

Identificació i quantificació de subproductes d'origen biològic d'interès pel BIOHUB CAT



Diputació de Lleida

La força dels municipis

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Continguts

1. Context	3
2. Objectius	4
3. Metodologia	5
a. Definició dels sectors econòmics del BIOHUB CAT	5
b. Identificació i quantificació del subproductes generats per cada sector	5
c. Proposta de caracterització dels subproductes d'origen biològic	6
d. Criteris per la selecció dels subproductes d'interès pel BIOHUB CAT	6
4. Sectors econòmics del BIOHUB CAT	7
5. Identificació i quantificació dels subproductes d'origen biològic generats per cada sector	9
a. Agricultura	9
Introducció.....	9
Identificació de subproductes i quantificació	9
Proposta de caracterització	12
b. Ramaderia	13
Introducció.....	13
Identificació de subproductes i quantificació	13
Proposta de caracterització	15
c. Forestal	16
Introducció.....	16
Identificació de subproductes i quantificació	16
Proposta de caracterització	17
d. Agroindústria	18
Introducció.....	18
Identificació de subproductes i quantificació	19
Proposta de caracterització	22
e. Municipal	23
Introducció.....	23
Identificació de subproductes i quantificació	23
Proposta de caracterització	24
f. Gestors de residus	25
Introducció.....	25
Identificació de subproductes i quantificació	25
Proposta de caracterització	26
6. Criteris de selecció dels subproductes d'interès i aplicació al context del BIOHUB CAT.....	27
7. Conclusions principals	30
8. Bibliografia.....	31
9. Annex 1	36

1. Context

Davant la imperant necessitat de prendre accions per reduir les emissions de CO₂ a nivell global i evitar l'esgotament dels recursos naturals disponibles, la bioeconomia es presenta com una oportunitat única per fer servir els recursos de manera òptima, minimitzant l'extracció de materials fòssils, la desforestació i la contaminació dels sòls, entre d'altres.

“

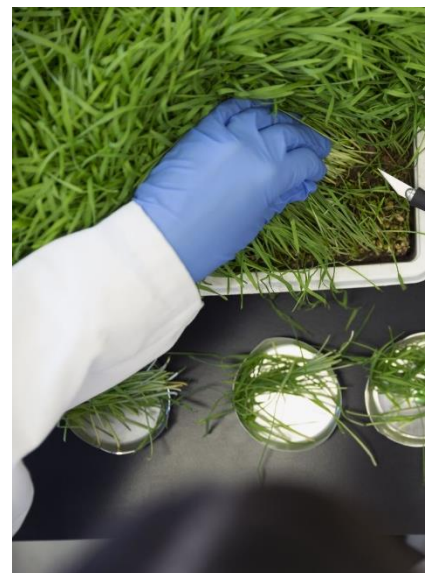
La bioeconomia és un model econòmic circular i sostenible basat en l'ús de recursos biològics renovables i locals per produir béns i serveis en tots els sectors econòmics (EBC2030)

”

La demarcació de Lleida concentra el 53% de la producció agrícola i el 47% de la producció ramadera de Catalunya, fet que posiciona a Lleida com la demarcació amb més potencial d'aplicació de solucions basades en la bioeconomia del país.

Aquests fets ha impulsat en el darrers anys una sèrie de projectes per explorar diferents aspectes de la Bioeconomia Circular en el territori i en particular en la demarcació de Lleida. Aquests projectes han convergit en la creació de la iniciativa BIOHUB CAT, que té com objectiu posar a la disposició de les empreses, de múltiples sectors, un centre on es pugui testejar noves tecnologies que permetin crear materials innovadors a partir de l'excedent de subproductes d'origen biològic.

Dins del full de ruta del BIOHUB CAT, la identificació i quantificació del subproductes juga un rol fonamental, tant per la selecció de les tecnologies mes adequades per poder valoritzar aquests subproductes, com per definir l'escala o dimensió necessària per dur a terme aquesta tasca.



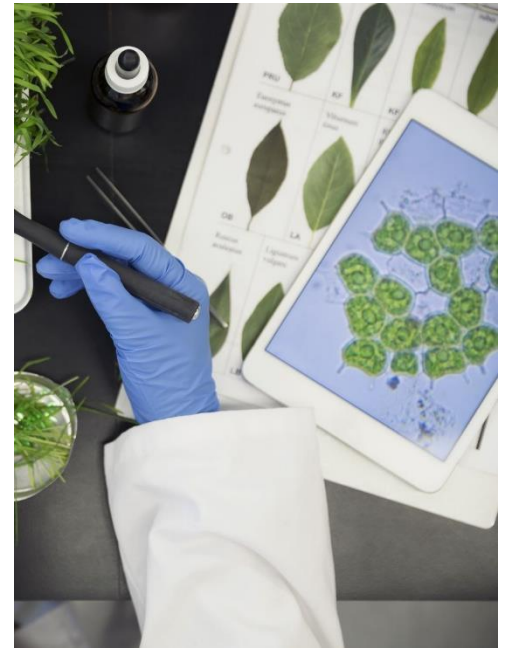
2. Objectius

Objectiu general d'aquest document:

Determinar els sectors econòmics considerats dins de la iniciativa BIOHUB CAT, i identificar els subproductes d'origen biològic generats per aquets sectors amb potencial de ser valoritzats en el marc del BIOHUB CAT.

Objectius específics:

- Definir els sectors econòmics i productius prioritaris.
- Identificar i quantificació dels residus d'origen biològic claus de cada sector econòmic. Aquest objectiu específic comporta a més l'avaluació de la informació disponible actualment.
- Proporcionar una llista de criteris per la prioritització i selecció subproductes d'interès del BIOHUB.



3. Metodologia

a. Definició dels sectors econòmics del BIOHUB CAT

La selecció dels sectors econòmics rellevants pel BIOHUB CAT s'ha basat en la revisió de documentació rellevant relacionada amb la Bioeconomia, tant a nivell Europeu com local. Així mateix, la selecció dels sectors pel BIOHUB CAT s'alinejarà amb la identificació presentada dins de l'Estratègia de la Bioeconomia de Catalunya (ECB 2030), elaborada per la Generalitat de Catalunya [1].

b. Identificació i quantificació del subproductes generats per cada sector

La identificació de subproductes s'ha dut a terme mitjançant la revisió de bibliografia de literatura científica i informes rellevants de cada sector, amb l'objectiu últim de proporcionar una visió actualitzada de les matèries d'origen biològic generades per cada sector econòmic determinat prèviament. La identificació s'ha complementat amb els resultats obtinguts durant el *Mapeig dels potencials nodes del BIOHUB CAT*, activitat inclosa dins la fulla de ruta d'aquesta iniciativa.

Conjuntament amb la identificació, s'ha realitzat una primera quantificació dels subproductes generats per cada sector econòmic. Aquesta quantificació s'ha fet per dues vies principals: (i) recollida de dades publicades per la administració, seleccionant-ne les més actualitzades; (ii) estimació del volum generat fent servir una metodologia basada en l'ús de coeficients, tal i com es mostra a la Figura 1.

En el cas de la utilització de coeficients o índexs, aquests permeten estimar la generació d'un subproducte en particular, ja sigui a partir de les entrades del procés de producció, o partir del volum del producte obtingut. Les fonts d'informació consultades, tant del coeficients utilitzats, com de les entrades o sortides del procés productiu es detallen conjuntament amb les quantificació realitzada.

De la mateixa manera, per cada sector s'analitza la informació disponible i els reptes actuals per poder obtenir una quantificar precisa dels subproductes generats en el territori.

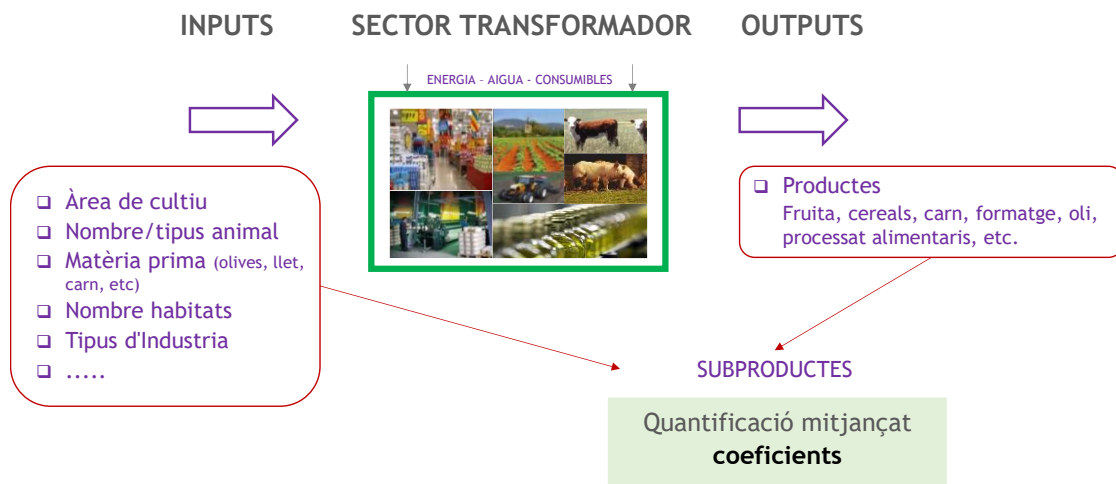


Figura 1 - Esquema de la metodologia emprada per estimar el volum de subproductes generats

c. Proposta de caracterització dels subproductes d'origen biològic

Com complement a la identificació i quantificació de subproductes generats per cada sector econòmic, es proporciona una proposta de caracterització d'aquests subproductes. En aquest sentit, es detallen els principals paràmetres que s'haurien de mesurar per determinar la composició dels subproductes, que serveixi com suport per a identificar-ne les potencials vies de valorització. Cal destacar que en el present informe no s'ha inclòs com a paràmetre la determinació de poder calorífics, ja que en el marc del BIOHUB CAT es pretén valoritzar els subproductes més enllà de la revalorització com a biomassa per combustió.

d. Criteris per la selecció dels subproductes d'interès pel BIOHUB CAT

S'elaborarà una llista de possibles criteris per facilitar la selecció dels subproductes que tinguin un interès major pel BIOHUB CAT.

