

“Mellora da sostenibilidade apícola mediante o uso de novas tecnoloxías e a conservación da abella local”

SOSTAPICOLA (Feader 2022/037B)

Memoria libre

Decembro, 2024

Orde da convocatoria:

RESOLUCIÓN do 30 de decembro de 2021 pola que se establecen as bases reguladoras da concesión, en réxime de concorrència competitiva, das axudas para a execución de proxectos dos grupos operativos da Asociación Europea da Innovación (AEI), cofinanciadas co Fondo Europeo Agrícola de Desenvolvemento Rural (Feader) no marco do Programa de desenvolvemento rural (PDR) de Galicia 2014-2020, e se convocan para o ano 2022 (DOG nº 18, do 27 de xaneiro de 2022).

INDICE

1.	Antecedentes e análise da contorna	6
2.	Obxectivos do proxecto	10
3.	Entidades participantes no proxecto.....	12
4.	Financiación do proxecto	14
5.	Plan de traballo e período de execución.....	15
6.	Cronograma do proxecto	18
7.	Resultados.....	20
	Obxectivo 1. Potenciar o uso da apicultura de precisión.....	20
	Temperatura e humidade relativa	24
	Son	27
	Contador de abellas	29
	Peso	30
	Obxectivo 2. Caracterizar a abella local e seleccionar ecotipos de interese, para formar un banco de colonias que sexa fonte de material xenético para a reprodución.	35
	Caracterización dos colmeares e dos apicultores	41
	Características das raíñas	47
	Sanidade apícola.....	51
	Morfometría alar.....	53
	Estudio molecular das abellas.....	61
8.	Impacto socioeconómico e tecnolóxico	65
9.	Conclusións	68
10.	Actividades de divulgación e difusión do proxecto.....	70
11.	Bibliografía	71
12.	Anexo I Actividades de difusión	76
13.	Anexo II Protocolo para a selección da abella negra.....	77
14.	Anexo III Exemplos de guías de boas prácticas elaboradas	78

INDICE DE TÁBOAS

Táboa 1. Número de apiarios e colmeas nas distintas provincias galegas.....	7
Táboa 2. Orzamento solicitado	14
Táboa 3. Orzamento executado.....	14
Táboa 4. Distribución dos colmeares mostrados e número de colmeas seleccionadas.	40
Táboa 5. Porcentaxe de apicultores que dan alimentación en primavera e/ou en inverno.	44
Táboa 6. Porcentaxe de apicultores que considera que a patoloxía estivo presente no colmeaar o ano anterior.	45
Táboa 7. Mansedume das colmeas seleccionadas e valor medio de produción de mel.	47
Táboa 8. Exameazón das colmeas seleccionadas e media de kg de mel que producen.	47
Táboa 9. Datos medios, máximos e mínimos dos índices cubital (ic) discoidal (td) e de Hantel (ih) dos colmeares da provincia de Ourense.	57
Táboa 10. Datos medios, máximos e mínimos dos índices cubital (ic) discoidal (td) e de hantel (ih) dos colmeares da provincia de Lugo.....	59
Táboa 11. Datos medios, máximos e mínimos dos índices cubital (ic) discoidal (td) e de Hantel (ih) dos colmeares da provincia de A Coruña.	60
Táboa 12. Datos medios, máximos e mínimos dos índices cubital (ic) discoidal (td) e de Hantel (ih) dos colmeares da provincia de Pontevedra.	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución do censo de colmeas en España (MAPA, 2023).....	6
Figura 2. Tipos de colmea: A, verticais (Langstroth) e B, horizontais (Layens)	8
Figura 3. Colmear en área de vexetación silvestre	8
Figura 4. Localización do dispositivo e exemplo de datos obtidos do equipo Zygi.	22
Figura 5. Localización do dispositivo e exemplo de datos obtidos do equipo BeeHiveMonitoring.	23
Figura 6. Mapa dos colmeares monitorizados.	23
Figura 7. Proceso de instalación e funcionamento dun sistema de monitorización.	24
Figura 8. Posición dos dispositivos usados con sensores de temperatura e humidade. (A), sistema Zygi e (B) sistema BeeHiveMonitoring.	25
Figura 9. Temperaturas dos dous tipos de sistemas (A e B) con dúas situacións distintas de fortaleza das colmeas.....	25
Figura 10. Exemplo de valores de temperatura e humidade do sistema BHM.	26
Figura 11. Exemplo do sensor cuberto por cera e própole.	27
Figura 12. Imáxenes de fototrampeo de dous colmeares con posibles sons externos.....	28
Figura 13. Exemplo de valores de son durante os meses de febreiro a maio.	29
Figura 14. Exemplo de gráfica dun día dun contador de abellas nunha colmea.	30
Figura 15. Exemplo de fluxo do néctar do castiñeiro en 6 colmeas.	32
Figura 16. Árbore filoxenética das liñaxes de <i>Apis mellifera</i> (Kandemir e col. 2011).	37
Figura 17. Mapa de distribución das 5 subespecies de <i>Apis mellifera</i> (Chávez-Galarza e col. 2017).	38
Figura 18. Situación dos colmeares para a recollida de datos.	41
Figura 19. Porcentaxe do número de colmeas por apicultor/a (A) número de anos que o colmear leva activo (B).	43
Figura 20. Produtos que o apicultor obtén.	44
Figura 21. Principal causa de mortalidade das colmeas expresado en porcentaxe. Os niveis establecidos foron: sempre, ás veces, moi raro, nunca.	45
Figura 22. Varroa destructor enriba das abellas.	46
Figura 23. Raiñas cas ás rotas.	48
Figura 24. Diagrama de caixas para a porcentaxe de cor no Terguito 3 (Cou 1), 4 (Cou 2) e a suma deles (Cou 3) do abdome das raiñas.	48

Figura 25. Porcentaxes das raíñas nas cores que se usaron para clasificar o patrón cromático do abdome.....	49
Figura 26. Abellas co abdome laranxa marcadas en vermello.	50
Figura 27. Mostras collidas nun colmear.	50
Figura 28. Porcentaxe de mostras positivas dos distintos patóxenos do total de mostras analizadas.	52
Figura 29. Porcentaxe de colmeas que tiñan sintomatoloxía de virus. CBPV: virus da parálisis crónica; ABPV: virus da parálisis aguda; DWV: virus das ás deformadas.	53
Figura 30. Preparación dunha abella: ás anteriores, ás posteriores e terceira pata traseira.	54
Figura 31. Programa "WingMarks".	55
Figura 32. Unha mostra dos 19 puntos dun ala.	56
Figura 33. Gráfico de dispersión no que se mostra o conxunto de datos correspondentes ás colmeas dos apiarios estudados na provincia de Ourense.	57
Figura 34. Gráfico de dispersión no que se mostra o conxunto de datos correspondentes ás colmeas dos apiarios estudados na provincia de Lugo. ...	58
Figura 35. Gráfico de dispersión no que se mostra o conxunto de datos correspondentes as colmeas dos apiarios estudados na provincia de A Coruña.	59
Figura 36. Gráfico de dispersión no que se mostra o conxunto de datos correspondentes ás colmeas dos apiarios estudados na provincia de Pontevedra.	60
Figura 37. Electroforeses en xel de agarosa das mostras de abellas.	62
Figura 38. Diferencia entre ás no colmear de Luintra.	63
Figura 39. Obxectivos de desenvolvemento sostible relacionados co proxecto ...	68

I. Antecedentes e análise da contorna

A apicultura está considerada como a actividade produtiva que aproveita de forma máis sostible os recursos naturais, proporcionando ao mesmo tempo importantes beneficios ao medio ambiente e ingresos para os apicultores.

España conta con 36.893 explotacións apícolas segundo os datos do REGA a febreiro do 2024 (MAPAMA; 2024), das que cerca do 17% son profesionais (máis de 150 colmeas), tendo o nivel máis alto de profesionalización no contexto da Unión Europea. Así mesmo é o país da Unión Europea con maior número de colmeas (cerca de 3 millóns), o 74% en mans de apicultores profesionais. En 2022, España produciu 27.400 toneladas de mel, o que supón o 9,6% da produción total europea. A capacidade produtiva foi diminuindo nos últimos anos pasando do primeiro posto na pasada década a ser o cuarto produtor de mel de Europa por detrás de Romanía, Francia e Alemaña. España é tamén o quinto consumidor de mel de Europa, cun consumo aparente de 34.273 toneladas e un consumo *per cápita* de 0,72 kg por persoa e ano. O valor anual da produción (mel, cera e pole) estímase en 62 millóns de euros (MAPAMA, 2020). O sector apícola está a manter un crecemento constante, tanto en número de colmeas, como en número de apicultores, cun incremento no número de explotacións no período comprendido entre o ano 2010 e o ano 2023 do 55%.

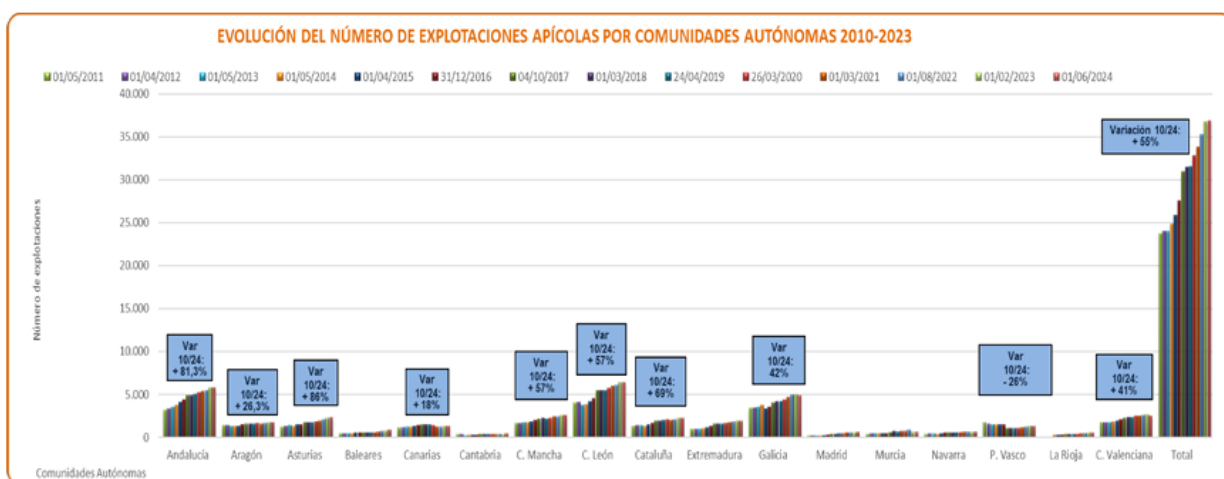


Figura I. Evolución do censo de colmeas en España (MAPA, 2023)

No caso concreto de Galicia, o censo apícola é próximo a 230.000 colmeas e 4940 explotacións, no rexistro de explotacións gandeiras apícolas (REGA). É a terceira

comunidade autónoma en número de explotacións apícolas, por baixo de Andalucía (5.835) e Castilla-León (6.404). Por tanto, se consideramos o número de explotacións por km², é a comunidade autónoma con maior densidade de colmeas, o cal demostra un alto grado de atomización. Cabe destacar que o número de asentamentos (colmeares) é de 10.610 (segundo datos de 2023), a meirande parte situados nas provincias de Lugo e Ourense. Porén trátase dun sector produtivo que se desenvolve, polo xeral, en pequenos colmeares, normalmente con non máis de 40 colmeas de desenvolvemento vertical (“Langstroth” e “Dadant”, principalmente).

Táboa I. Número de apiarios e colmeas nas distintas provincias galegas

Provincia	Nº apiarios	Nº colmeas
Coruña, A	1556	24612
Lugo	3655	79073
Ourense	4033	102104
Pontevedra	1367	24511
Galicia	10611	230300

A apicultura é unha actividade produtiva moi atractiva, xa que permite estar ao aire libre, a observación das abellas durante o seu quefacer é relaxante, e non precisa dunha carga de traballo intensa. A maiores unha pequena inversión proporciona bos rendementos. Por tanto, o número de apicultores afeccionados é elevado, pero cada vez é maior o número de apicultores profesionais (con máis de 150 colmeas). Tamén a incorporación de xente nova á apicultura, que é cada vez maior, favorece a introdución de cambios nos sistemas produtivos.

O tipo de apicultura de Galicia pode clasificarse como “apicultura atlántica” similar a outras comunidades veciñas e do noroeste e centro da Unión Europea, pero ben diferente da apicultura “mediterránea”. O tipo de colmea utilizado, o sistema produtivo, baseado no caso da apicultura mediterránea, na transhumancia en busca de floracións de interese, fronte a unha maior parte de colmeares estantes na apicultura atlántica; son diferencias significativas que determinan tamén as características dos produtos obtidos.



Figura 2. Tipos de colmea: A, verticais (Langstroth) e B, horizontais (Layens)

A apicultura é unha das actividades agrogandeiras con mellor ratio entre o beneficio da actividade e o custe económico da súa práctica. O principal produto da apicultura é o mel, pero outras producións complementarias como o pole, o própole, ou incluso a venda de enxames e raíñas de abellas fan máis rendibles as explotacións apícolas, complementando a súa renda. Amais o valor deste sector vai máis aló do puramente económico, xa que a apicultura xoga un papel fundamental na conservación do medio natural, na polinización dos cultivos e no mantemento da biodiversidade. É unha actividade sostible con baixa pegada hídrica e de carbono, que contribúe a dar valor ás áreas de vexetación silvestre, pouco produtivas dende o punto de vista agronómico. A apicultura é compatible cunha actividade a tempo parcial, xa que ten unha boa relación tempo invertido/rendemento económico.



Figura 3. Colmear en área de vexetación silvestre

O sector apícola é vital para a Unión Europea xa que contribúe significativamente á sociedade, tanto no económico con preto de 14,2 millóns de euros anuais, como no medioambiental, mantendo o equilibrio ecolóxico e a diversidade biolóxica (EFSA, 2018). A importancia da apicultura, amais das explotacións para o uso humano, reside no papel que desempeñan as abellas como insectos polinizadores. Estímase que preto do 87,5% das plantas con flores son polinizadas por insectos. Deste total, arredor do 80% da polinización, é levada a cabo polas abellas melíferas. A eficacia na polinización depende de, entre outros factores, a estratexia de visita ás distintas floracións, xa que en cada viaxe son visitan unha especie, e a poboación de cada colonia que ao ser numerosa precisa de moitos recursos. Así, calcúlase que o 84 % das especies vexetais e o 76 % da produción de alimentos en Europa dependen da polinización por parte de abellas silvestres e domésticas, e segundo o INRA (Francia), a mortalidade das abellas custaría 150.000 millóns de euros en todo o mundo, o 10 % do valor de mercado dos alimentos (EFSA, 2018).

Fronte aos evidentes beneficios da apicultura contrastan distintas ameazas que fan do sector apícola un sector fráxil e en perigo. Sobresae a incidencia de patoloxías de difícil control como a varroose, a incidencia da avespa asiática e o impacto do cambio climático. Estes factores afectan negativamente ao mantemento e supervivencia das colonias de abellas e á capacidade de produción. A introdución de novas tecnoloxías, a diversificación da produción, as melloras do proceso produtivo son instrumentos que poden colaborar a manter a resiliencia do sector.

Amáis disto en distintas comunidades españolas estase a levar a cabo plans de conservación da abella local. Estes plans baséanse na presenza uniforme da abella *Apis mellifera iberiensis*, no territorio da Península Ibérica e na importancia de manter os ecotipos locais, pois presentan boa adaptación ao territorio.

2. Obxectivos do proxecto

O obxectivo principal do proxecto é **mellorar a sustentabilidade e sostenibilidade das explotacións apícolas, potenciando a apicultura de precisión e seleccionando ecotipos de abellas con características favorables**. Todo elo permitirá unha mellor resposta do sector fronte a pragas como a varroose e a *Vespa velutina*, ou factores ambientais coma o cambio climático.

Para acadar este obxectivo é necesario innovar na metodoloxía de manexo das colmeas, de xeito que sexa eficaz e eficiente, permitindo que os apicultores se enfronten os retos actuais e futuros do sector. Entre estes retos destaca o cambio climático, a presenza de pragas como a avésa asiática, cambios de comportamento das colonias (pola introdución doutros ecotipos), resistencia a tratamentos para o control de enfermidades, etc. A utilización de sistemas de monitoreo en remoto adaptados á nosa apicultura proporciona unha vixilancia continua da situación das colmeas. Por elo, o apicultor dispón de ferramentas dixitais para avaliar, sen necesidade de desprazarse, o estado das súas colmeas, tomar decisións e actuar.

