, Lorite IJ, Fereres E, Orgaz F. Long-term almond yield response to deficit irrigation. *Irrig Sci.* 2021;39(4):409–20.
7. Mawouma S, Bandiang PH, Djerasseem CN, Mbadji M, Noubangomde N. Nutritional and phytochemical profile of a traditional beverage made from roasted roselle (*Hibiscus sabdariffa*) seeds. *Discover Food.* 2024;4(1).
8. Santiago Fernández Fernández JMCSACACL. *Estadística descriptiva.* 2002.
9. Gerhardt AS. El método Kjeldahl para la determinación de nitrógeno y proteínas.