La selecció de criteris es basarà en una revisió d'altres experiències Europees i mundials relacionats amb la implementació de models de gestió i valorització de subproductes d'origen biològic fent servir les bases de la Bioeconomia



4. Sectors econòmics del BIOHUB CAT

S'ha dut a terme una primera selecció a partir de la revisió de l'estratègia de Bioeconomia Circular del govern espanyol [2], i de l'actualització de la Estratègia Europea de Bioeconomia presentada per la Comissió Europea el 2018 [3]. La selecció final, presentada a la Taula 1, s'ha elaborat considerant la identificació elaborada per l'Estratègia de la Bioeconomia de Catalunya (EBC) de la Generalitat de Catalunya i les característiques del BIOHUB CAT, en particular la seva localització geogràfica dins de la demarcació de Lleida.

Taula 1 - Llistat dels sectors econòmics o productius considerats en el BIOHUB CAT

Estratègia d'Economia Circular (GENCAT)	Sector econòmics de BIOHUB CAT
Agricultura, ramaderia, silvicultura y pesca	Agricultura Ramaderia
Industrias alimentaries, begudes, tabac	Agroindústria
Industrials tèxtils i cuir	-
Indústria de la fusta i el suro	Forestal
Indústria paper	-
Bioquímica i biofarmacèutica	-
Residus biodegradables	Municipals
Biomassa per energia	Gestors residus

El conjunt d'aquests sectors econòmics va arribar a representar un 4.5% del producte interior brut (PIB) de Catalunya el 2018. Actualment genera una facturació al voltant de 43,500 M€, amb 192.000 llocs de treball, segons l'Estratègia de la Bioeconomia de Catalunya 2030 [1].

La selecció dels sectors del BIOHUB CAT s'alinea a la realitzada per la EBC, amb els següents punts diferenciadors:

- La silvicultura s'inclou dins del sector **Forestal** degut a les seves característiques i al fet que els subproductes generats en aquesta activitat tenen característiques semblats als residus originats en el sector forestal.
- L'**activitat pesquera no s'ha inclòs** degut a raons geogràfiques.
- Tot que i que l'**indústria de tèxtils i cuirs** es menciona en les estratègies de bioeconomia, els residus generats per aquestes indústries es refereixen a aigües residuals amb presència de compostos recalcitrants i productes finals

descartats, els quals no sempre tenen un origen biològic i, per tant, fora de l'abast del BIOHUB CAT.

- Actualment no s'ha dut a terme una identificació acurada del subproductes generats per les **industries bioquímica i biofarmacèutica** i per tant, aquests sectors no s'han inclòs en la selecció del BIOHUB CAT.
- S'ha incorporat un sector denominat **Municipal** amb l'objectiu d'incloure els residus d'origen biològic generats per activitats urbanes.
- S'ha incorporat un sector denominat **Gestors de Residus** amb l'objectiu d'incloure aquestes indústries encarregades actualment de la gestió i valorització de residus. D'aquesta manera també identificar els subproductes generats durant la gestió actual de productes biològics.



5. Identificació i quantificació dels subproductes d'origen biològic generats per cada sector

Un cop seleccionats els sectors prioritaris dins del BIOHUB CAT, s'ha dut a terme la **identificació i quantificació** dels principals subproductes d'origen biològic generats durant les activitats productives de cada sector, i que són susceptibles de ser valoritzats dins la iniciativa del BIOHUB CAT. En els següents apartats es presenten els resultats d'aquesta tasca, precisant les fonts consultades i la disponibilitat actual d'informació. Finalment, es proporciona una proposta general de caracterització dels subproductes de cada sector, posant-hi l'èmfasi en els paràmetres que permetin, en el futur, facilitar la prioritització i selecció de les vies de valoritzacions de cada sector dins la iniciativa del BIOHUB CAT.

a. Agricultura

Introducció

El sector de l'**agricultura** compren aquelles activitats relacionades amb l'explotació del medi natural per al cultiu de conreus. El sector de l'agricultura va generar l'any 2020 fins a 1,715 M€ a Catalunya [4]. Dins d'aquesta producció econòmica, s'hi identifiquen diferents tipus de conreus que contribueixen de forma destacada, com els cereals (21%), la fruita fresca (27%), les plantes i flors ornamentals (16%), les hortalisses (8%), i en menor mesura aportant un 3% del valor econòmica total hi trobaríem cítrics i raïm, fruita seca, vi i most.

Identificació de subproductes i quantificació

Segons la Generalitat de Catalunya, a l'"Estadística de superfícies i produccions de conreus agrícoles" [5] es classifiquen els cultius en dos grans grups:

- **Herbacis** - inclou cultius com hortalisses, cereals, pseudocereals (quinoa), farratges, lleguminoses, tubercles, conreus industrials.
- **Llenyosos** - compren cultius com cítrics, fruiters olivera, vinya i altres llenyoses.

Per a identifica els subproductes generats durant el cultiu de conreus herbacis i llenyosos s'han usat informes o fitxes tècniques [6-15].

Durant el manteniment i gestió dels **cultius herbacis** es generen 2 subproductes que majoritàriament prenen la forma de **palla (o restes de cultiu)** i les **pèrdues** de collita. Actualment, tot el que hem qualificat com a pèrdues en el present informe, seria tota

aquella part comestible que no segueix en el posterior processat o cadena alimentària [8]. Aquests subproductes o bé es deixen en el mateix camp i/o s'emmagatzema un cop la palla està seca, generalment per a alimentació de bestiar, ensitjats o fenc [15].

Altrament, durant la gestió dels cultius llenyosos es generen principalment dos tipus de subproductes: les **pèrdues** que representen la part del fruit que no és collit, no és comercialitzat i/o que queda al camp i la **llenya o restes vegetals** generades durant la gestió del cultiu (o altrament anomenat poda). Aquestes pèrdues poden quedar al mateix camp com a adob, o si no han començat a fermentar es pot destinar a alimentació animal. Pel que fa a al material lignocel·lulòsic obtingut de la poda i manteniment dels arbres, es pot usar com a estructurant del camp, com a biocombustible o es crema in-situ [8, 15].

Actualment, no es disposa de dades oficials de subproductes d'origen biològic generats per les activitats agrícoles, així com una metodologia estandarditzada per a l'estimació d'aquests subproductes. D'aquesta manera s'han utilitzats coeficients per estimar la generació de subproductes els quals generalment depenen del volum de productes/conreus obtinguts. Els coeficients han estat extrets de la literatura i/o de quantificacions prèvies i s'han indicat específicament la seva procedència a la Taula 2. En la mesura que la majoria de coeficients estan referits a les tones de producte obtinguts, s'han usat les dades proporcionades per "Estadística de superfícies i produccions de conreus agrícoles any 2021" [5] per obtenir les tones de producció dels conreus.

De les quantificacions realitzades mitjançant coeficients cal destacar la gran quantitat de palla potencial generada pels cereals al voltat de 1 Mt anuals (Taula 2). És important indicar que aquesta estimació és de la quantitat potencial de subproducte generat i no del que realment hi ha disponible per valoritzar. Altrament dit, part de les tones de subproductes estimades en el present informe poden estar destinades a determinats usos actualment (i.e., menjar animal, biocombustibles, etc.). D'aquesta manera, no s'han estimat els subproductes de cultius com els farratges, ja que actualment es reaprofitat tot i la biomassa disponible per a revaloritzar es molt poca i/o nul·la [5, 15].

Pel que fa a cultius llenyosos, els subproductes en forma de poda poden representar fins a 130,000 t anuals. Cal destacar que d'aquestes 130,000 t, els arbres fruiters hi contribueixen en un 54%, essent doncs els principals generadors de subproductes (Taula 2). Pel que fa a pèrdues o cultiu no collit, els arbres fruiters també destaquen amb

pràcticament la generació de 20.000 t anuals en comparació a les 9,860 t estimades pels cítrics (Taula 2).

Taula 2 - Estimació de subproductes generats segons el grup de cultiu. a -Dades de producció de palla de l'any 2020 [5], b - Estimació a partir dels coeficients inclosos en diversos informes [6,7] i les dades de producció del 2020, c - Coeficients de quantitat de poda per arbre [16], d - Estimat a partir del valor de de tomàquet que resten al camp (15%), aquest coeficient pot ser molt variable segons la hortalissa [13], e- Percentatge de pes sec que correspon a fulles i altres [14], f - estimació amb el coeficient de 0.0908±0.01 tona biomassa residual/ tona de producció, obtingut de la mitjana estimada en el marc del Biovalor [15] * - Producció de cultius de l'any 2020 [5]

	CULTIU (t /any) *	SUBPRODUCTE	QUANTITAT (t/any)	
CULTIUS HERBACIS	Cereals (1,885,500)	Palla	987,843 ^a	
		Pèrdues	-	
	Hortalisses (226,200)	Restes cultiu	-	
		Pèrdues	33,390 ^d	
	Lleguminoses (24,600)	Palla	5,713 ^a	
		Pèrdues	-	
CULTIUS LLENYOSOS	Cítrics (179,300)	Pèrdues	9,860 ^b	
		Poda	2 kg/arbre/any ^c 16,300 ^f	
	Fruiters (782,900)	Pèrdues	19,600 ^b	
		Poda	2.5 kg/arbre/any ^c 71,062 ^f	
	Olivera (165,200)	Pèrdues	-	
		Poda	8 kg/arbre/any ^c 14,997 ^f	
	Vinya (311,500)	Pèrdues	-	
		Poda	0.5-1 kg/arbre/any ^c 28,277 ^f	
			Rapa, sarments i fulla	9-11% pes sec raïm ^e

Les estimacions que s'han fet en el present informe són referents a biomassa potencial, el principal repte pel que fa a la quantificació dels subproductes del sector agrícola és determinar quina biomassa esta realment disponible. En altre paraules, dels fluxos de subproductes caldria definir quins percentatges es queden al cap, ja sigui com a adob i estructurant de les terres, quina proporció es destina a menjar animal o altres tipus de valoritzacions. D'aquesta manera, és imprescindible analitzar l'ús actual que es dona als subproductes generats per poder **quantificar la quantitat de subproducte realment disponible per a valorització** i/o determinar la viabilitat d'alternatives de valorització.

Un dels principals reptes doncs recau en **estandarditzar la metodologia i els coeficients usats per a quantificar els subproductes generat segons el tipus de cultiu**. Diferenciant específicament entre els dos subproductes identificats en el present informe com a **pèrdues i poda/palla/restes de cultiu**. Per a la correcta

determinació dels coeficients caldria tenir en compte factors com la tipologia de conreu específic (i.e. tomàquet, pera, etc.). També seria raonable tenir en compte altres factors com l'estat productiu del conreu i localització geogràfica, ja que la biomassa residual produïda estarà sotmesa a una estacionalitat en funció del conreu i es concentrarà en alguns mesos de l'any. Per últim, sempre cal tenir en compte que l'agricultura és susceptible a fenòmens naturals que poden alterar la generació de subproductes.