No caso concreto da mellora da cabana apícola, é absolutamente necesario tomar medidas para a conservación dos ecotipos locais, pois a globalización da apicultura leva a un proceso sen retorno para esta recuperación.

O proxecto conta con dous obxectivos específicos:

1. **Potenciar o uso da apicultura de precisión.** Mellorar a competitividade do sector apícola galego, a través da utilización de novas tecnoloxías (IoT) e o uso de Big data, para aportar solucións eficaces para o manexo eficiente das colmeas. Unha tarefa importante pendente en Galicia é o desenvolvemento de ferramentas (sistemas de manexo integrado), que faciliten aos apicultores a toma de decisións, ou que proporcionen sistemas de alerta axeitados ás condicións da apicultura en Galicia. Polo que a introdución de novas tecnoloxías require esforzos científico-técnicos e de innovación que proporcionen datos fiables e unha interpretación adecuada dos mesmos.
2. **Preservar e poñer en valor os ecotipos de abellas locais.** Caracterizar a abella local e seleccionar ecotipos de interese, para formar un banco de colonias

que sexa fonte de material xenético para a reprodución. Seleccionaranse colonias que presentan caracteres de interese, para xerar un banco xenético útil, para reproducir estas colonias e posteriormente distribuílas ao sector apícola.

Outros obxectivos son promover a apicultura en Galicia, incrementar o número de colmeas e favorecer a produción de mel e outros produtos apícolas, contribuír a fixar poboación no rural e a que o rural sexa un modo de vida, contribuír a dar valor á vexetación silvestre como as matogueiras ou as reboleiras, proporcionándolle un valor engadido pola importancia que ten para a apicultura, mellorar os servizos de polinización, constituír grupos de traballo multidisciplinares, achegando os coñecementos técnicos e científicos aos sectores produtivos.

3. Entidades participantes no proxecto

Este proxecto foi levado a cabo polas seguintes entidades:

➤ **Agrupación Apícola de Galicia (AAG).**

É unha agrupación de produtores primarios, cooperativas e empresas apícolas de ámbito autonómico. Actualmente dispón duns 1000 socios con máis de 80.000 colmeas. É a entidade responsable do proxecto e da coordinación das actividades do mesmo. Participou directamente en todas as actividades de carácter técnico: contacto con apicultores para a instalación de sistemas de monitorización, recollida de datos en campo, deseño e redacción dos documentos para a mellora dos sistemas de manexo das colmeas (pautas de alimentación, avaliación do estado sanitario, etc), selección de colmeares para a toma de mostras e caracterización da abella local, participación na toma de mostras e datos en colmeares e diagnose do estado sanitario e fortaleza das colmeas. Tamén se encargou da coordinación do proxecto, da elaboración de informes e da transferencia e difusión de resultados do proxecto aos sectores interesados.

➤ **Consello regulador da IXP Mel de Galicia (CRIXP Mel de Galicia).**

É a entidade que regula as actividades da Indicación Xeográfica Protexida Mel de Galicia, encárgase da salvagarda do produto acollido, da promoción do produto amparado, da defensa fronte a fraudes e da vixilancia da calidade do mel que se comercializa baixo a denominación. Participou activamente para facilitar o contacto cos apicultores que participaron nas distintas actividades e na caracterización da abella local, tamén realizou accións de difusión do proxecto e de transferencia de resultados aos sectores interesados.

➤ **Universidade de Vigo (UVIGO),** participa a través do grupo de investigación en Sistemas Agroambientais (sección de Apicultura) da Facultade de Ciencias de Ourense. O grupo ten unha grande experiencia no estudo das características dos produtos apícolas e tamén na mellora do seu proceso produtivo. Encargouse da instalación e seguimento dos sistemas de monitorización de colmeas e da avaliación da súa aptitude, tamén participou na recollida de mostras de abellas en colmeares da

comunidade autónoma (xunto aos técnicos da AAG), realización da análise morfométrica, análise da fortaleza, xestión das mostras para determinación de presenza de patoloxías (medida realizada en colaboración co Laboratorio de Sanidade Animal de Galicia), diferenciación morfométrica das abellas e avaliación dos resultados. Tamén participou en accións de difusión do proxecto e de transferencia de resultados aos sectores interesados.

- **Javier Seijo Muras**, apicultor con experiencia en produción apícola e novas tecnoloxías. Manexa unha explotación de máis de 250 colmeas, que inclúe apiarios en 3 provincias (Pontevedra, Lugo e Ourense), permitindo a obtención de datos en distintas áreas xeográficas, así como en áreas con maior e menor presión de *Vespa velutina*. Colaborou na posta a punto de distintos sistemas de monitorización en remoto dos colmeares.
- **Federación de razas autóctonas de Galicia (BOAGA)**. BOAGA é unha federación de asociacións sen ánimo de lucro, que ten a finalidade de conservar e recuperar o patrimonio zooloxénético que representan as razas autóctonas en perigo de extinción dentro da Comunidade Galega. Entre os seus fins está a conservación, recuperación e mellora do gando autóctono de Galicia en perigo de extinción. Potenciar os medios para elevar a produtividade e rendibilidade das explotacións dos seus asociados e a colaboración con outras asociacións ou federacións afíns. Neste contexto esta entidade colaborou aportando un plan de conservación para abella local.

4. Financiación do proxecto

O proxecto recibiu unha financiación de 170.990,15 € correspondente ao 100% da axuda solicitada. Foi executado un orzamento de 182.627,60 euros.

Táboa 2. Orzamento solicitado

	1ª anualidade	2ª anualidade	3ª anualidade	Total	Porcentaxe axuda
Orzamento subvencionable	27.123,8	82.955,55	69.910,80	179.990,15 €	100,00%
Axuda concedida	27.123,8	82.955,55	69.910,80	179.990,15 €	
Detalle dos conceptos de gasto do orzamento subvencionable					
CONCEPTO	1ª anualidade	2ª anualidade	3ª anualidade	TOTAL	
Persoal técnico propio e/ou persoal contratado con cargo ao proxecto	17.083,00 €	57.360,00 €	52.335,00 €	126.778,00 €	
Material inventariable	-	-	-	-	
Servizos tecnolóxicos externos	2.150,75 €	2.150,75 €	2.150,75 €	6.452,25 €	
Material funxible	3.050,00 €	4.890,00 €	1.700,00 €	9.640,00 €	
Gastos de viaxe/axudas de custo	2.277,60 €	7.250,80 €	4.374,80 €	13.903,20 €	
Custos indirectos	2.562,45 €	8.604,00 €	7.850,25 €	19.016,70 €	
Outros gastos	-	2.700,00 €	1.500,00 €	4.200,00 €	
TOTAL	27.123,80 €	82.955,55 €	69.910,80 €	179.990,15 €	

Táboa 3. Orzamento executado

	1ª anualidade	2ª anualidade	3ª anualidade	Total
Persoal técnico propio e/ou persoal contratado con cargo ao proxecto	16.871,82 €	57.827,04 €	55.675,35 €	130.374,21 €
Material inventariable	- €	- €	- €	- €
Servizos tecnolóxicos externos	2.153,90 €	1.693,00 €	1.168,70 €	5.015,60 €
Material funxible	2.877,71 €	8.685,10 €	1.200,00 €	12.762,81 €
Gastos de viaxe/axudas de custo	2.089,18 €	7.418,31 €	3.751,47 €	13.258,96 €
Custos indirectos	2.530,77 €	8.670,23 €	8.349,54 €	19.550,54 €
Outros gastos subvencionables	- €	1.259,38 €	406,10 €	1.665,48 €
TOTAL	26.523,38 €	85.553,06 €	70.551,16 €	182.627,60 €

Durante o desenvolvemento do proxecto solicitouse modificacións de partidas para adaptar o presuposto de gasto ao gasto necesario para o desenvolvemento do proxecto. Tamén se solicitou ampliación do prazo de xustificación, na segunda e terceira anualidade.

5. Plan de traballo e período de execución

O período de execución do proxecto foi dende 6 de outubro de 2022 ate o 15 de decembro de 2024. No ano 2024 solicitouse unha ampliación do prazo de finalización previsto que foi concedida, estendéndose ata o 15 de decembro de 2024.

O plan de traballo inclúe dúas liñas de traballo.

A primeira dirixida a mellorar os sistemas de manexo das colmeas utilizando sistemas de monitorización en remoto. Coas seguintes actividades:

Actividade 1. Selección das colmeas para seguimento en remoto e instalación dos sistemas de monitorización.

Acción 1.1. Selección das colmeas para seguimento. Os colmeares xa seleccionados previamente (6 colmeares: un nas provincias da Coruña e Pontevedra e dous nas de Lugo e Ourense), neles dispoñen dun mínimo de 25 colmeas e neles monitorizaranse polo menos o 20% das colmeas (mínimo 5 por colmear). Participantes: Agrupación Apícola de Galicia (AAG), Universidade de Vigo (UVigo) e os produtores primarios colaboradores (CFEA Sergude, Dulcina Alvarez Regueiro e Javier Seijo Muras).

Acción 1.2. Selección sistemas de monitorización. Usaranse os de mellor relación coste económico/calidade datos. Terase en conta a experiencia previa en recollida de datos (IoT) adquirida noutros proxectos e posibilidades de tratamento dos mesmos a través de software, para obter unha xestión de datos real e fiable (BigData). Isto é imprescindible para o obxectivo principal do proxecto e permitir aos apicultores tomar decisións en tempo real. Tomaranse rexistros de temperatura e humidade relativa externa, peso e condicións internas (temperatura, humidade relativa e son). Participantes: AAG, UVigo, Javier Seijo Muras.

Actividade 2. Seguimento periódico da evolución das colmeas e do funcionamento dos monitores.

Acción 2.1. Visitas periódicas aos colmeares. Nelas tómanse os seguintes datos do colmear.

- a) Fortaleza das colonias (poboación adulta, cría, reservas de alimento, estado da raíña, etc).
- b) Situación sanitaria. En primavera e outono realizarase un cribado das principais patoloxías, e sempre que haxa sospeitas tomarase mostra.
- c) Presión de velutina.
- d) Calidades das xeracións de abellas, comportamento, resposta a test de limpeza, etc.

Participantes: AAG, UVigo, CFEA Sergude e produtores primarios.

Acción 2.2. Revisión sistemas de monitorización. Dado que estes sistemas son bastante sensibles e fallan con frecuencia é preciso realizar revisións constantes. A revisión nos colmeares levarase a cabo cando sexa necesario e, sempre con cada visita aos colmeares. Participantes: AAG, UVigo e Javier Seijo Muras.

Acción 2.3. Implementación dos sistemas de monitorización. Nos casos que sexa preciso incorporaranse ou reemplazaranse novos sensores/sistemas para toma de datos. Participantes: UVigo e Javier Seijo Muras.

Actividade 3. Procesado e tratamento dos datos de monitorización. Actividade realizada fundamentalmente por Uvigo. Os datos horarios obtidos para cada colmear, incorporaranse a un folla de tratamento de datos, serán descargados e organizados periodicamente. Os datos obtidos en remoto relacionaranse coa avaliación “in situ” do estado xeral das colonias, presenza de patoloxías, presión de velutina, cantidade de mel producido, etc.

Acción 3.1. Elaboración de proposta de plan de manexo e xestión integrada. Deséñase un sistema de guías de boas prácticas e manexo para as actividades a realizar.

A segunda liña de traballo: identificación e selección de colonias de abellas cuxas características correspondan coas típicas da abella local.

Actividade 1. Xeración dunha carta de selección das linaxes dos distintos ecotipos.

Acción 1.1. Identificación dos parámetros de interese para a selección das colonias e elaboración do sistema de rexistro de datos. Crearase unha aplicación, onde se rexistrarán os datos máis relevantes, para seleccionar os ecotipos máis adaptados e que permita o procesamento posterior. Entidades participantes

serán: AAG, UVigo, BOAGA e o Centro de Recuperación de Razas Autóctonas de Fonte Fiz.

Acción 1.2. Visita aos colmeares e selección en distintas áreas de Galicia. Dado as condicións específicas e as diferencias da apicultura na costa e no interior, a mostraxe realizarase en colmeares de distintas áreas bioxeográficas. Entidades participantes serán: AAG, CR IXP Mel de Galicia e BOAGA.

Acción 1.3. Estudio de liñaxes e adecuación dos traballos para a obtención de ecotipos adaptados. Entidades participantes serán: AAG, UVigo, BOAGA e Centro de Recuperación de Razas Autóctonas de Fonte Fiz.

Actividade 2. Instalación colmear de selección e realización protocolos para obter liñaxes con interese para a reprodución.

Acción 2.1. Instalación colmear para a selección. Situarase no Centro de Recuperación de Razas Autóctonas de Fonte Fiz en Vilamarín (Ourense). Participará AGG e Fonte Fiz.

Acción 2.2. Realización protocolos para obter liñaxes para reprodución das colmeas. Participará AGG, Centro de recuperación de razas autóctonas de Fonte Fiz e BOAGA.

Acción 2.3. Instalación sistemas monitorización nas colmeas de selección e seguimento do proceso. Entidades participantes: Uvigo.

Etapas transversais: Informes, divulgación de resultados, asistencia a foros/congresos e reunións, participación e difusión do proxecto en redes sociais, páxinas web, prensa especializada do sector, de investigación e prensa xeral, etc.

6. Cronograma do proxecto

CRONOGRAMA MODIFICADO primeira anualidade

	1 anualidade					2 anualidade										3 anualidade											
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Actividades Coordinación																											
Liña 1																											
Actividade1. Preparación monitoreo	H1																										
Acción 1.1 selección colmeas																											
Acción 1.2. Selección sistemas																											
Actividade 2. Seguimento colmeas																											
Acción 2.1. Visitas a apiarios																											
Acción 2.2. Revisión sistemas																											
Acción 2.3. Implementación																											
Actividade 3. Tratamento datos																											
Acción 3.1. Plan de manexo integrado																							H2				
Liña 2																											
Actividade 1. Selección linaxes													H3														
Acción 1.1. Selección variables																											
Acción 1.2. Selección colmeares																											
Acción 1.3. Estudio linaxes																											
Actividade 2. Colmear selección																											
Acción 2.1. Instalación																							H4				
Acción 2.2. Protocolos reprodución																											
Acción 2.3. Monitorización																											
Actividades de difusión e transferencia																											

Os períodos marcados en verde corresponden con actividades que foron realizadas previamente ás actividades principais programadas. Amais a primeira anualidade estendeuse ate o mes de novembro.

CRONOGRAMA MODIFICADO segunda anualidade

	1 anualidade					2 anualidade											3 anualidade										
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Actividades Coordinación																											
Liña 1																											
Actividade1. Preparación monitoreo	H1																										
Acción 1.1 selección colmeas																											
Acción 1.2. Selección sistemas																											
Actividade 2. Seguimento colmeas																											
Acción 2.1. Visitas a apiarios																											
Acción 2.2. Revisión sistemas																											
Acción 2.3. Implementación																											
Actividade 3. Tratamento datos																											
Acción 3.1. Plan de manexo integrado																											
Liña 2																											
Actividade 1. Selección linaxes		H3																									
Acción 1.1. Selección variables																											
Acción 1.2. Selección colmeares																											
Acción 1.3. Estudio linaxes																											
Actividade 2. Colmear selección																											
Acción 2.1. Instalación																											
Acción 2.2. Protocolos reprodución																											
Acción 2.3. Monitorización																											
Actividades de difusión e transferencia																											

Os períodos marcados en verde corresponden con actividades que foron realizadas previamente ás actividades principais programadas. Amais a primeira anualidade estendeuse ate o mes de novembro. E no caso desta segunda anualidade tamén se estendeu ata finais do mes de novembro.

7. Resultados

A continuación expónse as dúas liñas de traballo que se promoveron con este grupo operativo, as actividades realizadas e os resultados obtidos en relación aos obxectivos perseguidos.

Obxectivo I. Potenciar o uso da apicultura de precisión.

Antecedentes

Nos últimos anos, a apicultura de precisión converteuse nunha ferramenta novidosa para comprender mellor o comportamento da colonia. Este desenvolvemento da tecnoloxía na apicultura debeuse a que as poboacións de abellas melíferas, de todo o mundo experimentaron recentemente un aumento das taxas de mortalidade (Van der Zee e col. 2012). Estes cambios na mortalidade das colonias adoitan atribuírse a un ou varios factores, como parasitos, enfermidades, depredadores invasores, nutrición, dinámica do hábitat e clima. Estes sistemas desenvóléronse para anticipar e predicir diferentes complicacións e anomalías das colonias de abellas melíferas e previlas de diferentes factores de risco (Zacepins e col. 2015). Utilízanse con diferentes fins: predicir a enxameazón, como indicador do estado de saúde das colonias ou para cuantificar o fluxo de néctar, entre outros (Stalidzans & Berzonis 2013).