Proposta de caracterització

La caracterització adequada de la composició dels subproductes facilitarà la selecció de les tecnologies de valorització. Una caracterització bàsica hauria d'incloure els següents **paràmetres generals** com:

- Sòlids totals/volàtils (humitat, cendres)
- Matèria orgànica (COT, DQO, DBO₅)
- Nitrogen i fòsfor orgànic
- Micronutrients (potassi, magnesi, etc.)
- Composició elemental

Els **paràmetres específics** estan basats en els paràmetres obligatoris de seguiment quan aquests subproductes es gestionen segons el tractament habitual [17, 18]. Una caracterització més específica seria necessària per a poder valorar vies innovadores de valorització basades en el concepte de biorefineria. Per als residus lignocel·lulòsics com la palla, la resta de cultius o la poda caldria analitzar la composició d'hemicel·lulosa, cel·lulosa o lignina i/o



compostos extractables. Altrament, es pot determinar la composició d'altres sucres específics segons el conreu, com oligosacàrids o pectines. Finalment, es podria considerar analitzar altres compostos bioactius d'interès com compostos fenòlics, amines o cetones.

b. Ramaderia

Introducció

La **ramaderia** compren aquelles activitats destinades a la cria i explotació de bestiar. El sector de la ramaderia va generar l'any 2020 fins a 3,301.1 milions d'euros a Catalunya [4]. Dins d'aquesta producció econòmica global un 90% correspon a la producció de carn (11% boví, 61% porcí i 16% aviram) i el 10% restant és aportat per la producció de productes animals principalment llet (8%) i ous (2%).

Identificació de subproductes i quantificació

Per a identificar els subproductes generats durant l'activitat ramadera s'han usat informes o fitxes tècniques [19-21].

El principal residu d'origen orgànic produït pel sector ramader són les dejeccions ramaderes. Segons la Guia de les tecnologies de tractament de les dejeccions ramaderes a Catalunya [20] es consideren dejeccions ramaderes *“tots aquells materials residuals excretats pel bestiar, normalment femtes i orina, o barreges d'aquestes amb el llit i altres materials, com ara la palla, restes del menjar i l'aigua subministrats als animals”*. D'aquesta manera, es pot dividir segons el contingut d'humitat i procedència en fems o purins. Els **fems** tenen una consistència més aviat solida i/o pastosa sobre un 10-30% de contingut en matèria seca. En canvi els **purins** són semilíquids o líquids amb un contingut de matèria seca d'entre el 5 al 10% [19].

Durant la cria de bestiar es produeixen, tot i que en menys quantitats, altres residus i/o subproductes que poden ser revaloritzats [19]. Alguns exemples serien:

- Restes d'aliments
- Aigües fosques o brutes
- Líquids dels ensitjats
- Líquids de la munyida
- Aigües verdes - de la neteja andanes, sala, lleteria, al voltant de 35 L/unitat de munyida i al voltant de un 5% de la capacitat del tanc de fred.
- Aigües blanques - residus làctics, detergents àcids, bàsics, aigua, desinfectants. S'estima que per exemple a la sala d'espera es generen uns 4 L/m² de plataforma, a la sala de munyir uns 2 L/m² de fossat i a la lleteria uns 2 L/m².

A Catalunya no hi ha registre públic (i.e. IDESCAT, Estadístiques del Departament de Ramaderia etc.) on es comptabilitzin la quantitat de dejeccions que es produeixen a

Catalunya. De manera que aquestes només es poden estimar a partir del cens d'animals que si que està disponible del Sistema d'Informació Ramader de Catalunya (SIR) [22].

Al DECRET 153/2019 s'especifiquen els coeficients a tenir en compte per calcular la producció de dejeccions segons el tipus de bestiar i la destinació productora d'aquest. Cal destacar que la nomenclatura usada en el cens i en el decret per a referir-se als animals no és la mateixa i no està homogeneïtzada. D'aquesta manera en aquest estudi s'ha assignat un coeficient del DECRET 153/2019 als diferents tipologies del cens d'animals segons la Taula 6 de l'Annex 1. El resultat de multiplicar el total de cada tipus d'animal censat pel seu coeficient de generació de fems i purins del decret dona com a resultat la Taula 3.

Taula 3 - Estimació de la quantitat de purins i fems generats a Catalunya en base al cens d'animals del 2021 i els coeficients de dejeccions del Decret 153/2019

ANIMAL	PURINS (m ³ /any)	FEMS (t/any)
PORCI	14,989,776	7,063,002
BOVÍ	3,667,109	4,501,156
OVÍ		337,892
CABRUM	9,069	46,949
CONILL	20,974	67,111
AVIARM	146,152	434,093
TOTAL	18,833,080	12,450,203

Mitjançant els càlculs descrits, s'ha estimat que les dejeccions provinents del sector ramader representen un volum anual de producció de fins a 19 Mm³ de purins i 12.5 Mt de fems. Tot i que el bestiar més nombrós a Catalunya el formen aquells pertanyent a l'aviram (76% dels caps de bestiar corresponen a aviram). L'impacte més gran pel que fa a producció de dejeccions correspon al del bestiar porcí representant fins a 15 Mm³/anuals de purins i 7 Mt/anuals de fems.

Per a poder avançar en una estimació més acurada de la quantitat de dejeccions a Catalunya faria falta primerament homogeneïtzar la nomenclatura entre el cens d'animals i el DECRET 153/2019. Paral·lelament, caldria una validació dels coeficients. Per a realitzar la validació seria necessari quantificar les dejeccions segons el tipus d'animal, l'edat i destinació productiva d'aquest, factors que ja estan tinguts en compte als coeficients del DECRET 153/2019. Per a unes dades més acurades seria necessari diferenciar els coeficients per tipus de sistema productiu (intensiu, extensiu o semi-intensiu), ja que la forma de cria del cap de bestiar té un impacte molt gran a la quantitat i composició de les dejeccions [19, 21]. A Catalunya el 90%

dels caps de bestiar són criats en sistemes intensius, 7% en extensius i la resta en semi-intensius [22,23]. Seria de vital importància veure si amb sistemes productius comparables, la quantitat de dejeccions també ho són (i en altra mesura la seva composició). Finalment, altres factors com l'alimentació no es té en compte als coeficients, tot i que l'alimentació impacta molt en la quantitat de dejeccions i composició d'aquestes [19, 20, 24].

Proposta de caracterització

En aquest sentit, per a una bona identificació de la composició de les dejeccions caldria determinar diversos **paràmetres generals** com:

- Sòlids totals/volàtils
- Matèria orgànica total i soluble (COT, DQO, DBO5)
- Nitrogen orgànic i inorgànic total i soluble (inorgànic soluble: amoni, nitrit, nitrat)
- Micronutrients (fòsfor, potassi, magnesi)
- Metalls (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr)
- Patògens
- Altres: pH - alcalinitat

Els paràmetres generals permetran una primera selecció de les tecnologies a emprar i són els recomanats de seguiment pel Grup d'Experts en Tractament de Dejeccions Ramaderes durant el tractament de dejeccions ramaderes mitjançant tecnologies consolidades [25]. Una **caracterització més específica** inclouria la composició pel que fa a fraccions majoritàries com carbohidrats, proteïnes i lípids. Aquesta composició més específica ajudaria a valorar l'aplicació de tecnologies més innovadores en el marc d'una biorefineria.

c. Forestal

Introducció

El sector **forestal** engloba aquelles activitats dedicades a la gestió forestal (silvicultura), tala d'arbres i al processament de la fusta. A Catalunya el sector forestal genera uns 428 M€ anuals i representa una fracció petita del PIB (0.2%) pel que fa a la contribució total de la bioeconomia [1]. En general, Catalunya és un país deficitari en fusta. Per exemple, el 2008 només 614.000 m³ de fusta provenien de boscos propis del total de 5.6 Mm³ que es van usar aquell any a Catalunya [26]. En conseqüència els residus generats per les empreses derivades del tractament i aprofitament de la fusta són limitats. Cal destacar que tot i ser un sector a priori petit pel que fa a la demanda, la gestió forestal que s'efectua és només del 28% del creixement del bosc [1]. De manera que una bona planificació i gestió de la biomassa forestal de Catalunya pot suposar, a la llarga, en un augment d'aquest tipus de subproductes.

Identificació de subproductes i quantificació

A Catalunya la indústria de la primera transformació de la fusta està supeditada a la gestió i planificació de l'aprofitament forestal fuster. Durant les tallades efectuades, s'extrauen i/o transporten llenyes i fusta. Actualment gràcies a l'Observatori Forestal de Catalunya, la quantitat de fusta, llenya, suro, pèl·lets estan quantificades en el benentès que son els principals productes derivats de la gestió de la fusta [27]. Un dels principals subproductes derivats de l'aprofitament forestal i la indústria de la primera transformació de la fusta són les **estelles** i **serradures** generades durant l'asserratge o condicionament de la fusta.

Actualment només la generació d'un dels subproductes durant l'aprofitament forestal està quantificada, degut a que les estelles es venen com a biocombustible (Taula 4) [27]. Altres subproductes com les serradures o la **part romanent al bosc** no estan quantificades, ni hi ha cap metodologia estandarditzada en l'actualitat. Pel que fa a altres productes derivats de la silvicultura com la producció de suro o pinyó, es pot estimar a partir de la producció total de pinyó o suro, els subproductes generats. En el present informe només s'han pogut estimar els subproductes del pinyó, com la **pinya seca** o la **closca de pinyó** a partir dels coeficients publicats de producció en informes tècnics [28].

Taula 4 - Estimació de la quantitat de subproductes del sector forestal. ^a Observatori Forestal de Catalunya [27], ^b Fitxa tècnica - Silvicultura del pi pinyer per a producció de fusta i pinya [28]

INDUSTRIA	PRODUCTE	SUBPRODUCTE	QUANTITAT (t/any)
APROFITAMENT FORESTAL Indústria primera transformació Silvicultura	Fusta ^a (730,000 m ³)	Estella ^a	295,800
	Llenya ^a (251,000 t)	Serradures	-
	Suro ^a (7,000 t)	Closca Pinyó ^b	70
	Pèl·let ^a (83,300 t)	Pinya seca ^b	1,258
		Part romanent al bosc	-
		Suro residual	-

Per a una millor quantificació dels subproductes generats durant l'aprofitament forestal seria necessari **identificar quin és el tipus predominant d'aprofitament a Catalunya**. Seguidament quantificar els coeficients (subproducte/quantitat de producte generat) per subproductes com les estelles, les serradures o la part que queda al bocs. Independentment, cal destacar la complexitat d'aquest sector, degut a que **els coeficients poden variar segons la tipologia de bosc on es fa l'aprofitament forestal, quantitat o densitat d'arbres per hectàrea, tipologia/espècie d'arbre, època de l'any, etc.** Finalment, cal destacar que dins de l'aprofitament forestal la gran majoria de subproductes generats son destinats a biocomustibles. D'aquesta manera caldria valorar quina quantitat de **subproducte està realment disponible**, i/o que l'alternativa de valorització sigui econòmicament més rentable que ser destinat a biocombustible.

Proposta de caracterització

Per a una millor caracterització d'aquesta tipologia subproductes i la facilitació de selecció de tecnologies per a la seva transformació, que en gran part són de residus vegetals, farien falta dades com:

- Sòlids totals/volàtils (humitat, cendres)
- Matèria orgànica (COT, DQO, DBO₅)
- Nitrogen i fòsfor orgànic
- Micronutrients (potassi, magnesi, etc.)
- Composició elemental

Al ser uns subproductes d'origen vegetal, tant la caracterització general com una caracterització més específica per poder valorar vies alternatives de valorització hauria de ser semblant a la proposada en el sector de l'agricultura. Altres paràmetres d'interès poden ser la composició d'hemicel·lulosa, cel·lulosa, lignina, compostos extractables o identificació de sucres específics com oligosacàrids, pectina, etc.

d. Agroindústria

Introducció

La **Indústria agroalimentària** inclou aquelles activitats i/o indústries dedicades a la transformació de productes primaris en aliments. En el context català, es considera un sector madur i ben diversificat, tot i que també es defineix com un sector dinàmic per les constants innovacions introduïdes en els seus productes i processos d'elaboració.

La indústria agroalimentària juga un **rol fonamental** en totes les **estratègies de Bioeconomia** consultades. En particular, aquest sector té un pes important a Catalunya, generant al voltant de 6,000 M€ el 2018 [1]. Actualment el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural (DACAAR) disposa d'un llistat de totes les indústries agroalimentàries presents en el territori, mitjançant el *Registre d'Indústries Agràries i Alimentàries de Catalunya* (RIAAC) [29]. L'objectiu principal d'aquest registre és facilitar de gestió i de foment de les indústries agràries i alimentàries. La Figura 2 mostra la implantació de cadascuna de les industria agroalimentaris a nivell territorial. Com s'hi pot observar, **existeix una gran concentració d'indústries dins i al voltant de la comarca del Segrià**, confirmant la convencència d'instal·lar la iniciativa del BIOHUB CAT en aquesta demarcació.

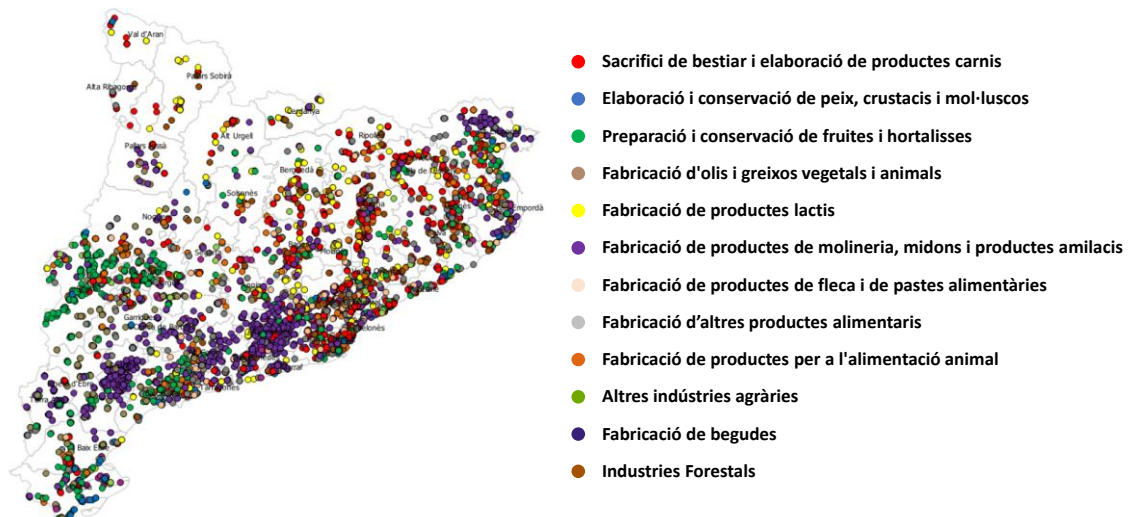


Figura 2 - Visualització de la indústries agroalimentàries a Catalunya (elaborada a partir del Mapa d'indústries agroalimentàries [30])

La gran varietat de indústries agroalimentàries, així com els diferents processos d'elaboració d'un mateix producte, ocasiona que aquest sector presenti una **enorme varietat de subproductes d'origen biològic**. Pel tal d'acotar la identificació de subproductes, s'han seleccionat aquelles indústries i productes amb un pes més significatiu en el context territorial.

Identificació de subproductes i quantificació

A la Taula 5 s'indiquen les indústries **agroindústries considerades com estratègiques** en el territori segons el darrer Informe de la indústria, la distribució i el consum agroalimentaris a Catalunya [31]. Destaquen les activitats relacionades amb el sacrifici bestiar (escorxadors), elaboració d'oli d'oliva, cervesa, vi i formatge. A Catalunya, la gestió de residus industrials (inclosos els generats per les agroindústries) es troba regulada pel Decret 88/2010, pel qual s'han aprovat diversos Programes de Gestió de Residus Industrials a Catalunya, gestionats per l'**Agència de Residus de Catalunya** (ARC). La classificació dels residus es realitza segons la codificació del Catàleg Europeu de Residus (CER) vigent des de l'1 de gener de 2002.

El CER s'ha utilitzat per fer una primera identificació, la qual s'ha complementat a partir d'informes rellevants de cada indústria, especialment aquells elaborats pel DACAAR [32-34], i pels resultats obtinguts durant el *Mapeig dels potencials nodes del BIOHUB CAT*. El resultat de la identificació es mostra a la Taula 5.

Cal destacar les següents dificultats a l'hora de identificar aquests subproductes:

- i. Diferències en el **nom del subproducte** segon els codis proporcionats pel CER, els informes del DACAAR i la nomenclatura utilitzada habitualment per les agroindústries. Aquest aspecte és especialment important en les activitats relacionades amb el sacrifici de bestiar.
- ii. Utilització d'un **mateix nom per subproductes amb característiques ben diferenciades**. Per exemple, durant l'elaboració d'oli d'oliva es genera la sansa, la qual presenta característiques variables en funció del procés d'elaboració (sistema d'extracció). A més, aquesta sansa generada és normalment sotmesa a un nou procés d'extracció química per obtenir oli de sansa (no comestible en estat "cru"). Aquest procés pot generar dos subproductes (sansa esgotada i sansa esgotada tamisada, sense pinyol), els quals s'anomenen de manera habitual com sansa.
- iii. **Mescla de efluents (o corrents líquids) orgànics i inorgànics** durant el procés d'elaboració d'un producte. Normalment les activitats industrials llistades a la Taula 5 generen corrents amb una alta càrrega orgànica, susceptibles de ser valoritzats. No obstant, i de manera freqüent, aquests corrents orgànics són mesclats amb corrents de rentat (o amb corrents provinents d'altres processos), els quals contenen detergents o químics que alteren el potencial de valorització del corrent orgànic, i sobretot dificulten la seva identificació com un

subproducte. En aquets sentit, l'únic efluent identificat prové de l'elaboració d'oli d'oliva, anomenat oliasses.

Taula 5 - Estimació de la quantitat de subproductes del sector agroindustrial a -Dades de producció de l'any 2019 on el 85% correspon a oli d'oli d'oliva verge extra [35], b - Coeficients originals en funció de kg d'olives processades (considerant producció en almàsseres), expressats per kg d'oli produït mitjançant la relació 21 kg oli/100 kg d'olives processades [36], c - Dades de producció de carn de l'any 2020 de l'enquesta anual de sacrifici de bestiar en escorxadors, elaborada pel DACAAR, i reportada per l' Institut d'Estadística de Catalunya [37,38], d - Dades de producció de l'any 2020 [39], e - Coeficients reportats a nivell internacional [40,41], f - Dades de producció de l'any 2017, reportades per PRODECA [42], g - Coeficients originals en funció de kg de raïm processat, expressat per litre de vi produït mitjançant la relació 0.65 l vi/kg raïm [14], h - - Coeficients reportats a nivell internacional [43], * - Tipus d'indústria segons la classificació del DACAAR [29]

INDUSTRIA*	PRODUCTE	SUBPRODUCTES	QUANTITAT (COEFICIENTS)
FABRICACIÓ D'OLIS I GREIXOS VEGETALS I ANIMALS	Oli d'oliva ^a (34,331 t/any)	Sansa	74,309 t/any (2.16 kg/kg oli oliva) ^b
		Oliasses	147,132 m ³ /any (4.29 l/kg oli oliva) ^b
SACRIFICI DE BESTIAR, CONSERVACIÓ DE CARN I ELABORACIÓ DE PRODUCTES CARNIS	Carn de sacrifici de bestiar ^c (2,4 Mt/any)	Sang	-
		Teixits animals aviram	-
		Teixits animals no aviram	-
		Seu i greix	-
		Intestins i continguts	-
		Boví	-
		Oví	-
FABRICACIÓ DE BEGUDES	Cervesa ^d (6.2 Mhl)	Bagàs	124,920 t/any (20 kg/hectolitre cervesa) ^e
		Llevats	~4,340 t/any (0.5 - 0,9 kg/hectolitre cervesa) ^e
		Brisa	62,000 ton/any (0.20 kg/l vi produït) ^g
FABRICACIÓ DE PRODUCTES LACTIS	Formatge (-)	Mares/Lies	28,615 ton/any (0.092 kg/l vi produït) ^g
		Xerigot	- (5.7 kg/kg formatge fresc) ^h

A Catalunya les agroindústries que no disposin de la condició de gestors de residus han de presentar cada any la seva **Declaració Anual de Residus Industrials (DARI)** a l'ARC. L'ARC per la seva part publica dades estadístiques agrupades per activitat industrial i per tipus de residu. D'aquesta manera, les dades del sector es troben compreses dins de l'activitat industrial "**Indústries alimentaries, begudes i tabac**", on es reporten la quantitat total de residus (perillosos i no perillosos), agrupat per comarques, sense possibilitat de tenir accés a dades diferenciades per subproductes [44].