Os sistemas de vixilancia son útiles para anticipar decisións sen ter que desprazarse ao colmear nin perturbar as colonias de abellas melíferas. Trátase dunha estratexia de xestión do colmear baseada no seguimento individual das colonias de abellas (Zacepins e col. 2015). Esta é unha cuestión importante no inverno, xa que non se poden revisar as colmeas e descoñécese o estado das mesmas, pero tamén cando o colmear está lonxe do domicilio do apicultor. Estes sistemas son un conxunto de sensores que miden diferentes parámetros en tempo real. Parámetros como a temperatura, a humidade relativa, o peso e o son, son os máis estudados nas colonias de abellas melíferas e dan información sobre o seu estado (Braga e col. 2020). Tamén é posible cuantificar as características ambientais en función da localización do colmear, como a temperatura, a humidade, o vento e as precipitacións, o que é importante para estudar as actividades de pecoreo das abellas (Jiang e col. 2016; Flores e col. 2019). A implementación de

métodos de apicultura de precisión na práctica apícola depende da dispoñibilidade e rendibilidade dos sistemas de vixilancia de colonias de abellas melíferas. Con todo, a implementación desta tecnoloxía nas colonias de abellas melíferas será unha ferramenta indispensable para a xestión das colmeas no futuro debido á necesidade dun seguimento continuo e intensivo do estado das colmeas de abellas para salvagardar e protexer as colonias de abellas melíferas.

Actividades realizadas e resultados obtidos

Os tipos de sensores usados durante todo o período deste grupo operativo foron os que se amosan na táboa, pois previamente foi determinado que tiñan bo prezo de mercado e resultados aceptables.

Táboa I. Sistemas de monitorización usados.

Casa comercial	Datos que pode recoller	País	Recollida de datos
http://zygi.gr/en	Peso T e H interna, T e H externa Cámara Alarma antirrobo Sensor de nivel de líquido	Grecia	Thingspeak.com
https://beehivemonitoring.com/en/	Peso T e H interna, T e H externa Contador de abellas Son	Eslovaquia	Web propia App propia

O sistema de monitorización Zygi (<https://zygi.gr/en/>), conta con dúas balanzas e un cable con sensores de humidade relativa e temperatura para colocar no interior dunha colmea. Ademais, as balanzas contan con sensores de temperatura e humidade relativa integrados, o que permite coñecer as condicións meteorolóxicas do colmea. O sistema rexistra e almacena os datos e transfíreos periodicamente a través da pasarela GSM (Global System for Mobile) a un servidor remoto que envorca os datos nun servidor web (Thingspeak.com). Os datos horarios pódense descargar para ser tratados nunha folla de cálculo ou pode accederse a gráficas directamente. O dispositivo conta con baterías D que se tiveron que cambiar dúas veces por ano aproximadamente.

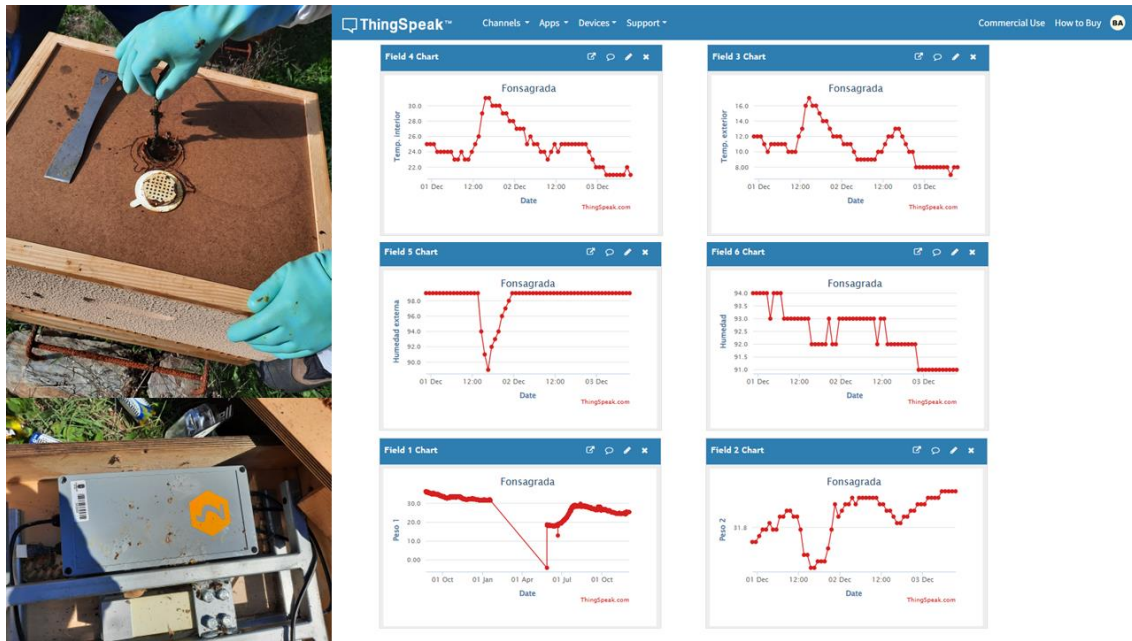


Figura 4. Localización do dispositivo e exemplo de datos obtidos do equipo Zygi.

Por outra banda, o equipo Beehive Monitoring System (BHM) (<https://www.beehivemonitoring.com/es/>) é un sistema que, do mesmo xeito que Zygi, utiliza a pasarela GSM para o paso de datos dos sensores a un servidor web, que neste caso é un servidor propio (beehivemonitoring.com). Os datos diezminutais puidéronse descargar para ser tratados nunha folla de cálculo, pero tamén foi posible obter as gráficas. Este sistema de monitorización non é un sistema integrado, senón que conta con distintos tipos de dispositivos que inclúen os sensores, tendo por unha banda as balanzas que dan datos do peso e das condicións externas do apiario (temperatura e humidade relativa), o “corazón da colmea” que inclúe os sensores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), humidade relativa (%) e son (amplitude) para o interior da colmea e por último o GSM. O “corazón da colmea” colócase no interior da colmea, encima dos cadros da cámara de cría. Doutra banda, a balanza colócase baixo a colmea. O “corazón da colmea” conta con baterías de botón de litio e, tanto as balanzas como o GSM contan con batería recargable. O recambio ou recarga fíxose anualmente.



Figura 5. Localización do dispositivo e exemplo de datos obtidos do equipo BeeHiveMonitoring.

Os sistemas probáronse en cinco colmeares propiedade de distintos apicultores colaboradores co grupo operativo. A localización dos colmeares móstrase no seguinte mapa. Para a elección dos emplazamentos tívose en conta a experiencia dos apicultores con estes equipos e que os colmeares estiveran distribuídos polas catro provincias. Ademais é fundamental que contén con cobertura para o bo funcionamento do sistema, e tamén se tivo en conta a situación do colmear con respecto ao sol para poder incluír ou non, nos equipos, baterías solares. Por outra banda, ao comezo da testaxe dos sistemas mediuse a fortaleza de cada colmea para intentar correlacionar os datos dos sensores ca realidade de cada colonia de abellas.

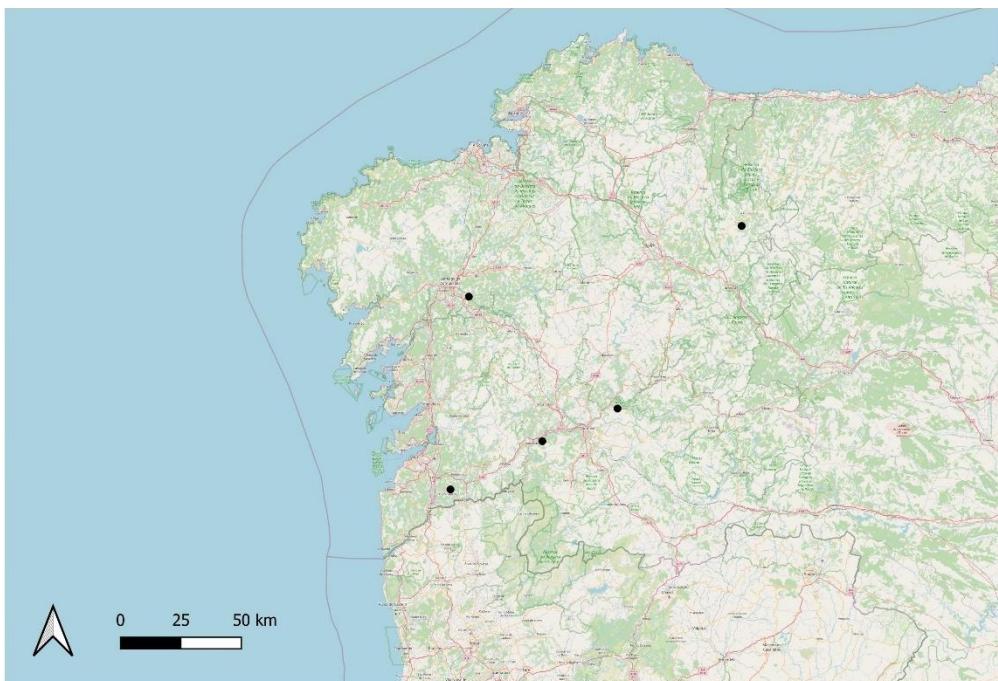


Figura 6. Mapa dos colmeares monitorizados.

Para a instalación dos sistemas nos distintos colmeares seguiuuse o seguinte esquema.

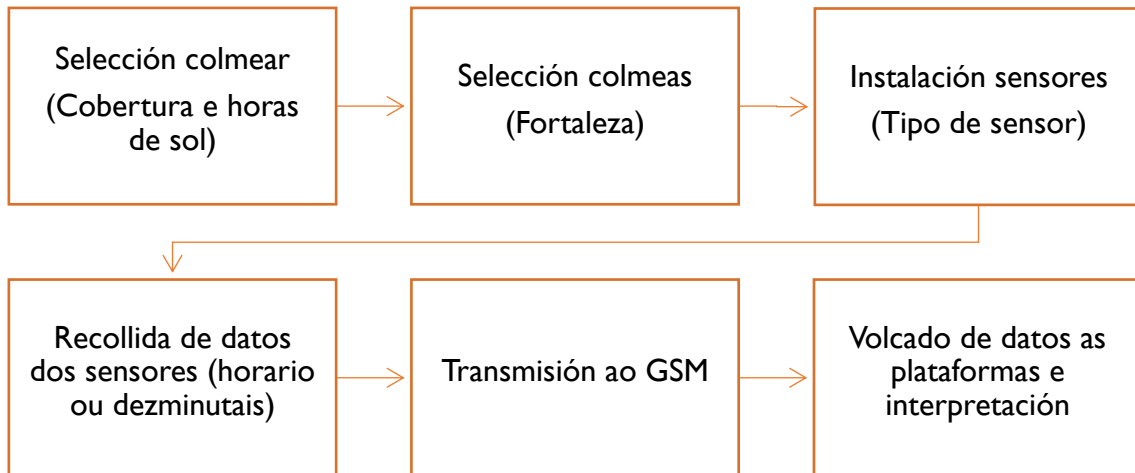


Figura 7. Proceso de instalación e funcionamento dun sistema de monitorización.

Temperatura e humidade relativa

Manter unha temperatura e humidade óptimas dentro da colmea é moi importante para a viabilidade da colonia. As abellas melíferas poden manter unha temperatura constante e elevada de entre 32 e 36 °C na zona de cría (Stabentheiner e col. 2010). Os mecanismos de termorregulación das colonias de abellas do mel e a contribución dos individuos dependen da idade destes, da localización e do estrés térmico das colonias de abellas (Stabentheiner e col. 2010). As abellas melíferas teñen a capacidade de manter a temperatura dentro da colmea, e confirmouse en distintos estudos científicos que a falta de termorregulación interna está relacionada coa debilidade das colonias (Abd-Elmawgood e col. 2015; Sánchez e col. 2015; Zhu e col. 2018; Braga e col. 2020; Carlos & Castellanos 2020; Zeaiter & Myerscough 2020). Por exemplo, a análise dos cambios na temperatura interna permitiunos coñecer como influía a capacidade de termorregulación das colonias na súa fortaleza en presenza do avispon de patas amarelas, *Vespa velutina* (Diéguez-Antón e col. 2022).



Figura 8. Posición dos dispositivos usados con sensores de temperatura e humidade. (A), sistema Zygi e (B) sistema BeeHiveMonitoring.

A temperatura tamén ven afectada polas condicións ambientais externas, e as diferenzas nos valores entre varios puntos dentro da colmea poden ser grandes. Os sensores de temperatura situados xunto á cría, que adoita ser a parte máis cálida da colmea, veranse menos afectados polas condicións exteriores, mentres que os situados máis preto do exterior da colmea poden verse máis afectados como se mostra na figura.

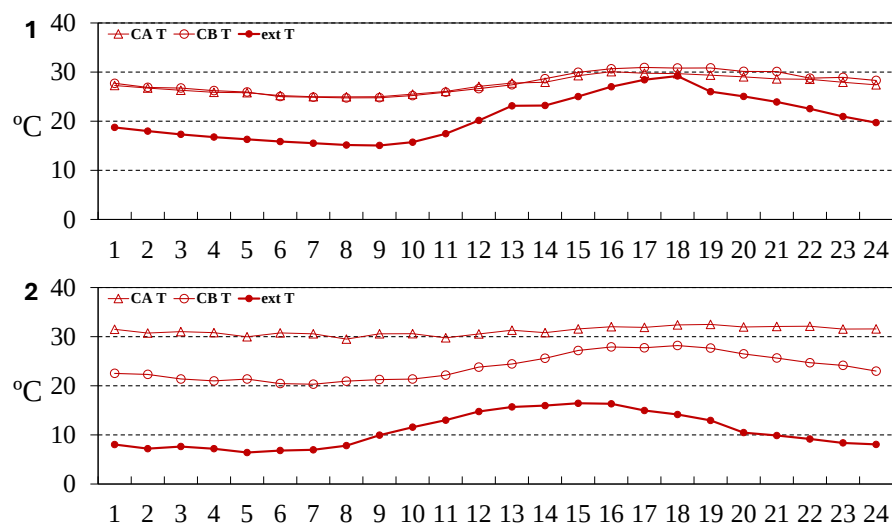


Figura 9. Temperaturas dos dous tipos de sistemas (A e B) con dúas situacións distintas de fortaleza das colmeas.

Así, na gráfica superior pódese observar que, sendo verán e tendo a mesma fortaleza as dúas colmeas, as temperaturas son moi parecidas. Pola outra banda, na gráfica inferior móstrase un patrón de temperaturas de inverno. Neste período de inverno prodúcese a bola invernal nas dúas colmeas e teñen a mesma fortaleza. E tendo en conta que os sensores atópanse en distintas posicións, o sensor de zygi (B) mostra unha temperatura mais estable que no caso da colmea B. A primeira ten o sensor directamente sobre a cría, mentres que a outra ten o sensor enriba dos cadros da cámara de cría.



Figura 10. Exemplo de valores de temperatura e humidade do sistema BHM.

Outro exemplo que nos atopamos foi que con valores entre 20°C e 45°C esperárase non ter cría, xa que existe moita amplitude e pouca termorregulación, en cambio como se pode observar, a colmea tiña 4 cadros de cría. Polo tanto, debido a posición do sensor, este vai dar valores distintos e non hai que fixarse no valor do momento senón no período, xa que os datos poderían dar lugar a equivocacións. Así, o sensor de temperatura do sistema BeeHiveMonitoring vai a estar mais condicionado polas condicións externas que o sensor de Zygi. Isto debe terse en conta a hora de interpretar os datos e comparar entre eles.

Por outra banda, para os valores de humidade relativa é de mencionar que as colmeas cun bo estado sanitario, deben ter valores entre 53 a 61% de humidade relativa (Cecchi e col. 2020). Nun estudio descubríronse que as abellas poden manter niveis de humidade absoluta moi por encima dos niveis externos, con maior variabilidade preto da cría que preto dos almacéns de néctar e mel (Human e col. 2006). Ademais, os valores de humidade están condicionados pola posición do sensor e tamén pola cobertura de própole e cera que as abellas fan arredor do dispositivo.



Figura 11. Exemplo do sensor cuberto por cera e própole.

Así, as abellas melíferas tenden a cubrir os obxectos estraños co própole ou cera, o que interfere co movemento do aire a través do sensor, polo que os sensores dentro da colmea deben comprobarse con certa regularidade para asegurarse de que eles ou as súas cubertas protectoras están suficientemente limpos. Tamén hai que ter coidado ao colocar os sensores directamente sobre a cría, xa que o sensor pode interferir co mantemento dos panais e coa emerxencia das abellas. Ademais, as abellas evitarán o dispositivo e instalarán a piña noutro lugar da cámara de cría. Así mesmo, durante a testaxe dos sistemas, observouse en todas as colonias de abellas nas que se colocaron os dispositivos internos, que as abellas os cubriron con própole e cera distorsionando os valores obtidos.

Para comprender os valores internos de temperatura e humidade relativa deben terse en conta os mesmos parámetros externos. Estes parámetros externos tamén poden dar información aos apicultores sobre as actividades das abellas melíferas. As abellas melíferas son máis activas cando a temperatura ambiente media diaria é próxima a 25 °C, e a humidade relativa ambiente media sitúase entre o 60% e o 70%, e as actividades de entrada e saída das abellas melíferas están relacionadas cos factores ambientais (Jiang e col. 2016).

Son

As abellas melíferas utilizan os sons para comunicarse entre si, xa que teñen receptores especializados para recibir sinais de baixa frecuencia con altas frecuencias de vibración (Bencsik e col. 2011). Distintos autores utilizaron varios métodos para recoller os

valores de vibración e a análise do son pode revelar información útil para comprender o estado de saúde da colonia e detectar variacións repentinas (Terenzi e col. 2020). As sinais vibroacústicas modulan comportamentos que afectan á enxameazón, así como o comportamento da raíña durante a mesma. De feito, demostrouse que existe unha correlación estrita entre as frecuencias das sinais vibroacústicas, as amplitudes detectadas no interior das colmeas de abellas melíferas e a previsión de acontecementos como a enxameazón. Estes sons poden rexistrarse mediante micrófonos ou acelerómetros colocados en puntos específicos dentro ou fóra das colmeas, e logo analizarse para detectar o estado da colonia (Terenzi e col. 2020).

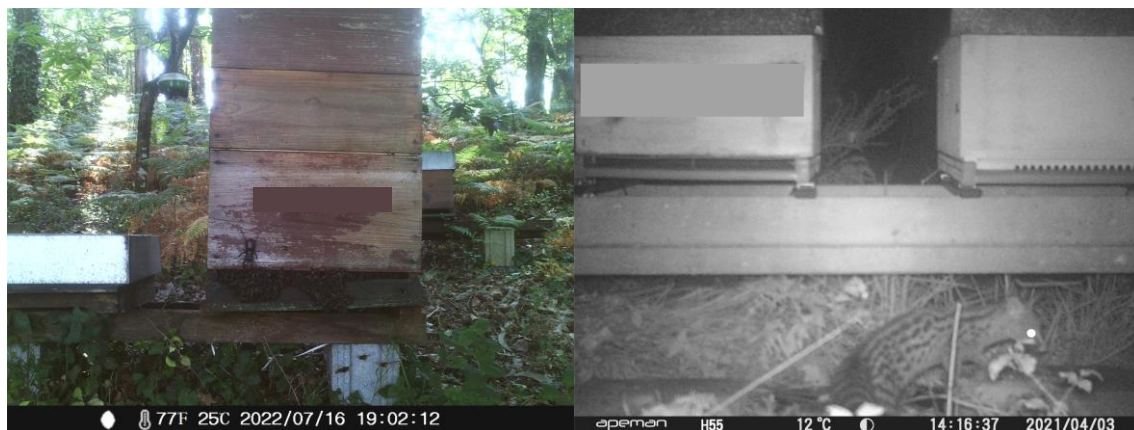


Figura 12. Imáxenes de fototrampeo de dous colmeares con posibles sons externos.

Os datos de vibración e son conteñen espectros de formas de onda superpostas e requiren procesamento para destilar información biolóxicamente significativa. Ademais, os sons externos solápanse cos internos. Distintos autores estudaron a frecuencia dunha raíña non apareada e obtiveron valores entre 300 e 350 Hz (Qandor e col. 2014). Doutra banda, distintos autores estudaron o son das abellas para predicir a enxameazón e mentres uns analizaron que os cambios de 150 Hz a 500 Hz predican que se vai a producir no enxame, outros viron que un aumento de 110 Hz predicía o posible enxame (Ferrari e col. 2008; Zacepins e col. 2015). O son tamén dá información sobre o estado de saúde da colonia e o estrés ao que fan fronte. Papachristoforou e col. (2008) gravaron e analizaron sons sibilantes durante unha ampla mostra de ataques artificiais de avispsóns e descubriron que as abellas melíferas poden producir sons que abarcan un amplo espectro de frecuencias, cunha frecuencia dominante ao redor dos 6000 Hz. E a abella

Apis mellifera cypria xeraba frecuencias diferentes cando defendía as súas colonias contra os avispóns.

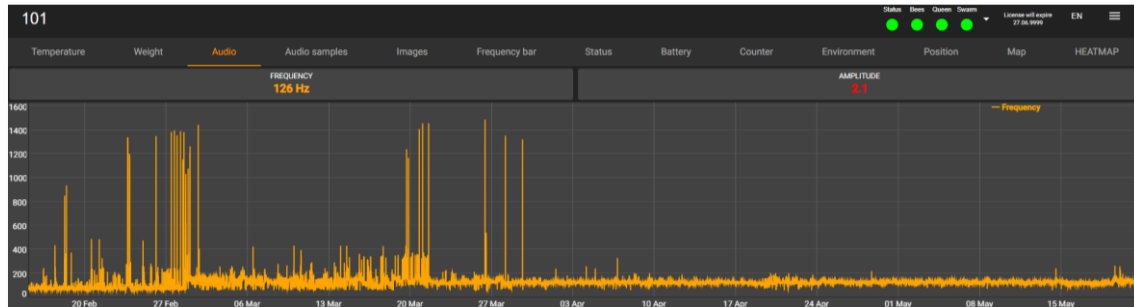


Figura 13. Exemplo de valores de son durante os meses de febreiro a maio.

Os nosos resultados mostraron que debido ao ruído ambiental, ao solapamento dos sons e que non hai sons illados foi moi difícil procesar as gráficas para dar unha información biolóxicamente significativa. Ademais eses incrementos de frecuencia das gráficas no coincidían con colmeas que enxameaban.

Contador de abellas

Existen outros dispositivos como os contadores de abellas, que contabilizan o número de abellas que entran e saen da colmea ao longo do tempo. Serven para coñecer o pico de traballo das abellas e coñecer que as abellas enxamearon. Por outra banda, dan un dato moi interesante que é a taxa de retorno das abellas. No caso das colmeas asediadas polo depredador avésa asiática pode ser un bo aparello para coñecer a diminución das abellas que volven a colmea, ou que directamente non saen a pecorear debido a este depredador.

Aínda que, por outra banda, este aparello é estresante para as abellas, moitas veces impide a entrada de pole nos primeiros momentos e dificulta a entrada e a saída das abellas. Ademais é un dato que se pode estimar coñecendo a progresión do peso ao longo do tempo.

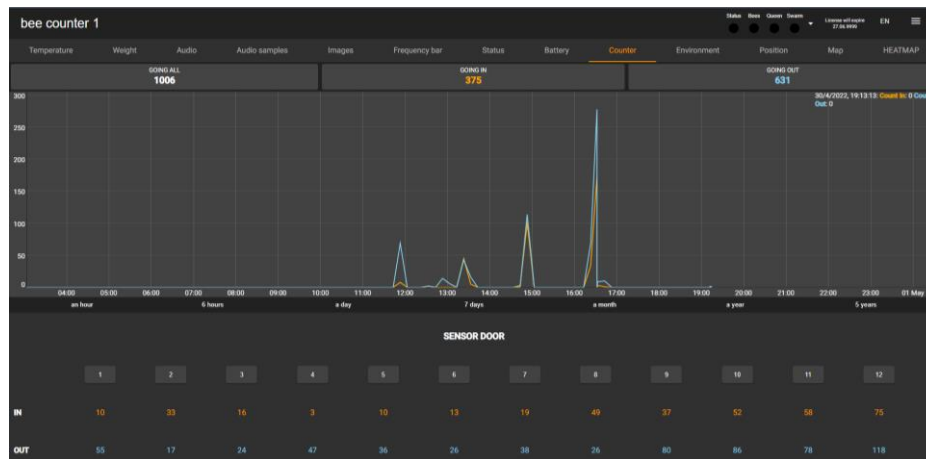


Figura 14. Exemplo de gráfica dun día dun contador de abellas nunha colmea.

Peso

A pesada continuada cunha balanza pode proporcionar información sobre cambios a máis curto prazo na colmea. Unha colonia ten un único valor de peso nun momento dado e a pesada continua de datos dá información sobre o comportamento da colonia e os acontecementos dentro dela, como son o fluxo de néctar, o consumo de reservas ou o crecemento da colonia. Ademais, o peso da colonia de abellas melíferas é un dos valores clave da fortaleza dunha colonia. Os cambios no peso poden reflectir a taxa de produtividade da colonia, así como a súa saúde (Kviesis e col. 2020). O peso da colmea proporciona un dos tipos de datos máis importantes que os apicultores poden ter sobre as colonias (Fitzgerald e col. 2015).

Os valores das escalas vense afectados por algúns factores meteorolóxicos, como as precipitacións e o vento (Meikle & Holst 2015). Ademais, as medicións de peso se correlacionan con variables meteorolóxicas ambientais, como a temperatura, a humidade relativa e as horas de sol, con cambios no peso da colmea, baixo o suposto de que eses factores afectan á produción de néctar, que á súa vez afecta o peso da colonia. Demostrouse que a pesada continua proporciona información sobre o crecemento e o consumo das colonias, a enxameazón e o abandono das colmeas. Así pois, estes datos proporcionan información sobre os cambios de peso a nivel de colonia. Estes datos mostran a actividade de pecoreo, e poden confundirse coas ganancias e perdas de auga e pole, que poden ser significativas en determinadas épocas do ano. Por esta razón, para interpretar os datos de peso é útil medir o tamaño da colonia e as reservas de alimento. Ademais, algún autores estudaron a capacidade de produción das

colonias en diferentes paisaxes, o que achega información importante sobre novas localizacións para que os apicultores coloquen colmeas (Levoq e col. 2015). Outros autores estudaron os cambios no peso das colmeas para comprender o fluxo de néctar dando aos apicultores información e ferramentas para xestionar as colonias co fin de colocar alzas e producir mel monofloral (Bayir e col. 2016). É evidente que a medición do peso desempeña un papel importante no seguimento das colmeas, e podería ser un forte indicador do estado de saúde das abellas melíferas, especialmente en combinación con outros parámetros (Terenzi e col. 2020).

Durante todo a testaxe dos sistemas usáronse balanzas para ter a información continua do peso das colmeas. Estes valores de peso déronnos información sobre o fluxo de néctar, a evolución e crecemento da colmea e a produtividade. A continuación móstrase un gráfico de tres colmeares que teñen castiñeiros preto e como aumenta o fluxo de néctar no mes de xuño en 6 colmeas e 3 lugares distintos da xeografía galega.

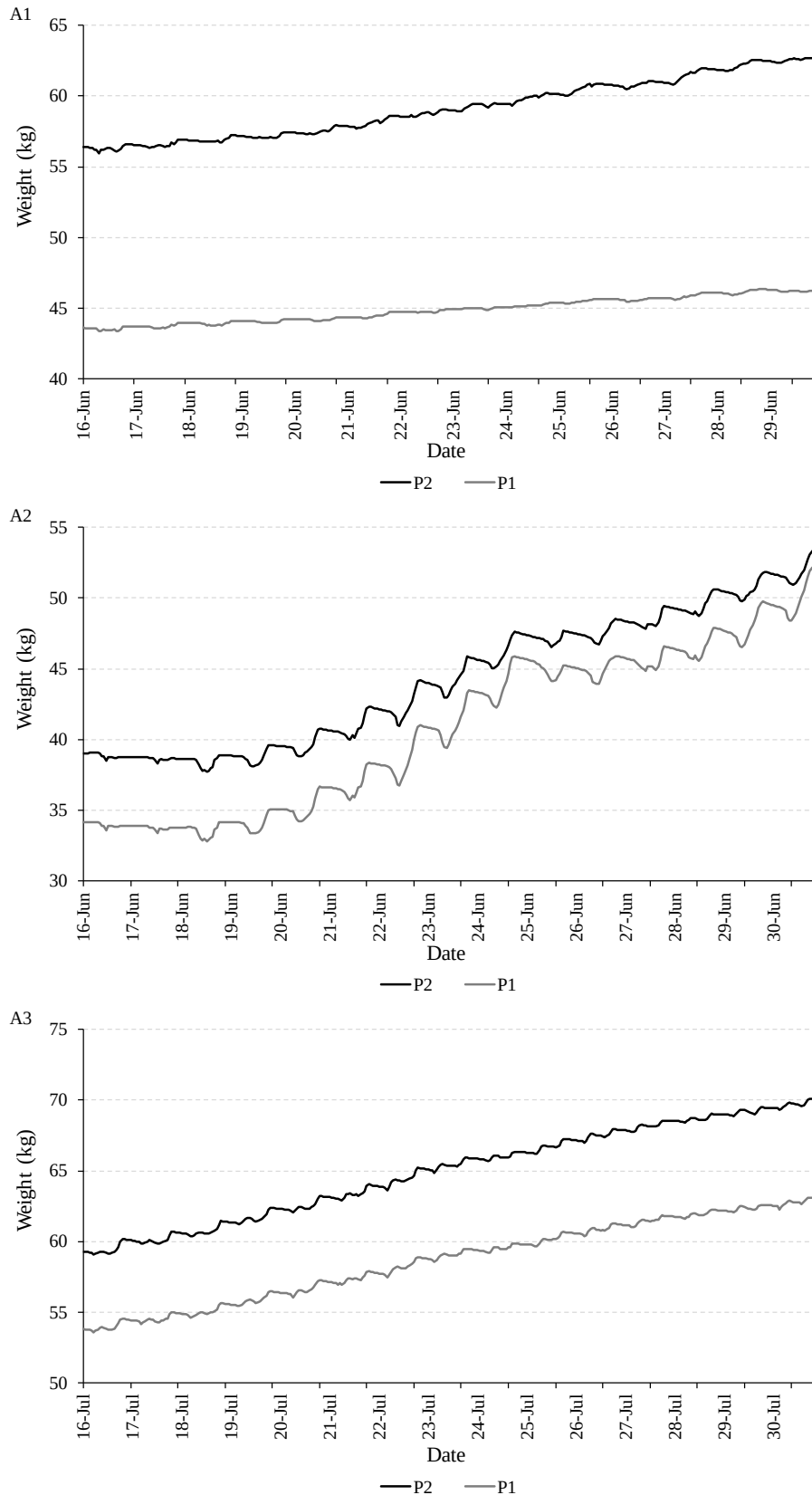


Figura 15. Exemplo de fluxo do néctar do castiñeiro en 6 colmeas.

Ademais, proporcionou información sobre o consumo das reservas, a detección de enxameazón e a morte das colmeas. Para obter medicións de peso válidas, a célula de

carga (balanza) debe calibrarse antes de colocar a colmea sobre ela, así se viu que algunhas das balanzas se descalibraban frecuentemente como xa se indicou previamente (Kviesis e col. 2020). Doutra banda, a choiva influíu nas medicións de peso das colmeas, do mesmo xeito que se indicou para outros lugares de España (Flores e col. 2019).

Para obter os datos dos distintos sensores sen necesidade de ir ao colmear, estes sistemas de monitorización usan cobertura móbil ou, noutros casos, rede de radio. Frecuentemente observouse que a cobertura nos colmeares impedía o envío de datos, posiblemente debido a que os apiarios no territorio galego están afastados dos núcleos de poboación e non conta con cobertura móbil. Isto provocou, que a duración das baterías diminuíse, facendo que as visitas aos distintos colmeares se tivesen que facer con maior frecuencia.

Os sistemas de monitorización baséanse no seguimento individual das colonias de abellas, dando información dunha única colmea. Polo que cada colmea compórtase de maneira única e diferente ao resto, a utilización dun único sistema nunha colmea non daba información sobre o estado do colmear completo polo que se monitorizaron 5 colmeas por colmear. Polo que se refire á interpretación dos datos de cada sensor foi confusa na maioría dos sistemas. Así, naqueles sistemas que contaban con avisos sobre o estado das colmeas, resultou que a maioría das veces as mensaxes que se enviaban a través da plataforma eran erróneas, obrigando ao apicultor a acudir ao colmear, ou ben, quedando intranquilo por non poder desprazarse ata alí. Doutra banda, a interpretación das gráficas que mostraban aqueles sistemas que non tiñan mensaxes de alerta foi tamén lioso. É de destacar que o custo tan elevado que teñen estes sistemas é un dos inconvinientes máis importantes á hora da súa inclusión no mundo apícola.