L'impossibilitat d'accedir a aquestes dades de l'ARC comporta l'ús de coeficients per poder estimar la generació subproductes agroindustrials en el territori. De manera general, els coeficients reportats a la literatura depenen de la quantitat de matèries primeres utilitzades, tot i que també es poden expressar en funció del volum de productes finals obtinguts. Per exemple, s'ha reportat que per cada 100 kg d'oliva processades (en sistema continu de tres fases), es produeixen aproximadament 23.1 kg d'oli d'oliva, generant-se'n 50 kg de sansa. Per tant, es podria afirmar que per cada kg d'oli d'oliva produït se'n generen 2.2 kg de sansa [36]. Els coeficients s'han extrets de informes tècnics així com de literatura internacional, i s'han expressat en funció de la informació disponible, normalment referida al volum de producte final, tal com es presenta a la Taula 5.

Mitjançant els coeficients desenvolupats s'ha estimat la generació de subproductes provinents de l'elaboració d'oli de oliva, cervesa i vi. L'impacte més gran el trobem a l'industria de fabricació de begudes, amb un volum anual de bagàs i brisa al voltant de 124,000 i 62,000 tones, respectivament.

Resulta evident que es podria assolir una quantificació més acurada (i complerta) en cas de tenir accés a les dades de l'ARC relatives a la generació de subproductes. Altrament, per millorar la quantificació presentada a la Taula 5 es necessitaria:

- **Identificar i diferenciar la totalitat de subproductes d'origen biològic generats per les agroindústries** considerades claus pel BIOHUB CAT. Aquesta tasca està condicionada a la identificació dels diferents processos implementats per l'elaboració d'un mateix producte. Per exemple, cal diferenciar clarament el tipus de sanses generades per la industria d'olis i greixos, així com els diferents subproductes del sacrifici de bestiar en funció de l'animal d'origen. En la producció del vi, convindria distingir entre la brisa provinent de varietats de blanc i negre.
- Paral·lelament, caldria **determinar coeficients estandarditzats** pel sacrifici de bestiar, diferenciats pels tipus d'animal. En el cas de l'elaboració del formatge, la cerca s'hauria d'orientar cap al volum de llet destinada a la producció de formatge (diferenciada per tipus de llets) per determinar el volum de formatge produït per tipus de llet. D'aquesta manera es podria determinar coeficients de generació de xerigot per tipus de llet, amb un grau de precisió important.
- Finalment, cal destacar que alguns subproductes es destinen actualment a la producció d'aliments, a l'ús en el camp o per aliment de bestiar, entre d'altres.

D'aquesta manera caldria estimar quina quantitat de subproducte està realment disponible, i si les alternatives de valorització alternatives son més atractives des d'un punt de vista econòmic i ambiental.

Proposta de caracterització

Les indústries agroalimentàries generen una gran varietat de subproductes, amb un ampli ventall de característiques i composicions. A la literatura es possible trobar diferents propostes de caracterització pels subproductes generats durant l'elaboració d'oli d'oliva, car, cervesa, vi i formatge [45-49] les quals permeten avaluar i seleccionar les vies de valoritzacions més adients per cada subproducte. Des d'un punt de vista global, la caracterització del subproductes agroindustrials hauria d'incloure els següents **paràmetres generals**:

- Sòlids totals (humitat) i sòlids volàtils
- Cendres
- Matèria orgànica (COT, DQO, DBO₅)
- Proteïnes (o nitrogen total + nitrogen orgànic)
- Lípids
- Fibres
- Carbohidrats (a mes de midó)
- Compostos extractables
- Micronutrients o minerals (P, K, Ca, Mg, Na, S, Cu, etc.)

L'avaluació de vies de valorització innovadores, sota un perspectiva de biorefineria, necessita d'una caracterització més extensa, amb **paràmetres específics** com ara:

- Cel·lulosa (glucans)
- Hemicel·lulosa (arabinosa, xilosa, oligosacàrids)
- Lignina
- Compostos fenòlics (àcids, alcohols, flavonoides)
- Àcids orgànics o àcids grassos volàtils
- Altres compostos bioactius: fitosterols, aminoàcid essencials, terpens.

Finalment, cal destacar que una caracterització adequada d'aquests subproductes està supeditada a l'obtenció d'una mostra representativa. En aquest sentit, el mostreig de subproductes ha de considerar aspectes relacionats amb la de producció (selecció d'una línia de producció representativa), variació de les matèries primeres i estacionalitat, a mes de l'acondicionament i emmagatzematge de la mostra.

e. Municipal

Introducció

A Catalunya segons la Llei reguladora de residus (l'article 3 del Decret Legislatiu 1/2009) s'inclou dins de residus municipals tots aquells residus generats en domicilis particulars, comerços, oficines i serveis. Per altra banda, també s'hi inclou tots aquells residus generats durant la neteja d'espais públics. Cal destacar que en el model actual, part dels residus industrials s'assimilen als municipals. El model de recollida selectiva de Catalunya diferencia 5 grans fraccions: fracció orgànica residus municipal (FORM), envasos, paper i cartró, vidre i resta (Figura 3). Segons les estadístiques de l'Agència de Residus de Catalunya un habitant genera de mitjana 1.4 kg de residus al dia [50].

Identificació de subproductes i quantificació

Pel que fa als residus municipals, hi ha una part d'aquests amb procedència orgànica i que tenen una alta potencialitat de revalorització en el marc del BIOHUB CAT. De totes les fraccions comptabilitzades per l'Agència Catalana de Residus i les estadístiques de la recollida selectiva [50] s'han seleccionat aquelles fraccions d'origen biològic que per les seves característiques podrien ser revaloritzades dins del marc del BIOHUB CAT (Figura 3). Principalment destaquen els residus comptabilitzats dins la fracció de matèria orgànica amb una producció de 0.4 Mt anuals. Seguidament, tindriem la fracció de paper i cartró amb uns 0.2 Mt anuals, els quals són rics en cel·luloses i susceptibles de ser reciclats o valoritzats. Finalment, hi hauria els residus derivats de la poda i jardineria dins la competència municipal que suposen al voltant de 0.12 Mt anuals.

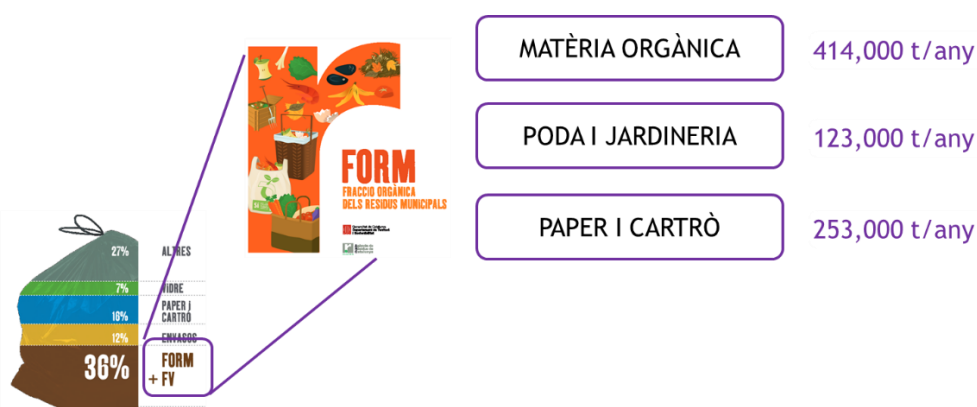


Figura 3 - Recollida selectiva dels residus municipals i identificació dels subproductes biològics

Actualment la generació de residus segons fracció està ben quantificada per l'Agència de Residus de Catalunya, disposant de dades per municipi. Independentment, una de les grans oportunitats de revalorització dels residus orgànics recau en els generats en

comerços o empreses dedicades, que permetrien una millor diferenciació en origen i tractament específic segons composició. Resultant en possibles vies de revalorització alternativa més enllà del compostatge.

Proposta de caracterització

Una de les grans complexitats de la FORM és que la seva composició és molt variable en funció dels subproductes barrejats i el seu estat de conservació, és a dir, del temps transcorregut des de la generació i emmagatzematge fins al tractament/gestió. En aquest sentit per a una correcta caracterització i estimació de la composició d'aquests residus cal que el mostreig sigui el màxim integrat possible, tenint en compte el moment de maduració de la FORM i estat de descomposició.

Per a la caracterització de la composició de les diverses fraccions que conformen el FORM es pot analitzar una sèrie de **paràmetres generals** [17,25] com:

- Sòlids totals/volàtils (humitat, cendres)
- Matèria orgànica total (COT, DQO, DBO5)
- DQO soluble (AGVs)
- Nitrogen orgànic i inorgànic, total i soluble
- Micronutrients (potassi, fòsfor, magnesi)
- Metalls
- Altres: pH, Alcalinitat

Altres paràmetres importants de caracteritzar anirien destinats a identificar les fraccions majoritàries segons el subproducte, com quantitat de carbohidrats, proteïnes i lípids. En residus d'origen vegetal es poden quantificar altres fraccions majoritàries d'interès com: cel·lulosa, hemicel·lulosa i lignina.

f. Gestors de residus

Introducció

Les indústries de **gestió i conversió de residus orgànics** engloben totes aquelles empreses dedicades a la “recuperació (reciclatge), tractament, emmagatzematge, disposició del rebuig o, en general, de manipulació de qualsevol tipus de residu” [51].

Identificació de subproductes i quantificació

Tot i que les empreses dedicades a la gestió de residus la seva finalitat és tractar aquests o convertir-los en altres materials i/o productes. Durant el processament de diversos residus es poden generar subproductes amb potencial de ser revaloritzat. Principalment podem distingir i/o classificar-los segons la seva procedència o de quin tractament es deriven [52,53]:

- **Compostatge** - durant el procés de compostatge es duu a terme l'estabilització de la matèria orgànica i higienització mitjançant processos biològics aerobis. Durant aquest procés es genera compost que ha de ser gestionat, principalment retornant-se al camp com a fertilitzant. El compost pot tenir diverses propietats segons el procés seguit i l'origen dels materials que s'ha usat durant el tractament. Puntualment també es poden generar residus líquids en forma de **lixiviats**.
- **Digestió anaeròbia** - es un procés de tractament de la matèria orgànica en la qual aquesta es degrada de forma anaeròbia generant biogàs. La matèria orgànica un cop degradada forma el **digestat**. El digestat normalment és sotmès a una separació sòlid-líquid. La **fracció sòlida** és tracta de forma similar als fangs de depuradora i la **fracció líquida** es retorna al tractament d'aigües o s'ha de tractar posteriorment.
- **Depuració d'aigües residuals** - durant el tractament d'aigua residual, quan aquest procés es fa de forma biològica, es genera biomassa residual. La biomassa passa un procés de separació sòlid/líquid. La fracció líquida es retorna al tractament d'aigües i la fracció sòlida són els anomenats fangs d'EDAR (acrònim d'Estació Depuradora d'Aigües Residuals). Els fangs acostumen a ser valoritzats mitjançant compostatge.