Entre as vantaxes que presentan estes sistemas para a apicultura atópase a de proporcionar información que o apicultor pode utilizar para mellorar tanto a produción como a xestión e manexo, sincronizándoa coa fase de desenvolvemento da colonia de abellas. Ademais, os datos sobre o fluxo de néctar e o crecemento da colmea poden utilizarse para engadir valor aos produtos, como é o caso da produción de meles monoflorais, e para anticipar a produción futura. Ademais, estes sistemas de seguimento facilitan o traballo, minimizan custos, evitan visitas innecesarias á colmea (non sempre), maximizan a produción e proporcionan información sobre o estado da colmea en tempo real. Outra utilidade dos sistemas de monitorización é a supervisión das fontes de néctar en lugares onde aínda non hai colmeas para ver a rendibilidade deses lugares. A apicultura

de precisión constitúe unha oportunidade de mellora tecnolóxica para o sector, pero aínda precisa de moitas melloras para que realmente sexa útil. En todo caso estes sistemas instalados nos colmeares son vitais para levar a cabo rexistros ambientais con maior precisión, datos obtidos co fin de xerar bases de datos que unha vez revisados por especialistas na materia e comparados coa experiencia empírica dos apicultores darán lugar a unha maior comprensión sobre as colonias de abellas.

Obxectivo 2. Caracterizar a abella local e seleccionar ecotipos de interese, para formar un banco de colonias que sexa fonte de material xenético para a reprodución.

Antecedentes

Os recursos xenéticos animais representan a base da biodiversidade de cada área xeográfica e o xerme para manter as variedades e razas, que proporcionan alimentos de calidade e que contribúen a manter os sistemas agrarios respectuosos co medio ambiente. Estes recursos zooxenéticos e a súa diversidade son o sustento a partir do cal existen e se desenvolven numerosas razas gandeiras, fonte primaria de produtos alimentarios identificativos de cada territorio. Estes alimentos non so aportan nutrientes, senón que proporcionan diversidade e, por tanto, valor engadido. Así, forman parte do patrimonio xenético, das tradicións, a cultura e deben ser conservados. Son un claro exemplo do valor estratéxico do agro, polo que deben ser aproveitados e mantidos en beneficio das vindeiras xeracións (*Real Decreto 714/2012, de 20 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 2129/2008, de 26 de diciembre, por el que se establece el programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas*). Dende mediados do século pasado, o sector agrogandeiro tivo grandes cambios tanto nas prácticas de manexo como na dimensión das explotacións e no tipo e cantidade dos produtos obtidos. A intensificación da produción de alimentos buscando maior cantidade, a menores prezos, para satisfacer as demandas do mercado deu lugar tamén a cambios drásticos nos sistemas tradicionais. Deste xeito, xurdiu a gandería intensiva, mais desvinculada das razas tradicionais e dos ciclos naturais de produción, en favor de ciclos mais curtos e intensivos. Este proceso puxo, e pon, en perigo a supervivencia de moitas variedades ou razas autóctonas, ben por ser desbotadas, ao non cumprir os requisitos produtivos, por non dispor de suficientes individuos reprodutores, ou ben polo cambios derivados dos cruzamentos con razas alóctonas, cuxa introdución veuse favorecida polos mercados globais. Comprométese a conservación do patrimonio xenético, caracterizado por un alto grao de rusticidade, adaptación ó medio, aproveitamento e transformación eficiente de recursos, caracteres adquiridos logo de séculos de selección antrópica e natural. Na actualidade, as políticas agrarias están a mudar na procura do camiño da sustentabilidade, do respecto ao medio ambiente, da calidade e do benestar animal, etc., en consonancia coas novas esixencias dos consumidores occidentais. Non

obstante, no novo modelo agrario europeo, a gandaría debe apostar polas razas autóctonas ao estar perfectamente adaptadas aos criterios requiridos (Franganillo, 2005). Reportándose beneficios a tres niveis: económico, social e ambiental. Estes principios, que deron lugar ao deseño de políticas para a conservación das razas autóctonas, son tamén aplicables ás abellas, xa que a apicultura considérase un sistema de gandaría máis.

Dado o exposto anteriormente, é alarmante que o número e diversidade de abellas e outros polinizadores silvestres teña descendido drasticamente dende o século pasado. No caso concreto das abellas melíferas, destaca o chamado *Síndrome de Despoboamento de Colmeas* (SDC) con orixe multifactorial (parásitos como *Varroa destructor*, enfermidades, biocidas, cambios nos patróns climáticos) ou ameazas máis recentes como a *Vespa velutina*. A mortalidade media das colonias de abellas en Europea é próxima ao 20% anual aínda que hai eventos de ata o 40%, producíndose a meirande parte destas mortes durante a estación invernal (Dainat e col. 2012).

Algúns investigacións recentes apuntan a que a perda de diversidade xenética das abellas do mel, polo uso predominante de razas foráneas en detrimento das locais, pode contribuír ao incremento da mortalidade. A abella melífera ten unha ampla variedade de subespecies, con adaptacións morfolóxicas ás condicións ambientais locais. Das linaxes predominantes de abellas melíferas (Figura 16), que inclúen 24 subespecies diferentes. A Liñaxe C ou grupo Carniola, (principalmente as subespecies *A. mellifera ligustica* Spinola, 1806 e *A. mellifera carnica* Pollman, 1879) e a Liñaxe M ou grupo Mediterráneo coas subespecies *A. mellifera mellifera* L., 1758 e *A. mellifera iberiensis* Engel 1999, son as que mellor distribución presentan no territorio europeo. Pola contra a Liñaxe A ou grupo Africano (subespecies como *A. mellifera intermissa* Maa, 1953 e *A. mellifera sahariensis* Baldensperger, 1932), a Liñaxe Y ou grupo do Noroeste Africano, (*A. mellifera jemenitica* Ruttner 1976) e a Liñaxe O ou grupo do Medio Oriente con, entre outras, *A. mellifera*

anatoliaca Maa, 1953 e *A. mellifera caucasica* Pollmann, 1889, están pouco representadas pero son fonte xenética para os procesos de mellora e selección xenética.

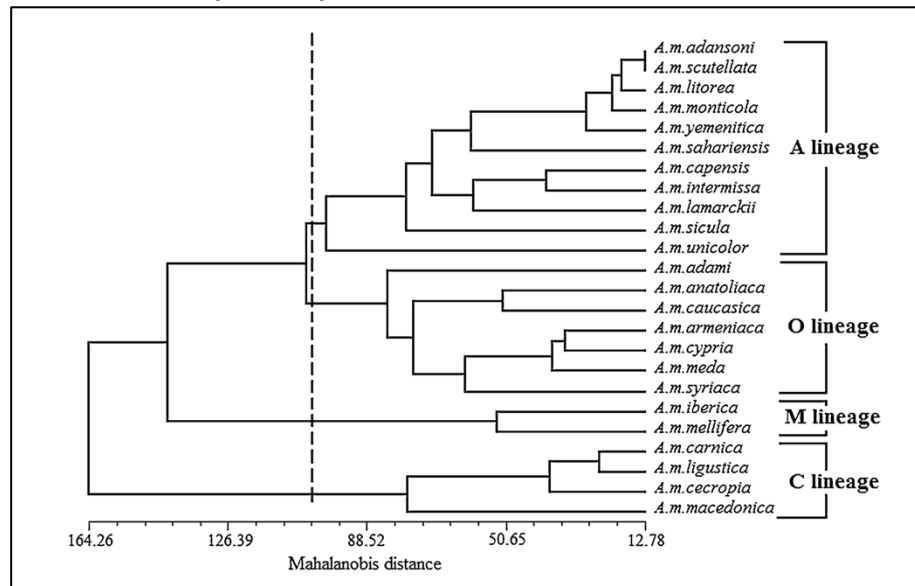


Figura 16. Árbore filoxenética das liñaxes de *Apis mellifera* (Kandemir e col. 2011).

Entre as características das subespecies europeas destacan as seguintes:

Apis mellifera mellifera. É a abella negra común, ten un tamaño grande, con alas curtas e anchas, coloración escura e unha pilosidade densa pero curta. O seu comportamento é defensivo, máis nerviosas cas abellas do mediterráneo occidental, máis inquietas no panal. Altamente propolizadoras, cun lento incremento da cría en primavera e tamén un lento descenso no outono. A súa distribución orixinal é o Norte da Europa occidental e a Europa central, pero é unha subespecie que amosa unha forte tendencia á hibridación asociada ao manexo na apicultura (Buswell e col. 2023).

Apis mellifera iberiensis. Considérase que é a subespecie da Península Ibérica, da que existen numerosos estudos a nivel molecular, sen embargo, as referencias aos patróns morfolóxicos e de comportamento son escasas. Descríbese como ‘moderadamente defensiva’, tamaño intermedio entre *A. m mellifera* e *A. m. intermissa*, propensa á enxamía e a unha alta produción de própole.

Apis mellifera ligustica. Tamén coñecida como abella italiana pola súa distribución orixinal no Centro e Norte de Italia. Esta é a abella doméstica máis amplamente distribuída, debido a unha boa adaptación en climas secos, tanto calorosos como fríos. A súa tendencia á enxamía é baixa e son altamente produtivas. En canto ás súas características morfolóxicas, destaca o tamaño, máis grande ca *A. m. iberiensis*, e a súa coloración máis

amarela no abdome. É unha abella dócil o que xunto a produtividade facilitou o seu uso en apicultura e a distribución mundial.

Apis mellifera carnica. A abella carnica ou carniola ten a súa orixe no oriente europeo nas zonas montañosas de Austria e a antiga Iugoslavia. As súas características morfométricas son un tamaño grande, alas grandes e anchas, unha cor escura-agrisada e unha pilosidade curta. Son abellas moi dóciles no manexo. A súa tendencia á enxamía é baixa, pero en xeral maior ca de *A. m. ligustica*. Ten unha maior resistencia ós invernos fríos e longos (Ruttner, 1988).

Apis mellifera intermissa. É a abella doméstica nativa do Norte de África. A súa distribución abarca a extensión Norte do deserto do Sáhara, incluíndo Marrocos, Alxeria e Túnez. Trátase dunha abella de pequeno tamaño, coloración moi escura e ás pequenas. O seu comportamento é altamente defensivo e con tendencia a enxamear. Esta abella presenta adaptacións ó clima árido e seco no que vive, podendo resistir a temperaturas elevadas.



Figura 17. Mapa de distribución das 5 subespecies de *Apis mellifera* (Chávez-Galarza e col. 2017).

Como engadido, cómpre facer especial mención a un híbrido comunmente introducido na apicultura galega, como é a abella 'buckfast'. Esta cepa é una 'liña' de abellas melíferas que foi desenvolvida a través dun programa de reprodución do irmán Adam na abadía de Buckfast, en Inglaterra, cruzando distintas subespecies europeas e do Medio Oriente.

Se consideran abellas altamente resistentes ao parasito *Acarapis woodi*, pouco agresivas cunha baixa tendencia á enxamía, e moi produtivas, caracteres apreciados polos apicultores.

A existencia desta variabilidade de subespecies e híbridos con comportamentos e características produtivas diferenciadas e a facilidade do comercio global, deu lugar a un movemento importante de abellas e a consecuente introdución de abellas alóctonas tanto en España, como en Galicia. Dado a estratexia reprodutiva das abellas do mel, nun contexto como o descrito anteriormente, a aparición de híbridos entre as distintas razas e ecotipos é moi simple, con inxerencias na diversidade xenética local. Así, xa hai evidencias de que a abella negra europea (*A. m. mellifera*) atópase nunha clara tendencia a unha menor variabilidade xenética pola hibridación con *A. m. ligustica* e *A. m. Carnica*. No caso da abella negra ibérica (*A. m. iberiensis*), non hai moitos estudos sobre a variabilidade xenética, pero sen dúbida, este patrimonio xenético, está ameazado pola práctica de importar abellas ‘melloradas’ das variedades *A. m. ligustica* e *A. m. carnica*, ou híbridos coma o Buckfast. Para reverter esta situación, e manter os valores asociados ás razas locais, estanse a promover programas de conservación. De feito, a Comisión Europea, na súa proposta para apicultura do ano 2018, solicitou aos Estados membros que puxeran en marcha medidas para aumentar a protección xurídica e o apoio financeiro aos ecotipos e poboacións locais de abellas melíferas en toda a UE, inclusive coa creación de zonas de conservación de abellas endémicas (EFSA, 2018). No territorio nacional, destacan o programa de conservación nas Illas Canarias pola singularidade insular desta abella e no territorio continental, a iniciativa da asociación Erbel, de criadores de abella negra no país vasco, a declaración de especie de interese para a abella autóctona promovida en Cataluña, os traballos de investigación levados na Universidade de Zaragoza en prol da conservación da subespecie *A. m. iberiensis* na Península Ibérica (Yániz e col., 2016; Ángel-Beamonte e col., 2024) e recentemente creouse en Galicia o grupo PANEGA (Programa da abella negra galega), no que participan distintas entidades do sector para promover a cría e mellora xenética da abella de uso tradicional na apicultura.

Actividades realizadas e resultados obtidos

Ante a falta de información sobre as características das abellas que se están a criar en Galicia, a primeira proposta de actuación foi a de realizar unha mostraxe en conxunto

coa toma de datos *in situ*, das características de cada colonia. Este planeamento permitiu tamén recoller datos da realidade do sector apícola en Galicia (situación sanitaria, produtos que se obteñen, causas da mortalidade, etc), sendo a primeira vez que se realiza unha mostraxe tan ampla.

Para esta tarefa contouse coa colaboración dos apicultores galegos, que aínda non sendo membros do grupo operativo, actuaron en calidade de colaboradores. A mostraxe realizouse considerando a área xeográfica, como primeiro criterio, para a posta en contacto cos apicultores e apicultoras, seguido do interese en colaborar. Os criterios de selección incluíron tamén datos como a antigüidade do colmear e das colmeas, a existencia de variabilidade e a opinión que os apicultores e apicultoras teñen sobre cada colmea, froito da súa experiencia con elas. O número de apiarios que se visitaron foron 77, superando amplamente o valor establecido, na memoria de solicitude, que foi de 60 apiarios. Catorce deles están ubicados na provincia de A Coruña, trece en Lugo, vinte oito na provincia de Ourense e vinte dous colmeares en Pontevedra. En cada colmear seleccionouse un mínimo de tres colmeas.

Táboa 4. Distribución dos colmeares mostrados e número de colmeas seleccionadas.

	Número colmeares	Número colmeas
A Coruña	14	44
Lugo	13	39
Ourense	28	88
Pontevedra	22	74
Total	77	245

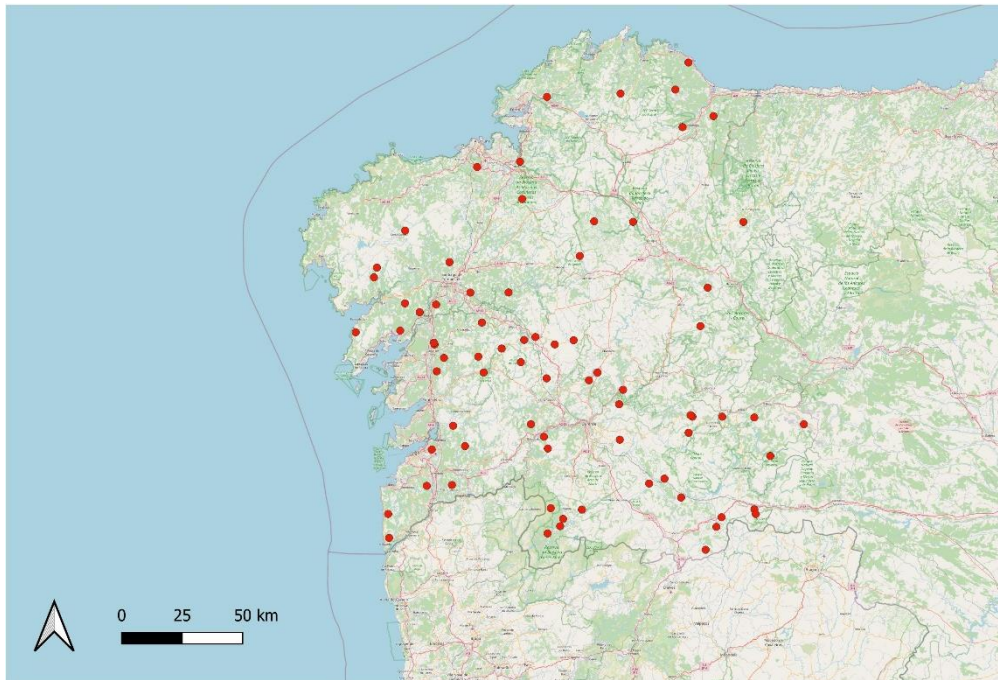


Figura I8. Situación dos colmeares para a recollida de datos.

As características xerais dos colmeares obxectivos foron as seguintes: colmeares propiedade de apicultores ou apicultoras con baixo grado de incorporación de colmeas/abellas doutras zonas xeográficas, antigüidade do colmear e tamaño do colmear, preferiblemente pequeno a mediano (entre 10 e 50 colmeas), por presentar menos tendencia natural ao incorporación de abellas doutras áreas. E de mencionar que tamén para participación apicultores con maior volume de colmeas e con varios apiarios, xa que tamén contribúen a diferenciación. Fíxose fincapé en colmeares de áreas de montaña e áreas illadas. Na selección dos colmeares descartáronse apiarios con un número igual ou menor a cinco colmeas. Tanto as características do colmear como a toma de mostras para avaliar a situación sanitaria e a análise do tipo de abellas (morfométrica e molecular) realizáronse nos propios colmeares pola veterinaria da Agrupación Apícola de Galicia, Ana Diéguez Antón, persoal contratado con cargo ao proxecto da Universidade de Vigo e Rubén Fernández como técnico da Agrupación Apícola de Galicia. A visita tivo como obxectivo a valoración das condicións iniciais do colmear e das colmeas das que se tomaron mostras e a recollida de mostras para patoloxía e morfoloxía.

Caracterización dos colmeares e dos apicultores

En primeiro lugar deseñouse un cuestionario a cubrir polo responsable do colmear en colaboración co técnico que participou na visita. O deseño da enquisa figura no anexo, pero tamén se pode ver neste enlace:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfQMMSIKclqnAljw7ReQqL-UkcDuZNSweYODiqcDt28s-hWA/viewform?pli=1>

Os datos recollidos foron información básica sobre prácticas apícolas na explotación/colmear/colmea baixo vixilancia, observacións clínicas e datos da toma de mostra. Son as seguintes:

- Apicultor (nome e teléfono)
- Situación colmear (Parroquia, Concello, Coordenadas GPS)
- Número de colmeas
- Antigüidade do colmear
- Tipo de colmeas
- Sistema de reposición das colmeas
- Produtos que obtén
- Producción de mel (indicar kg de media do colmear e por colmea seleccionada)
- Alimentación
 - Alimento estimulante/primavera
 - Alimento outono/invernada
- Mansedume das abellas
- Enxameazón
- Patoloxías do colmear no ano anterior
 - *Varroa destructor*
 - *Nosema* sp
 - Virose, ás deformadas
 - Virose, abellas temblorosas/ xirando en círculo
 - Loque americana
 - Loque europea
 - Poio escaiolado
 - Outras
- Mortalidade invernal (indicar porcentaxe de colmeas e causas)
- Principal causa de mortalidade das colmeas (indicar a máis importante) (Sempre, ás veces, Moi raro, Nunca)
 - Presión de velutina
 - Patoloxías das abellas

- Fame
- Perda de raíña
- Pesticidas
- Outros
- Realiza transhumancia?

Neste apartado colaboraron un total de 81 apicultores e apicultoras.

Resultados obtidos a partir da enquisa

Do total de apicultores entrevistados, o 19% tiñan mais de 150 colmeas, o 7% menos de 15 colmeas e o 74% dos apicultores tiñan entre 15-150 colmeas. Por outra banda, dos apiarios visitados, o 80% ten unha antigüidade de mais de cinco anos, o 50% entre cinco e 15 anos.

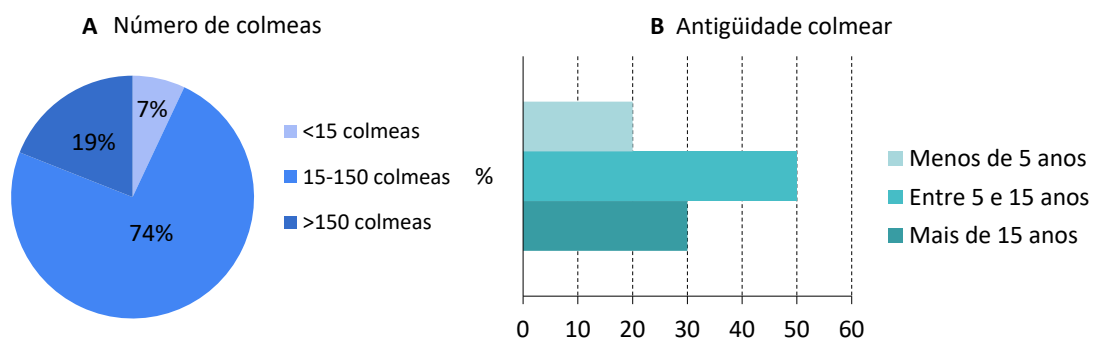


Figura 19. Porcentaxe do número de colmeas por apicultor/a (A) número de anos que o colmear leva activo (B).

O tipo de colmeas usado maioritariamente polos apicultores é a colmea tipo Langstroth aínda que tamén se usan outros tipos de colmea como a tipo Dadant, nunha minoría dos casos.

Dos apicultores entrevistados a maioría (84%) utiliza como sistema para reemplazar o aumentar colmeas a división das súas propias colmeas. Entre eles os hai que crían raíñas e os que tamén recollen enxames. En cambio, hai unha pequena porcentaxe de apicultores, o 9%, que unicamente recolle enxames.

Por outra banda, dentro da enquisa, preguntouse polos produtos que obtiñan os apicultores para a venda. O cen por cen dos apicultores enquisados producen mel, e un

pequeno porcentaxe diversifican a súa actividade a maiores con outros produtos como o pole ou própole.

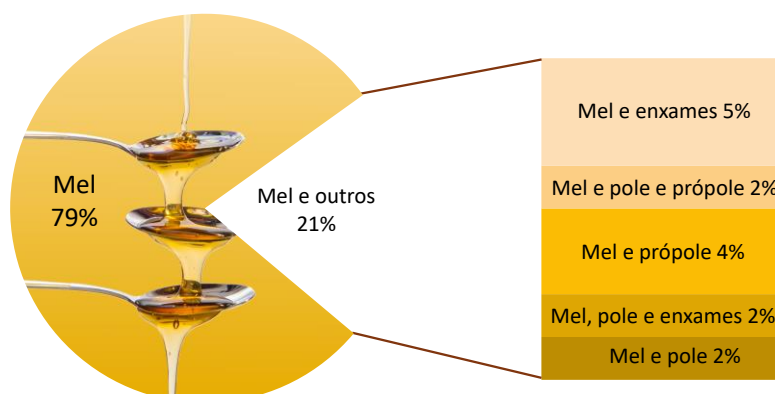


Figura 20. Produtos que o apicultor obtén.

Tamén un pequeno porcentaxe vende enxames a outros apicultores. A produción de mel varía duns apicultores a outros, tendo uns valores dende 4 kg por colmea ata outros que poden chegar ata 30 kg por colmea. Cunha media de 15.32 kg por colmea nos apicultores enquisados.

Solos tres apicultores dos que foron seleccionados non daban ningún tipo de alimento as colmeas, mentres que os restantes alimentaron ou ben no inverno ou na primavera, ou nas dúas épocas.

Táboa 5. Porcentaxe de apicultores que dan alimentación en primavera e/ou en inverno.

Tipo alimentación	Sí	Non
Alimento estimulante/primavera	52%	48%
Alimento outono/invernada	89%	11%

Por outra banda, as principais causas polas que as colmeas morren para os apicultores son as patoloxías das abellas, a presión da *Vespa velutina* e a perda da raíña. Mais do 90% dos apicultores consideran que os pesticidas nunca son a principal causa de mortalidade das abellas.

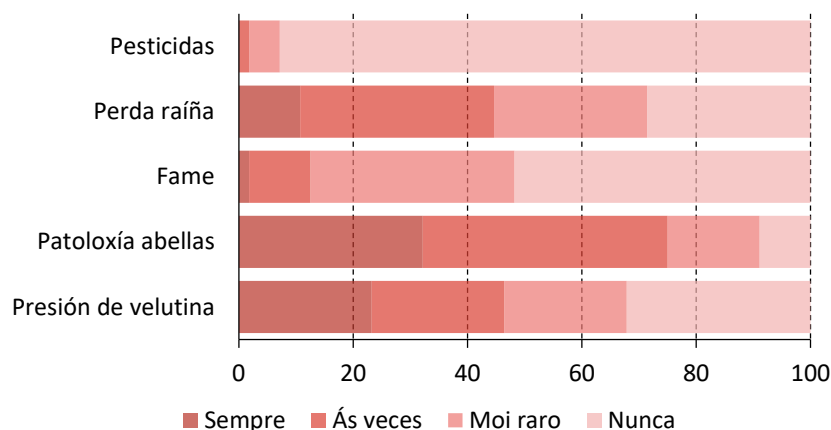


Figura 21. Principal causa de mortalidade das colmeas expresado en porcentaxe. Os niveis establecidos foron: sempre, ás veces, moi raro, nunca.

En canto a porcentaxe de mortalidade de colmeas nos apiarios nos últimos anos variou entre 0% (non houbo ningunha perda) ata o 100% (o apicultor/a perdeu a totalidade das colmeas), sendo a media dun 16% de mortalidade das colmeas de abellas para os apicultores que fixeron a enquisa.

Na táboa 4 móstranse distintas patoloxías das abellas e o grado de prevalencia, segundo a opinión e experiencia dos apicultores/as.

Táboa 6. Porcentaxe de apicultores que considera que a patoloxía estivo presente no colmeaar o ano anterior.

	Sempre	Ás veces	Nunca
Varroa	89	9	2
Nosema	2	6	92
Virose, ás deformadas	2	70	28
Virose, abellas temblorosas/ xirando en círculo	2	38	60
Loque americana	0	4	96
Loque europea	0	2	98
Poio escaiolado	0	11	89

Cabe destacar que o patóxeno maioritario nos colmeares e o mais coñecido para os apicultores e o ácaro *Varroa destructor*.

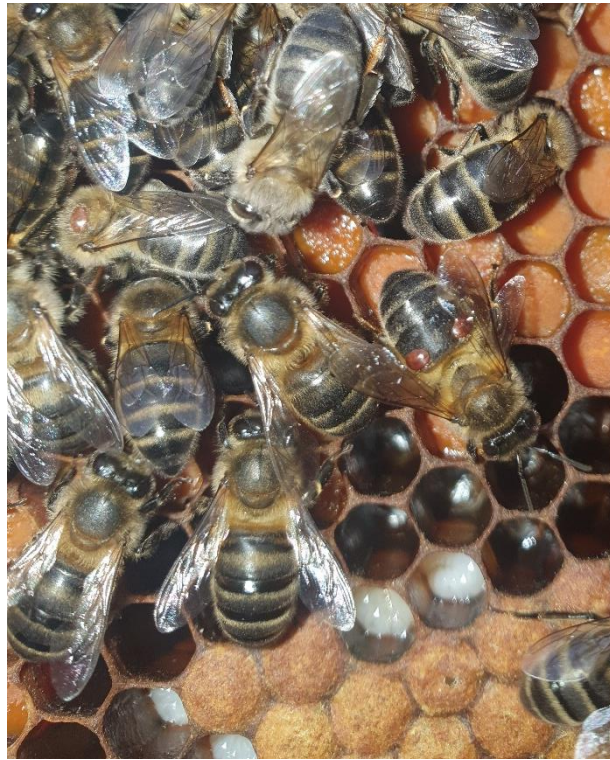


Figura 22. *Varroa destructor* enriba das abellas.

Por último a enquisa preguntaba se os apicultores transhumaban ao que o 13% contestou que si. Neste caso se refire sempre ao movemento de colmeas no propio territorio galego buscando distintas floracións. Normalmente da costa a interior, a medida que avanza a temporada e viceversa ao final da temporada.

Comportamento das colonias de abella seleccionadas

Seleccionáronse un total de tres colmeas por colmear e cinco nas que se monitorizaron. O total de colmeas mostradas foi de 245.

Das colmeas seleccionadas, solo o 13 % eran agresivas e foron as que menor cantidade de mel producían por colmea. En cambio máis do 80 % das colmeas non se clasificaron como agresivas e foron as que mais mel produciron. Moitos dos apicultores pensan que a agresividade dunha colonia relaciónase cunha maior porcentaxe de mel colleitado polas abellas. Aínda que xa se demostrou que a agresividade non está relacionada co aumento ou diminución da produción de mel, nesta enquisa pódese ver que efectivamente a agresividade dunha colmea non se relaciona ca produción de mel.

Táboa 7. Mansedume das colmeas seleccionadas e valor medio de produción de mel.

Mansedume	% colmeas	Kg mel (valor medio)
Moi mansas	41	15.07
Pouco mansas	46	16.33
Agresivas	13	13.72

Por outra banda, so 18% das colmeas considerouse moi enxameadora, mentres que o 54% considéranse moderadamente enxameadoras. Por último, as colmeas non enxameadoras foron o 28% das colmeas seleccionadas e foron as que mais mel produciron, cunha media de case 18 kg por colmea. E de ter en conta que a enxameazón supón perda de abellas da colmea e unha paralización da posta durante unhas cinco semanas, o que redunda na produción de mel.

Táboa 8. Exameazón das colmeas seleccionadas e media de kg de mel que producen.

Enxameazón	% colmeas	Kg mel
Moi enxameadoras	18	14.45
Moderadamente enxameadoras	54	14.74
Non enxameadoras	28	17.88

Para evitar a formación de enxames pódense levar a cabo accións de prevención. Estas deberán estar dirixidas a renovar raíñas, controlar excesos de poboación de obreiras e a evitar a saturación de espazo nas colmeas. Por suposto, a herdanza xenética é un factor decisivo.

Características das raíñas

En todas as colmeas nas que se tomaron mostras buscouse a raíña, para coñecer as súas características. Cando foi posible, tomáronse fotos das raíñas. Fixéronse un total de 194 fotos de raíñas dos colmeares estudados. De todas elas, 16 tiñan as ás rotas (Figura 23).



Figura 23. Raiñas cas ás rotas.

Por outra banda 16 apicultores tiñan as raíñas marcadas o que resultou nun total de 35 raíñas marcadas. De todas elas, só unha raíña era do 2021, 10 eran do 2022 e a maioría (24 das 35 marcadas) eran do ano 2023 (o propio ano no que se fixeron as fotos).

Dentro das características das raíñas observáronse distintos patróns de cor. A cor do corpo das raíñas é un carácter moi distintivo das subespecies de abellas. Polo que seguiu o método proposto por Mougél e col. (2012) onde, usando como base as fotografías das raíñas, calculouse a porcentaxe de cor no abdome, nos terguitos 3 (Cou1) e 4 (Cou2) e a suma de ambos (Cou3).

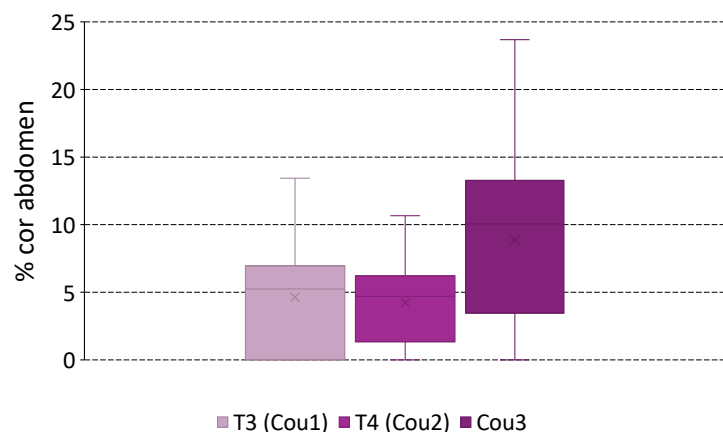


Figura 24. Diagrama de caixas para a porcentaxe de cor no Terguito 3 (Cou1), 4 (Cou2) e a suma deles (Cou3) do abdome das raíñas.