Segons les quantificacions publicades a l'estratègia de bioeconomia de Catalunya 2030 [1]. Els principals subproductes pel que fa a quantitat vindrien derivades de l'activitat de les depuradores, generant fins a 0.7 Mt de fangs de diversa procedència. Durant el compostatge i digestió anaeròbia s'estima que es generen fins a 0.3 Mt de compost i

0.2 Mt de digestat anualment (**Error! No s'ha trobat l'origen de la referència.**). Cal destacar que la quantitat de llixiviats produïts no està quantificada en l'actualitat.

Per a una quantificació dels subproductes de cada procés de gestió, existeix l'opció d'usar coeficients **genèrics** per cada tipus de procés de tractament (i.e. compostatge, digestió anaeròbia). Tot i això, **els coeficients poden ser altament afectats per la composició inicial de subproducte, origen d'aquest i tecnologia emprada per a la seva transformació.**

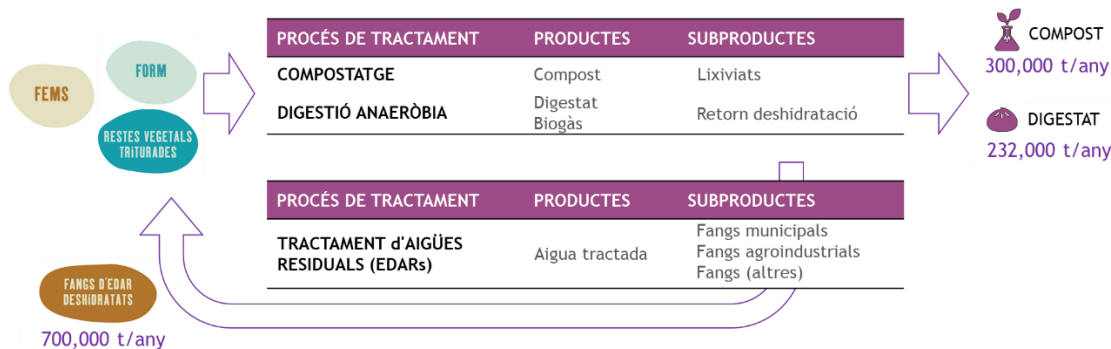


Figura 4 - Diagrama dels subproductes generats durant la gestió de residus orgànics i el seu tractament.

Proposta de caracterització

Paral·lelament a un mostreig ben definit i amb mostres representatives, els **paràmetres generals** que caldria analitzar estan basats en l'ordre AA/1072/2003 annex II sobre paràmetres necessaris que cal analitzar per aplicar fangs de depuradora i/o fertilitzants orgànics com a adobs a camp:

- Sòlids totals/volàtils
- Matèria orgànica (COT, DQO, DBO₅)
- DQO soluble (AGV)
- Altres: pH i alcalinitat
- Nitrogen inorgànic (amoni, nitrit, nitrat)
- Micronutrients (fòsfor, potassi, magnesi, calci)
- Metalls pesants (Ferro, Cadmi, Coure, Niquel, Plom, Zinc, Mercuri, Crom)
- Patògens (Salmonela, E. Coli)

6. Criteris de selecció dels subproductes d'interès i aplicació al context del BIOHUB CAT

La selecció final dels subproductes d'interès es presenta com aspecte clau en la implementació del BIOHUB CAT, tant per les selecció dels processos i tecnologies, com per la definició de la infraestructura i equipament presents en el centre.

Per poder realitzar aquesta selecció, s'han de fer servir diferents criteris que permetin distingir els subproductes més rellevants. La revisió bibliogràfica d'experiències exitoses relacionades amb la implementació de iniciatives de bioeconomia circular a nivell europeu i mundial revela que els criteris estratègics són [54-56]:

- Volum de residus generats.
- Característiques del subproducte pel que fa a composició.
- Cost de la gestió actual del subproducte.
- Potencial de generació de bioproductes de valor afegit a partir del subproducte fent servir tecnologies innovadores.
- Preu i mercat dels productes de valor afegit generats a partir de subproductes.

Finalment es possible completar aquest criteris amb estudis relacionats amb l'impacte ambiental generats pels subproductes i tecnologies seleccionades, del tipus anàlisis de cicle de vida.

Per altre banda, i mitjançant una enquesta participativa amb l'eina digital *Mentimeter* es va consultar a diversos actors que conformen el teixit de la bioeconomia de Catalunya sobre els criteris de selecció de subproductes i quina seria la prioritització de diversos grups de subproductes segons ordre d'importància (Figura 5 a 8). En aquesta consulta van participar entre 68 i 70 participants segons la pregunta. D'aquests participants un 23% es podrien identificar en centres tecnològics i universitats, un 38% serien empreses privades, i un 39% representats de l'administració pública. Aquest últim grup engloba des de representants d'ajuntaments, representants de la Diputació o Consells comarcals, el Servei d'Ocupació, l'Agència Catalana de Residus o l'Agència Catalana de l'Aigua, o el Servei d'Ocupació de Catalunya (SOC) entre d'altres.

De l'enquesta realitzada cal destacar que els criteris de prioritització a seguir per a una selecció de subproductes s'hauria de tenir en compte en primer lloc (amb un 34% dels vots) el preu i mercat dels potencials productes de valor afegit que se'n pot extreure (Figura 5). Seguidament, amb un 23% dels vots caldria tenir en compte la possible generació de productes de valor afegit. En tercer lloc, caldria cal valora el cost de la

gestió actual del subproducte. Finalment, van quedar relegades a quart i cinquè lloc en importància de criteris de selecció la composició i el volum generat de subproducte. D'aquesta primera classificació se'n pot destacar la preocupació manifesta que independentment del volum o característiques del subproducte generat, l'alternativa de valorització proposada en el marc de BIOHUB CAT hauria de ser econòmicament més rentable que el cost actual de gestió i/o valorització.

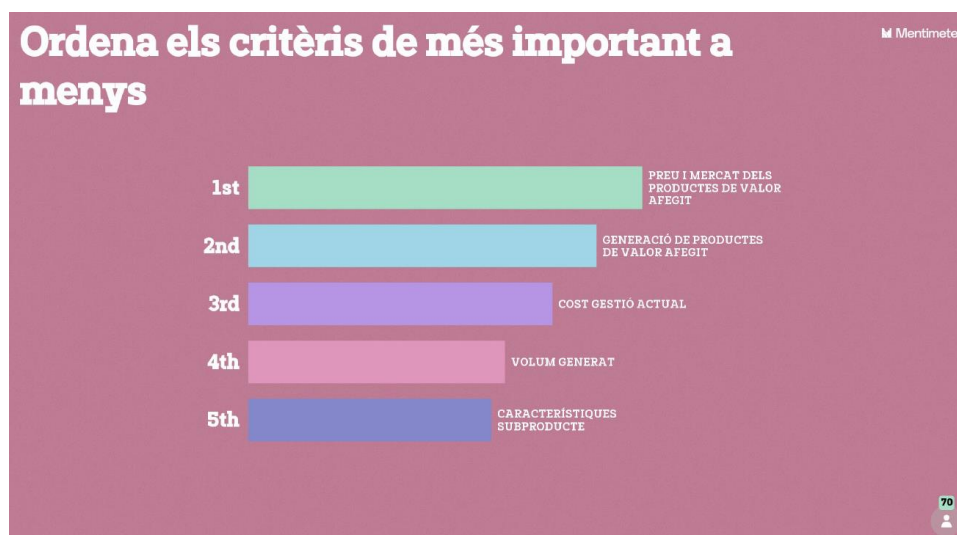


Figura 5 - Ordenació de criteris de selecció de subproductes a tractar al BIOHUB CAT

En una segona part de l'enquesta d'opinió es va demanar de seleccionar 2 dels subproductes proposats que consideressin més rellevants per a trobar una solució alternativa de valorització. Pel que fa al sector de l'agricultura-forestal on es demanava principalment sobre subproductes lignocelulosics es va destacar amb un 32% i un 28% dels vots les restes de poda de cultius llenyosos (cítrics, fruites) i les restes de collita de cultius herbacis (cereals i hortalises), respectivament (Figura 6). Del sector de la ramaderia (Figura 7) va destacar els subproductes com els purins de porcí (49% dels vots) i els fems de porcí i boví (29% dels vots). Finalment, de la gestió de residus (Figura 8) destaquen subproductes com l' excedent i rebuig indústria alimentària (52%), la fracció orgànica municipal (39%) i els fangs d'EDAR (23%).

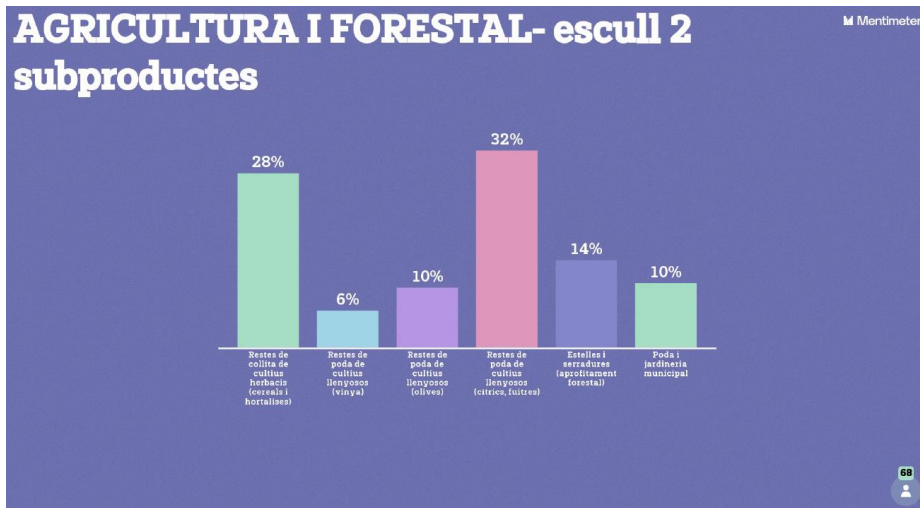


Figura 6 - Selecció de subproductes del sector agrícola i forestal.