A porcentaxe de superficie de cor oscilou entre 0 e 13 para Cou1, entre 0 e 10 para Cou2 e entre 0 e 24 para Cou3. Tamén se observou claramente que a superficie de cor foi maior no terceiro segmento do abdome (Cou1) que no cuarto (Cou2). En consecuencia, foi principalmente o terceiro segmento o que contribuíu á superficie de

cor total do abdome (Cou3). Polo tanto, viuse que o patrón de cor variaba moito entre as raíñas fotografadas. Indo dende un cor negro en toda a raíña a ter segmentos moi grandes laranxas no abdome.

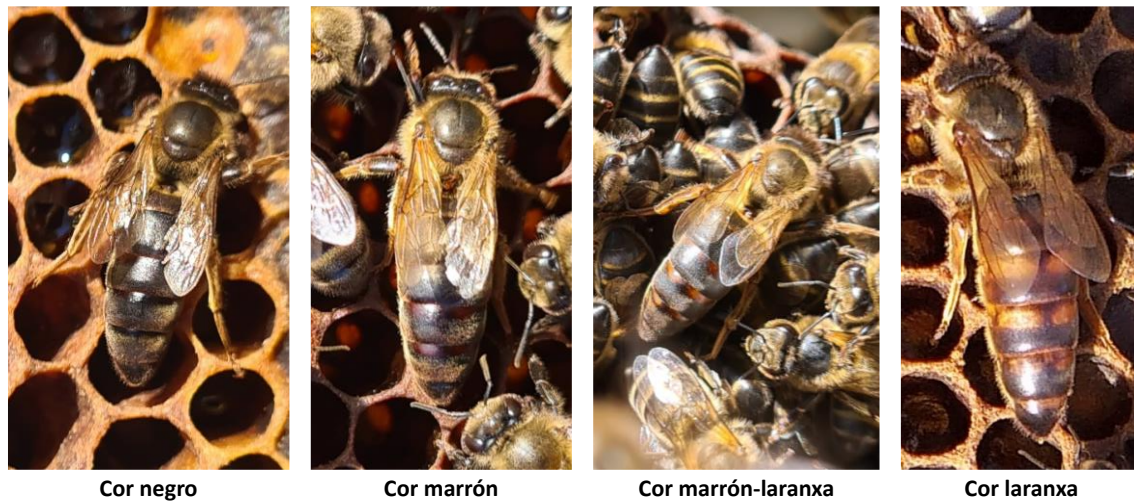


Figura 25. Patrón de cor das raíñas (negro, marrón, marrón-laranxa, laranxa). Do total de raíñas, as raíñas de abdome con cor negro e marrón sumaron un total de 48% do total das raíñas fotografadas (24% cor negra e 24% cor marrón). O resto tiñan un patrón de cor mais claro, cun 35 % das raíñas de cor marrón-laranxa e un 18% de raíñas de cor laranxa.

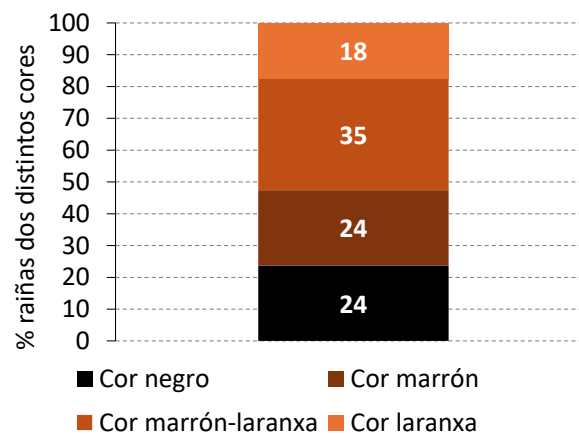


Figura 26. Porcentaxes das raíñas nas cores que se usaron para clasificar o patrón cromático do abdome.

Con estes resultados mostrouse a variabilidade que hai na cor das raíñas e moitas veces das propias obreiras como pode observarse na figura seguinte.

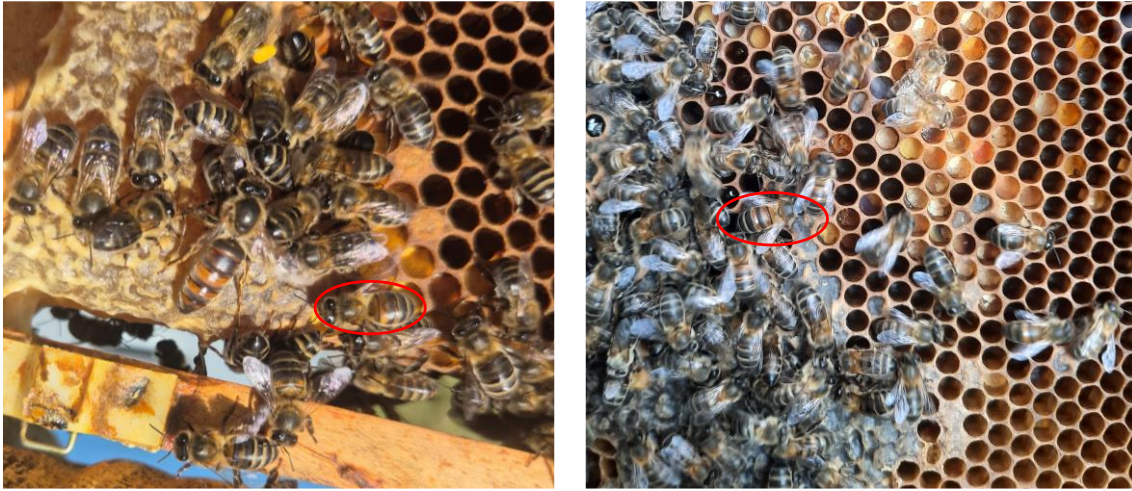


Figura 27. Abellas co abdome laranxa marcadas en vermello.

Situación sanitaria dos colmeares e toma de mostras

As visitas aos colmeares foron acordadas previamente co apicultor, nese momento fíxose a toma de mostras, a fotografía das raíñas e a enquisa. Anotouse a data da visita e todas as incidencias ou comentarios que puideron ser de interese. Para a recollida de mostras puxéronse os cadros en posición vertical e pasouse o bote para tomar a mostra dende arriba a abaixo, tocando as abellas suavemente para provocar que caeran dentro. As tapas dos botes onde se colle a mostra levaron un pequeno orificio para evitar a asfixia das abellas. Identificáronse axeitadamente as mostras con rotulador indeleble, e introducíronse nunha neveira portátil con acumuladores de frío ata que se conxelaron.



Figura 28. Mostras collidas nun colmear.

Durante as visitas a cada un dos colmeares fíxose un audio coas características que se viron no momento da inspección e foron interesantes: presenza de varroa, virus ás deformadas, abellas negras, loques, “camiños” de polilla, mortalidade en piqueras, humidade/mofo dentro da colmea, abellas amarelas, etc.

Sanidade apícola

A toma de mostra de patoloxía fíxose no período de primavera-verán. O mais importante do proceso de toma de mostras foi atopar a raíña para facerlle a foto e para non collela cas abellas mostradas.

Para *Varroa* colleuse unha mostra de 100-200 abellas de cerca da cría desoperculada e de varios cadros distintos. Para *Nosema* e *Acarapis woodi* colleuse outra mostra de 30-60 abellas. Estas mostras colléronse dun “pull” con abellas de distintas colmeas do colmear.

Durante a toma de mostras debido a experiencia da veterinaria de dos técnicos, púidose confirmar a presenza de outros inimigos das abellas como son a polilla (*Galleria mellonella*). Considerouse positiva a presenza naquelas colmeas que contaban con galerías desta polilla. Tamén se considerou positiva a presenza de poio escaiolado (*Ascosphaera apis*) cando se observaron larvas calcificadas (momias). Amais das observacións *in situ*, enviáronse mostras ao laboratorio de Sanidade Animal de Lugo (LASAPAGA) que colaborou coas actividades deste grupo operativo. Obtivéronse datos dos seguintes patóxenos e inimigos:

- *Varroa destructor*
- *Nosema sp*
- *Acarapis woodi*
- *Galleria mellonella*
- *Ascosphaera apis*

No total de mostras recollidas, nun 47% das mostras había presenza do ácaro *Varroa destructor*, nun 15% das colmeas apareceu polilla, un 11% do total das mostras foi positivo en *Nosema* e nun 1 % en poio escaiolado. Por último, en todas as mostras analizadas non se confirmou a presenza de *Acarapis woodi*, contrario ao estudio realizado no 2007 en Galicia no que se confirmou a presenza en 12 mostras (Meana e col. 2017).

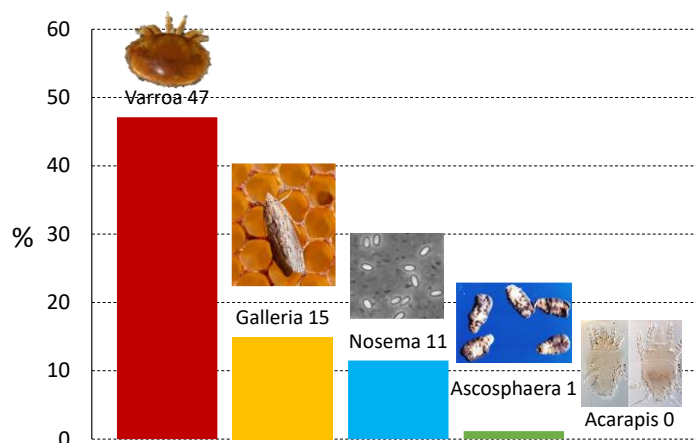


Figura 29. Porcentaxe de mostras positivas dos distintos patóxenos do total de mostras analizadas.

Con respecto a *Varroa destructor*, que foi o patóxeno mais presente nas colmeas mostradas, na seguinte figura pode verse a evolución ao longo do ano. As primeiras mostras positivas apareceron en maio, cunha porcentaxe media dun 1%. En xuño a porcentaxe duplicouse ata 2% e en xullo o valor foi o 3%, o pico máximo foi en agosto con mais dun 5% de media nas colmeas, podéndose ver neste momento colmeas cun porcentaxe de ata o 10% de infestación. A partir desta data e despois da esmelga, os apicultores teñen que realizar o tratamento obrigatorio contra o ácaro, polo tanto, viuse unha diminución da porcentaxe de parasitación do ácaro ata valores medios dun 1% en outubro.

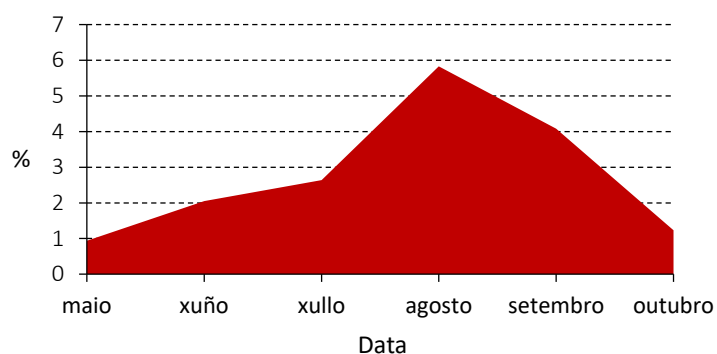


Figura 30. Media das porcentaxes de infestación de *Varroa* das mostras analizadas ao longo do ano apícola.

Por outra banda, as mostras positivas para *Nosema* foron aquelas collidas entre abril e maio, con algunha mostra positiva en decembro e en xullo.

Ademais, a sintomatoloxía compatible con virus púidose observar en mais do 55% das colmeas estudadas. O 31% das colmeas estudadas foron positiva en sintomatoloxía en virus das ás deformadas (DWV), o 21% das colmeas foron positivo en sintomatoloxía do virus da parálises aguda (ABPV) e o 3 % foi positivo en virus da parálises crónica (CBPV).

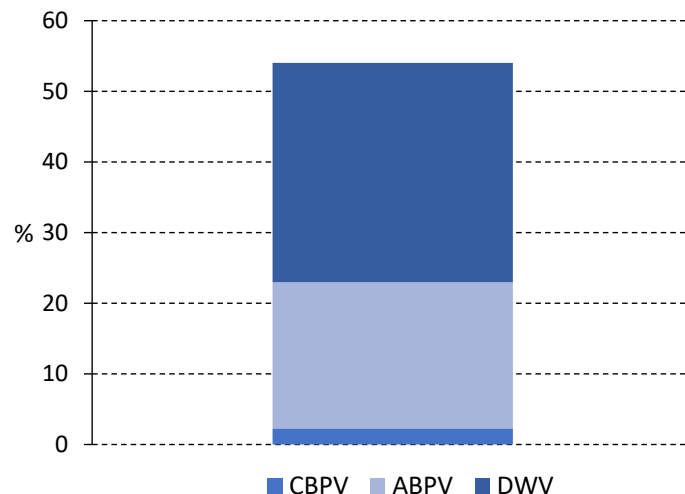


Figura 3 I. Porcentaxe de colmeas que tiñan sintomatoloxía de virus. CBPV: virus da parálisis crónica; ABPV: virus da parálisis aguda; DWV: virus das ás deformadas.

Morfometría alar

Os métodos de identificación da filiación taxonómica da abella melífera baseados na morfometría subdivídense en dous grupos. A medición das partes do corpo e o análises da forma das ás (Ilyasov e col. 2020). Nesta actividade tomouse como referencia a morfometría alar, xa que os valores de referencia dos índices cubital, de Hantel e o índice discoidal, considéranse suficientes para a diferenciación. O seu uso é habitual en estudos taxonómicos e en identificación de poboacións, xa que permite diferenciar entre as subespecies de abellas melíferas ao variar o tamaño destas veas en función da subespecie.

Para estudar a morfometría das abellas, colléronse mostras a partir do mes de xuño/xullo ata outono. Recolléronse arredor de 50 abellas en cada unha das 245 colmeas. Estas abellas gardáronse en frío e conxeláronse o mais rápido posible.

As mostras procesáronse escollendo oito abellas obreiras atendendo a un bo estado alar e articular. De cada unha delas diseccionáronse as catro ás, as cales, logo de suspendelas

nunha solución de etanol, dispuxéronse sobre un porta-objectos no sentido de dereita a esquerda e dende abaixo cara arriba, primeiro ala dereita e logo ala esquerda para cubrilas cun cubre-objectos rematada a preparación. Amais, disto, tamén se lle extraeu a cada abella a terceira pata dereita, que se dispuxo noutro porta-objectos coa axuda dun esmalte.

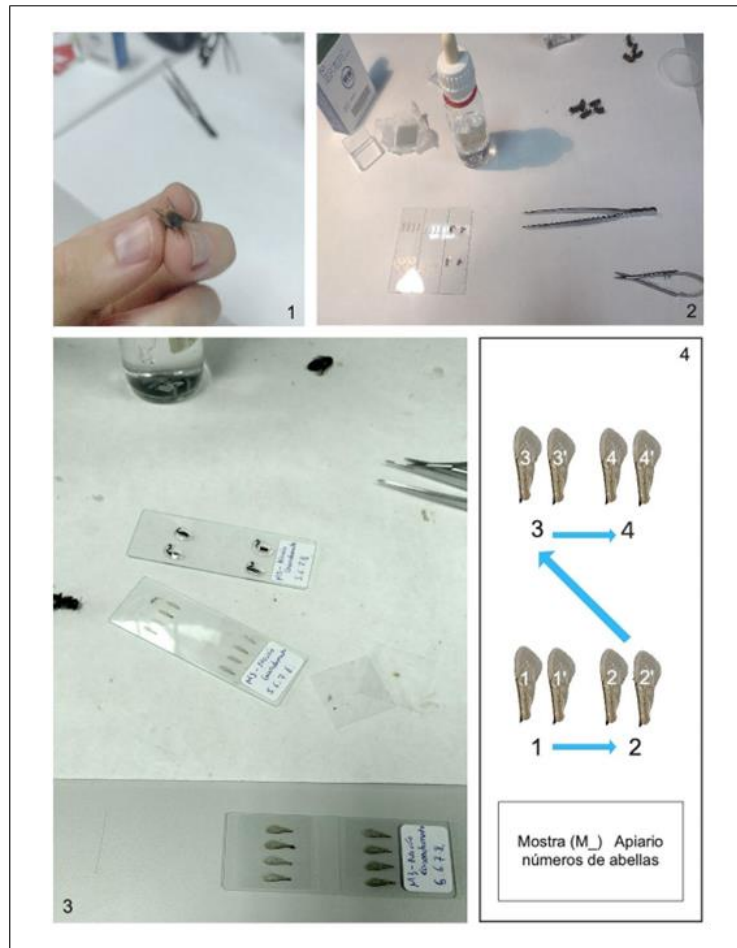


Figura 32. Preparación dunha abella: ás anteriores, ás posteriores e terceira pata traseira.