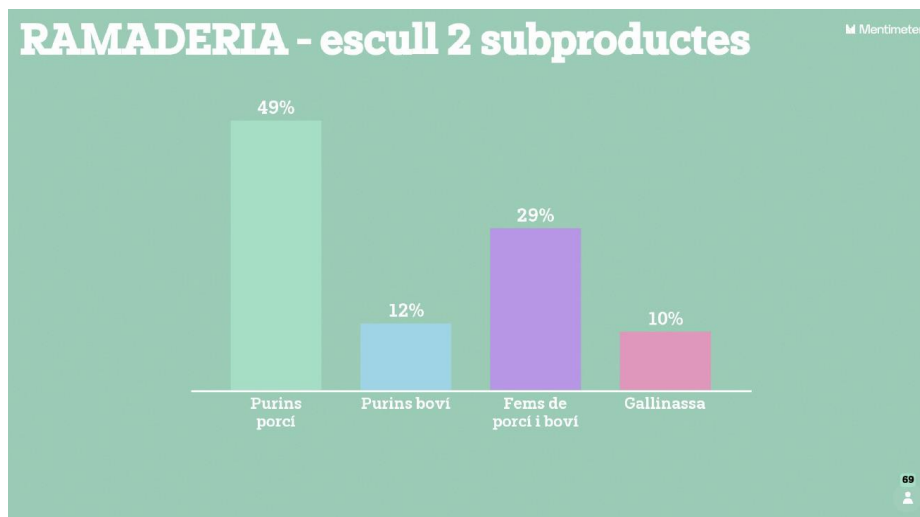


Figura 7 - Selecció de subproductes del sector ramader

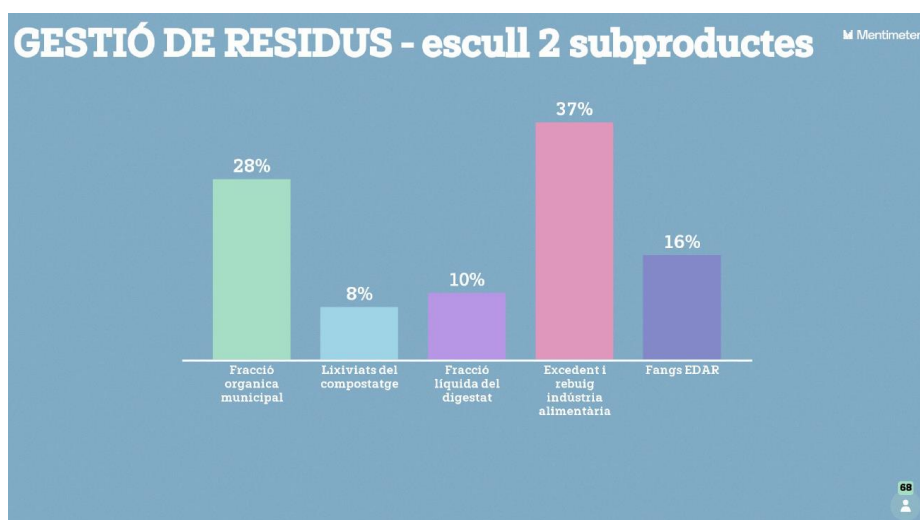


Figura 8 - Selecció de subproductes relacionats amb la gestió de residus.

7. Conclusions principals

- S'ha dut a terme una **identificació dels principals subproductes d'origen orgànic** generats pels sectors econòmics i productius d'interès pel BIOHUB CAT. El **sector agroindustrial necessita però d'una identificació més acurada**, diferenciant els subproductes per tipus de procés d'elaboració, quan s'aborda un mateix producte final.
- A excepció del sector de les dejeccions ramaderes, **manca una estandardització de la metodologia** per quantificar els subproductes biològics generats pels sectors productius d'interès pel BIOHUB CAT.
- En el mateix sentit, caldria efectuar una tasca de **validació dels coeficients** utilitzats per estimar la generació de subproductes, segons *inputs* o *outputs* del procés productiu.
- La quantificació de subproductes s'ha de complementar amb un anàlisi que permeti **definir la quantitat de subproductes realment disponibles** per valorització i/o que no s'estiguin valoritzant adequadament.
- Per a la selecció final de subproductes inclosos en el marc del BIOHUB CAT és imprescindible que l'**esquema de valorització a aplicar sigui més rentable** econòmicament que el procés actual de gestió del subproducte (basat en *Mentimeter*).

8. Bibliografia

1. Estratègia de la Bioeconomia de Catalunya 2030, Juny 2021, Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. URL: <https://govern.cat/govern/docs/2021/09/14/13/55/aaec0897-7a0a-42cf-ae89-454b16ca1d70.pdf>
2. España circular 2030, Estrategia Española de Economía Circular. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), URL: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030_def1_tcm30-509532_mod_tcm30-509532.pdf
3. Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe, URL: https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/new_circular_economy_action_plan.pdf
4. Institut d'Estadística de Catalunya. URL: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=437>
5. Superfícies, rendiments i produccions dels conreus agrícoles per demarcacions. ANY 2020, Generalitat de Catalunya, Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural
6. Diagnosi de les pèrdues i el malbaratament alimentari al sector fruiter de préssec, nectarina, poma i pera: quantificació, impacte ambiental i econòmic, Abril 2020, IRTA, CREDA, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Agència Catalana de Residues, URL: http://agricultura.gencat.cat/web/.content/04-alimentacio/malbaratament-alimentari/enllacos-documents/fitxers-binariis/Diagnosi_PMA_sector_fruiter_RESUM-EXECUTIU_200420.pdf
7. Diagnosi de les pèrdues i el malbaratament alimentari al sector dels cítrics: quantificació, impacte ambiental i econòmic. Desembre 2020, IRTA, CREDA, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Agència Catalana de Residus, URL: http://agricultura.gencat.cat/web/.content/04-alimentacio/malbaratament-alimentari/enllacos-documents/fitxers-binariis/Resum-executiu_Diagnosi_PMA_CITRICS_FINAL.pdf
8. Solé, F., Flotats, X., Guia de tècniques de gestió ambiental de residus agraris. URL: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/6515/Guia_residus_agraris_CAT.pdf
9. Ametlla, oportunitats d'aprofitament. LLUITEM CONTRA LES PÈRDUES I EL MALBARATAMENT ALIMENTARI, Novembre 2021, IRTA, CREDA, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Agència Catalana de Residus
10. Carxofa, oportunitats d'aprofitament. LLUITEM CONTRA LES PÈRDUES I EL MALBARATAMENT ALIMENTARI, Setembre 2021, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Agència Catalana de Residus
11. Cítrics, oportunitats d'aprofitament. LLUITEM CONTRA LES PÈRDUES I EL MALBARATAMENT ALIMENTARI, Setembre 2021, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Agència Catalana de Residus
12. Préssec i nectarina, oportunitats d'aprofitament. LLUITEM CONTRA LES PÈRDUES I EL MALBARATAMENT ALIMENTARI, Setembre 2021, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Agència Catalana de Residus
13. Tomàquet, oportunitats d'aprofitament. LLUITEM CONTRA LES PÈRDUES I EL MALBARATAMENT ALIMENTARI, Setembre 2021, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Agència Catalana de Residus
14. Vinya i vi, oportunitats d'aprofitament. LLUITEM CONTRA LES PÈRDUES I EL MALBARATAMENT ALIMENTARI, Setembre 2021, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Agència Catalana de Residus

15. Associació per a la innovació i el desenvolupament en xarxa, Informe Biolab Baix Segre, 12 Desembre 2018.
16. Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad, 2012, Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. ITAGRA.CT
17. Guia de Suport per al Disseny i l'Explotació de Plantes de Compostatge, 2008, Agència Catalana de Residus. URL: https://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/instalacions/guiaplantescompost_cat.pdf
18. Loehr, R. (2012). Agricultural waste management: problems, processes, and approaches. Elsevier.
19. Sequí Parpal, Antoni, ETSEA, Gestió de residus a les explotacions de remugants. URL: http://www.remugants.cat/2/upload/gestia_de_residus_a_les_explotacions_de_remugantsbis.pdf
20. Prenafeta-Boldú, F.X. i Parera, J. (2020) Guia de les tecnologies de tractament de les dejeccions ramaderes a Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP), Barcelona, 72 pàgines. URL: <http://agricultura.gencat.cat/web/.content/07-ramaderia/dejeccions-ramaderes-fertilitzants-nitrogenats/enllacos-documents/fitxers-binaris/guia-tractament-dejeccions.pdf>
21. Campos-Pozuelo E, Palatsi J, Illa J, Solé F, Magrí A, Flotats X (2004). Guia dels tractaments de les dejeccions ramaderes. Universitat de Lleida. https://www.academia.edu/18280362/Guia_dels_tractaments_de_les_dejeccions_ramaderes
22. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Nombre d'efectius, Cens de Catalunya: Històric de resultats de les estadístiques de bestira. URL: <http://agricultura.gencat.cat/ca/departament/estadistiques/ramaderia/nombre-efectius/>
23. Dades Obertes de Catalunya, Registre d'explotacions ramaderes, URL: <https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Medi-Rural-Pesca/Registre-d-explotacions-ramaderes/7bpt-5azk>
24. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Coeficients de generació de nitrogen i dejeccions ramaderes, URL: http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/ramaderia/dar_dejeccions_ramaderes_fertilitzants_nitrogenats/coeficients-generacio-nitrogen-dejeccions-ramaderes/
25. Seguiment de tractaments consolidats, Juny 2021, Grup d'Experts en Tractament de Dejeccions Ramaderes, URL: <https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/4069835/2.-SegTractConsolidats.pdf/e2d9cf29-2c6c-4c4b-bf1e-9bf8c2fde31e>
26. Ludevid Sanmartí, Alba II. Blanch Roure, Josep Salvador III. Martín Vidal, Richard IV. Catalunya. Servei de Gestió Forestal V. Títol 1. Biomassa forestal - Catalunya 2. Energia de la biomassa - Catalunya 3. Catalunya - Política ambiental 620.95:630(467.1), URL: http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de10_publicacions_dar/de10_c00_altres_publicacions_divulgacio/documents/fitxers_estatics/2010_biomassa_forestal_catalunya_0925_2010.pdf
27. Observatori Forestal Català, Productes forestals i economia, URL: <https://www.observatoriforestal.cat/#prod>
28. Fitxes tècniques, V - Espècies i Silvicultura, Silvicultura del pi pinyer per a producció de fusta i pinya, Centre per la propietat forestal, Març 2009, Departament de Medi Ambient i Habitatge, centre de la Propietat Forestal. URL:

- http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/monografies/FT5_pi_pinyer_produccio_fusta.pdf
29. Registre d'indústries agràries i alimentàries URL:
<http://agricultura.gencat.cat/ca/serveis/registres-oficials/agroalimentacio/registre-industries-agraries-alimentaries-catalunya/> Registre d'indústries agràries i alimentàries
30. MAPES AMB LA DISTRIBUCIÓ TERRITORIAL DE LES INDÚSTRIES AGROALIMENTÀRIES A CATALUNYA: - PER SECTORS - PER COMARQUES. URL:
<http://agricultura.gencat.cat/web/.content/04-alimentacio/registres-oficials/enllacos-documents/fitxers-binaris/Mapes-distribucio-IA.pdf>
31. Informe de la indústria, la distribució i el consum agroalimentaris a Catalunya. Generalitat de Catalunya Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural Subdirecció General d'Indústries i Qualitat Agroalimentàries Servei d'Indústries i Comercialització Agroalimentàries. Desembre 2021. URL:
http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de10_publicacions_dar/de10_b01_06_anuaris_sectorials_iaa/documents/fitxers-binaris/2019-Informe-IAA-2021.pdf
32. Oliasses, sansa, brisa i mares del vi. Agència de Residus de Catalunya. URL:
https://residus.gencat.cat/ca/ambits_dactuacio/tipus_de_residu/residus_organics/oliases_vinasses/
33. Dossier Tècnic 80: "L'oli d'oliva a Catalunya". Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP). URL:
https://ruralcat.gencat.cat/contingut-web-editor/-/asset_publisher/ivzEIW4jWshK/content/dossier-tecnic-80-loli-doliva-a-catalunya-?inheritRedirect=false
34. Prevenció de pèrdues i malbaratament alimentari. Resum executiu. FITXES SOBRE OPORTUNITATS D'APROFITAMENT EN ELS PRINCIPALS SECTORS AGROINDUSTRIALS CATALANS. Abril 2020. URL:
<http://agricultura.gencat.cat/ca/detalls/Noticia/Disponible-el-resum-executiu-de-lestudi-de-prevencio-de-perdues-i-malbaratament-alimentari-que-desenvolupa-un-conjunt-de-fitxes-sobre-opportunitats-daprofitament-en-els-principals-sector-agroindustrials-catalans>
35. Mapeig del sector de l'oli d'oliva a Catalunya. ACCIÓ - Agència per la Competitivitat de l'Empresa. URL:
<https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/sector-oli-oliva-catalunya>
36. Prevenció de la Contaminació en la Producció d'Oli d'Oliva. Manuals d'ecogestió, 8. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Octubre 2002.
37. Enquesta de sacrifici en escorxadors. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. URL:
<http://agricultura.gencat.cat/ca/departament/estadistiques/ramaderia/enquesta-sacrifici-escorxadors/>
38. Producció de carn 2020. Per espècies. Institut d'Estadística de Catalunya. URL:
<https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=457>
39. INFORME SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR DE LA CERVEZA EN ESPAÑA 2020. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado. URL:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>
40. Sganzerla, W.G., Ampese, L.C., Mussatto, S.I., Forster-Carneiro, T. (2021). A bibliometric analysis on potential uses of brewer's spent grains in a biorefinery for the circular economy transition of the beer industry. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining - Biofpr*, 15 (6): 1965-1988. <https://doi.org/10.1002/bbb.2290>

41. Jacob, F.F.; Striegel, L.; Rychlik, M.; Hutzler, M.; Methner, F.-J. (2019). Spent Yeast from Brewing Processes: A Biodiverse Starting Material for Yeast Extract Production. *Fermentation*, 5, 51. <https://doi.org/10.3390/fermentation5020051>
42. El sector del vino en Cataluña. URL: <https://www.prodeca.cat/es/sectores/el-sector-del-vino-en-catalunya>
43. Alais, C. (1985). *Ciencia de la leche*. Editorial Reverté. Barcelona. 873 pp.
44. ESTADÍSTIQUES DE RESIDUS INDUSTRIALS (Sector productiu i EDAR). Agència de Residus de Catalunya. URL: <http://estadistiques.arc.cat/ARC/?industrial>
45. Khwaldia, K., Attour, N., Matthes, J., Beck, L., Schmid, M. (2022). Olive byproducts and their bioactive compounds as a valuable source for food packaging applications. *COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY*, 21 (2): 1218-1253. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12882>
46. Mozhiarasi, V., Natarajan, T.S. (2022). Slaughterhouse and poultry wastes: management practices, feedstocks for renewable energy production, and recovery of value added products. *Biomass Conv. Bioref.* <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02352-0>
47. Bonifácio-Lopes, T., Teixeira, J.A., Pintado, M. (2019). Current extraction techniques towards bioactive compounds from brewer's spent grain - A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60 (16): 2730-2741. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1655632>
48. Kokkinomagoulos, E., Kandyli, P. (2020). Sustainable Exploitation of By-Products of Vitivinicultural Origin in Winemaking. *Proceedings*, 67, 5. <https://doi.org/10.3390/ASEC2020-07521>
49. Banaszewska, A. Cruijssen, F., Claassen, G.D.H. van der Vorst, J.G.A.J. (2014). Effect and key factors of byproducts valorization: The case of dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 97 (4): 1893-1908. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7283>
50. Estadístiques de Residus Municipals, Agència de Residus de Catalunya, URL: <http://estadistiques.arc.cat/ARC/#>
51. Preguntes. Agència de Residus de Catalunya. URL: https://residus.gencat.cat/ca/ambits_dactuacio/tipus_de_residu/residus_industrials/gestors/preguntes/
52. Henze, M., van Loosdrecht, M. C., Ekama, G. A., & Brdjanovic, D. (Eds.). (2008). *Biological wastewater treatment*. IWA publishing
53. Cerda, A., Artola, A., Font, X., Barrena, R., Gea, T., & Sánchez, A. (2018). Composting of food wastes: Status and challenges. *Bioresource technology*, 248, 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.133>
54. Velenturf, A.P.M., Purnell, P. (2021). Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 27: 1437-1457. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018>
55. Duque-Acevedo, M., Belmonte-Ureña, L.J., Yakovleva, N., Camacho-Ferre, F. (2020). Analysis of the Circular Economic Production Models and Their Approach in Agriculture and Agricultural Waste Biomass Management. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17: 9549. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249549>
56. Martínez-Burgos, W.J., Sydney, E.B., Medeiros, A.B.P., Magalhaes, A.I., de Carvalho, J.C., Karp, S.G., Vandenberghe, L.P.D., Letti, L.A.J., Soccol, V.T., Pereira, G.V., Rodrigues, C., Woiciechowski, A.L., Soccol, C.R. (2021). Agro-industrial wastewater in a circular

economy: Characteristics, impacts and applications for bioenergy and biochemicals.
Bioresource Technology, 341: 125795. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125795>

9. Annex 1

Taula 6 - Coeficients del DECRET 153/2019 usats per al càlcul ponderat de la quantitat de dejeccions ramaderes i l'equivalència de nomenclatura seguida amb el cens d'animals.

Espècie	Categoria	Purins (m ³ /plaça i any)	Fems (t/plaça i any)	Densitat del fem (t/m ³)	Nomenclatura cens animals
Vaquí llet	Femelles	14	18	0.8	Femelles per llet de més de 24 mesos
	Sementals	9	12		De més de 24 mesos, mascles
	Cria	0.4	0.6		Menys de 12 mesos altres
	Reposició	5.5	7		De 12 a 24 mesos mascles/femelles
	Engreix	3.6	4		
Boví Carn	Reproductors	9	12	0.8	De més de 24 mesos, femelles altres
	Cria	0.5	0.7		
	Reposició	5.5	7		De 12 a 24 mesos mascles/femelles
	Engreix	3.6	4		Menys de 12 mesos sacrifici
Porci	Femelles	5.1	2.25	0.8	Truges reproductores
	Sementals	6.12	6.48		Mascles
	Garrins (6-20kg)	0.41	0.25		Garrins (<20 Kg)
	Reposició	2.5	1.14		
	Engreix (20-100kg) ***	2.15	1		Porcs 20-49 kg i porcs >50 Kg
Ovi	Reproductors		0.9	0.8	Femelles parides i no parides
	Reposició		0.45		Animals per vida
	Engreix		0.3		Animals per a sacrifici de Xai
Cabrum	Reproductors		0.72	0.8	Femelles parides i no parides
	Reposició		0.36		Animals per vida
	Engreix		0.24		Animals per sacrifici
Cunicola	Femelles		0.099	0.75	Femelles
	Sementals		0.124		Mascles
	Reposició		0.06		Reposició
	Engreix	0.031	0.03		Engreix
	Gabia conilla		0.3		Gabia conilla
Equids	Reproductors		11	0.8	
	Reposició		7		
	Engreix		3.6		
	Cria		0.64		
Avicultura (<i>Gallus gallus</i>)	Reproductores pesades (mares dels bròilers)		0.02	0.6	
	Reproductores lleugeres (mares de les ponedores comercials)		0.014	0.6	

Espècie	Categoria	Purins (m ³ /plaça i any)	Fems (t/plaça i any)	Densitat del fem (t/m ³)	Nomenclatura cens animals
	Recria		0.007	0.5	
	Engreix		0.01	0.5	Pollastres d'engreix
	Ponedores ous consum	0.037	0.04	0.9	Gallines ponedores
Anecs	Reproductors		0.204	0.5	
	Recria		0.0714		
	Engreix	0.072	0.08		
Guatlles	Reproductors i ous consum **		0.0053	0.8	
	Recria		0.00187		
	Engreix		0.00267		Guatlles d'engreix
Galls d'indi	Reproductors		0.0974	0.5	
	Recria		0.03408		
	Engreix		0.03		Gall d'indi d'engreix
Perdius	Reproductors **		0.0128	0.8	
	Recria		0.00448		
	Engreix		0.0064		
Oques	Reproductors		0.204	0.5	
	Recria		0.0714		
	Engreix		0.102		
Estruços	Reproductors		0.73	0.5	
	Recria		0.28		
	Engreix		0.4		
Faisans	Reproductors **		0.204	0.8	
	Recria		0.0714		
	Engreix		0.102		