A continuación, todas estas preparacións etiquetáronse, incluíndo o apiario, a mostra e o número das abellas. Deste xeito, unha mostra procesada de oito abellas obreiras componse de seis porta-objectos nos que as abellas se dividen en grupos de catro. Estas mostras completas inclúen as ás anteriores (2 porta-objectos), as ás posteriores (2 porta-objectos) e as patas traseiras dereitas de cada abella (2 porta-objectos). Cada preparación foi fotografada facendo uso dunha lupa axustada a 25 aumentos e da cámara do teléfono móbil.

Estas fotografías analizáronse facendo uso do WingMarks, programa desenvolvido na Universidad de Zaragoza para a análise morfométrica de abellas (Angel-Beamonte e col. 2018; Angel-Beamonte e col. 2024). Para o proceso séguense unha serie de pasos, entre os que están marcar os 19 puntos de cada ala por orde, seguindo os pasos do programa. O programa calcula automaticamente os tres índices clásicos: O índice cubital (ic), o índice discoidal (id) e o índice de Hantel (ih). O índice cubital é unha medida morfolóxica das alas anteriores das abellas melíferas. Calcúlase dividindo a lonxitude da vena cubital posterior, entre os puntos 17 e 16, pola lonxitude da vena cubital anterior, entre os puntos 18 e 17.

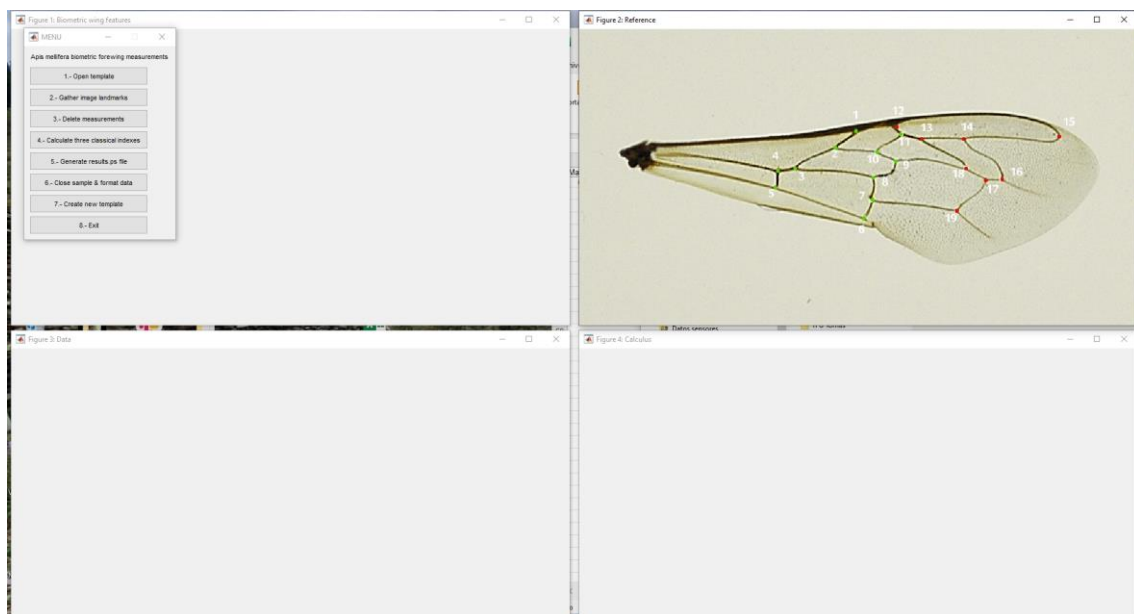


Figura 33. Programa "WingMarks".

O índice discoidal extraése da medida do ángulo formado entre os puntos 14 e 19 (punto discoide) partindo do ángulo recto formado entre a posición do punto 14 e a cela radial na ala anterior das abellas melíferas. Este varía entre as diferentes subespecies de abellas podendo utilizarse para a identificación e clasificación de subespecies. Un determinado ángulo discoidal específico pode chegar a ser característico dunha determinada subespecie, e proporciona información sobre a variabilidade xenética e a adaptación local. É un índice que proporciona información detallada sobre a estrutura alar, pero a súa medición é máis complexa en comparación co índice cubital. Ademais, require dunha precisión moito maior na identificación e medición dos puntos para obter resultados consistentes.

O índice de Hantel, ou “Dumb bell index” é o último dos parámetros morfolóxicos que mide o programa WingMarks. Está novamente relacionado cas alas anteriores, e calcúlase segundo a división da distancia entre os puntos 18 e 16 e os puntos 13 e 14. Utilízase, de igual modo cas anteriores, para diferenciar entre subespecies de *Apis mellifera*, aínda que o seu uso é menos frecuente por que require de maior precisión na medición dos puntos.

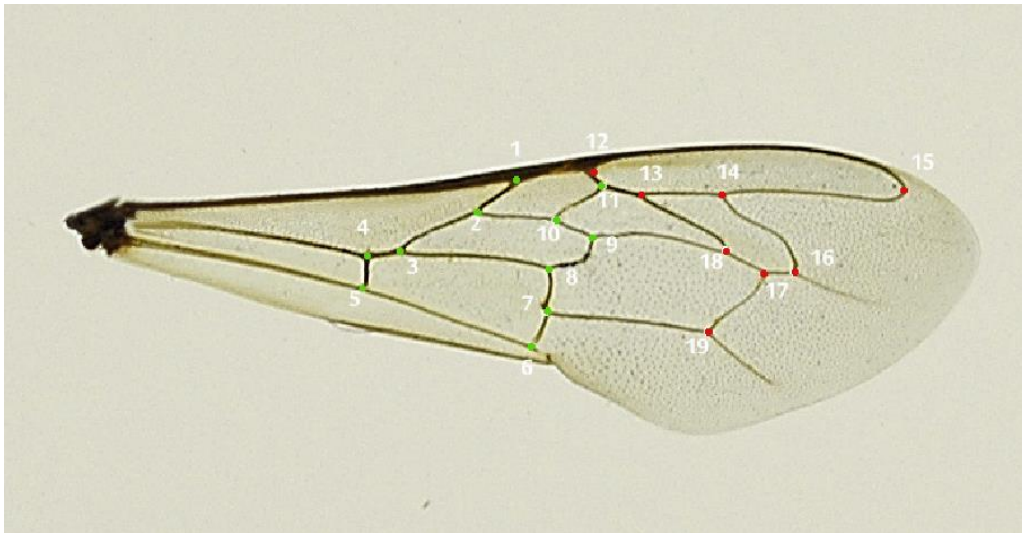


Figura 34. Unha mostra dos 19 puntos dun ala.

Referido as observacións que se realizaron durante o mostraxe, das 245 colmeas estudadas, só 15 colmeas presentaban abellas que tiñan cores mais amarelos-laranxas. Unha vez analizadas todas as alas (1960 unidades), calculouse o valor para cada colmea (valor medio de 8 individuos obreira) e representouse o índice cubital fronte ao índice de Hantel mediante o test *Mellifera/Iberica/Ligustica/Carnica*, co fin de posicionar graficamente a correspondencia coas distintas subespecies. As mostras que se atopan dentro do rectángulo azul pertencen a subespecie *A. mellifera mellifera*, as que se atopan dentro do rectángulo amarelo a subespecie *A. mellifera iberiensis*, no rectángulo vermello móstranse as abellas da subespecie *A. mellifera ligustica* e dentro do cadrado verde estarán as abellas pertencentes a subespecie *A. mellifera carnica*.

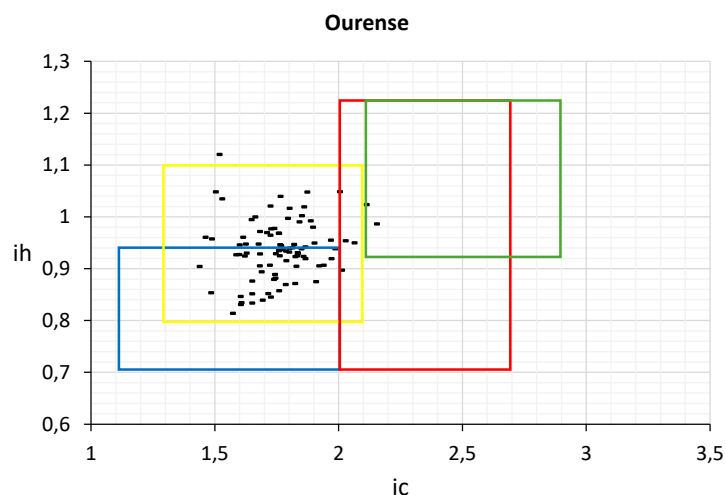


Figura 35. Gráfico de dispersión no que se mostra o conxunto de datos correspondentes ás colmeas dos apiarios estudados na provincia de Ourense.

Dentro da provincia de Ourense, solo dúas colmeas corresponde morfolóxicamente cunha subespecie diferente a *A. m. Iberiensis*, pertencen ao colmeiar de Lombo e ao de Amprosa. Este resultado está en concordancia co observado no colmeiar de Lombo, pois esta colmea presentaba abellas mais amarelas do esperado, polo que é posible que procedan de híbridos con outras abellas. En cambio, a colmea de Amprosa non presentaba características fenotípicas, de cor, distintas ao resto de abellas.

Táboa 9. Datos medios, máximos e mínimos dos índices cubital (ic) discoidal (td) e de Hantel (ih) dos colmeares da provincia de Ourense.

Ourense	Icm	Tdm	ihm	Mín ic	Mín td	Mín ih	Máx ic	Máx td	Máx ih
A Enciñeira	1,71	-1,10	0,95	1,48	-4,30	0,85	2,04	2,43	1,03
A Fonte	1,68	-1,92	0,87	1,45	-4,58	0,76	1,98	1,09	0,95
A Roca	1,69	-1,31	0,88	1,47	-4,37	0,79	1,87	1,48	0,94
Amprosa	1,56	-0,29	1,05	1,23	-3,32	0,92	2,06	3,03	1,21
As Penelas	1,76	-0,53	0,93	1,47	-3,87	0,85	2,19	2,56	0,99
Barral	1,72	-2,02	0,89	1,46	-4,64	0,80	1,99	0,06	0,96
Beiro	1,78	0,46	0,99	1,59	-2,82	0,92	2,07	3,30	1,08
Benito Güin	1,64	-2,22	0,92	1,39	-3,78	0,88	1,88	-0,43	0,96
Caldelas	1,69	0,00	0,97	1,43	-3,12	0,88	1,93	3,40	1,06
Canella (Seixadas)	1,80	-1,71	0,94	1,49	-3,97	0,86	2,16	1,20	1,00
Chao do Carballo	1,75	-0,43	0,98	1,46	-3,07	0,89	2,04	1,60	1,09
Corraiza	1,97	2,24	0,95	1,52	-0,32	0,85	2,40	4,62	1,06
Covelas II	1,76	-1,19	0,94	1,49	-4,68	0,85	2,05	1,85	1,05
Cuco	1,86	0,56	0,96	1,44	-1,77	0,88	2,37	2,82	1,05

Folgozo	1,76	-1,54	0,87	1,54	-3,50	0,79	2,11	0,57	0,95
Fradalvite	1,62	-2,39	0,93	1,38	-4,76	0,83	1,91	0,17	1,03
Lama do marco	1,83	0,01	0,95	1,51	-1,80	0,83	2,24	1,71	1,05
Lama travesa	1,71	0,05	0,87	1,44	-1,56	0,81	2,06	1,49	0,94
Lameiro Redondo	1,91	1,12	0,97	1,62	-1,81	0,88	2,18	4,14	1,06
Lombo	1,90	0,53	0,98	1,53	-1,44	0,90	2,20	3,08	1,06
Luintra	1,74	-1,93	0,94	1,43	-4,20	0,84	2,15	1,04	1,05
Muiño vello	1,69	-0,13	0,97	1,40	-4,10	0,87	2,02	3,88	1,10
Nováscasardomato	1,72	-2,97	0,92	1,47	-5,78	0,85	1,94	0,75	0,99
O Campo	1,80	0,63	0,95	1,53	-1,88	0,89	2,11	3,50	1,03
Picoto (2)	1,75	-3,48	0,91	1,50	-5,62	0,82	2,04	-1,15	0,99
Prado	1,86	-0,14	0,96	1,55	-2,34	0,86	2,33	2,97	1,08
Santoalla	1,59	-0,68	0,95	1,39	-3,00	0,85	1,83	1,72	1,04
Valduide	1,82	-0,47	0,91	1,47	-2,88	0,81	2,36	1,73	1,00

Con respecto ao índice discoidal (td), os valores para *A. m. iberiensis* varían entre -3 e +3, para *A. m. mellifera* os valores son sempre negativos e para *A. m. ligustica* os valores deste índice son sempre positivos. O único colmeaar da provincia de Ourense que se atopa fora dos valores para *A. m. iberiensis* e Picoto (2). Nove destes colmeares teñen valores de índice discoidal positivo mentres que o resto o ten negativo.

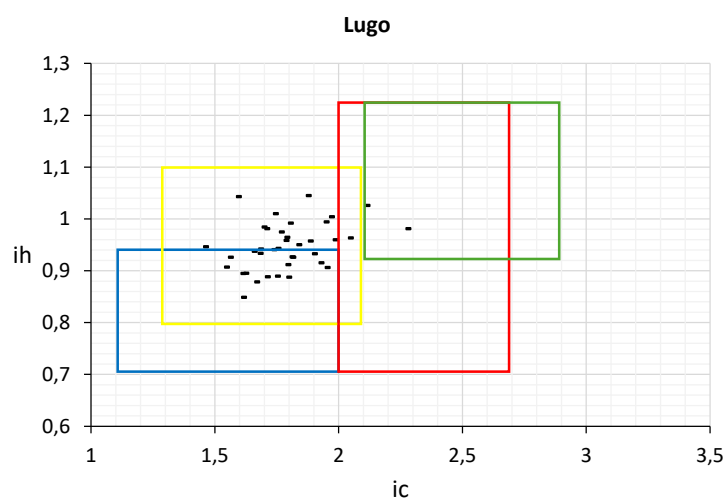


Figura 36. Gráfico de dispersión no que se mostra o conxunto de datos correspondentes ás colmeas dos apiarios estudados na provincia de Lugo.

No caso dos apiarios da provincia de Lugo, unicamente unha colmea está fora da subespecie *A. m. iberiensis*. Neste caso, non se observaron anomalías na coloración das

abellas cando se fixo a visita ao colmeiar, pero a análise morfométrica proporciona valores non compatibles coa subespecie ibérica.

Táboa 10. Datos medios, máximos e mínimos dos índices cubital (ic) discoidal (td) e de hantel (ih) dos colmeares da provincia de Lugo.

Lugo	icm	tdm	ihm	Mín ic	Mín td	Mín ih	Máx ic	Máx td	Máx ih
A Paleira	1,88	1,03	0,96	1,59	-2,09	0,88	2,37	3,13	1,05
Burela	1,80	-1,56	0,99	1,53	-6,65	0,92	2,23	4,70	1,10
Bustelo	1,86	0,02	0,98	1,58	-2,52	0,90	2,27	3,06	1,06
Cereixo	1,60	-2,65	0,90	1,45	-6,27	0,83	1,83	0,63	1,00
Cortiña	1,72	-4,52	0,90	1,48	-7,33	0,83	2,00	-2,10	0,98
Fonsagrada	1,80	1,13	0,98	1,47	-0,85	0,90	2,14	2,40	1,05
Os Campos	1,66	-2,61	0,92	1,48	-4,97	0,86	1,86	-0,79	0,97
Outeiro de Rei	2,03	0,38	0,95	1,67	-1,94	0,89	2,32	2,60	1,01
Picoto	1,63	0,38	0,96	1,31	-3,63	0,89	1,87	2,75	1,05
Teixeira	1,82	-1,80	0,93	1,49	-4,83	0,86	2,13	2,36	1,06
Toutizo	1,72	0,69	1,00	1,45	-3,03	0,91	2,16	3,78	1,11
Valadouro	1,92	-0,41	0,96	1,63	-3,40	0,84	2,31	2,09	1,07
Xixirín	1,72	-1,71	0,90	1,48	-3,72	0,83	2,04	1,13	1,02

Os valores do índice discoidal (td) nos colmeares da provincia de Lugo están maioritariamente dentro do rango de -3 a 3 exceptuando o colmeiar de Cortiña. E a provincia que mais valores positivos medios ten de este índice. Seis destes colmeares teñen valores de índice discoidal positivo mentres que o resto o ten negativo.

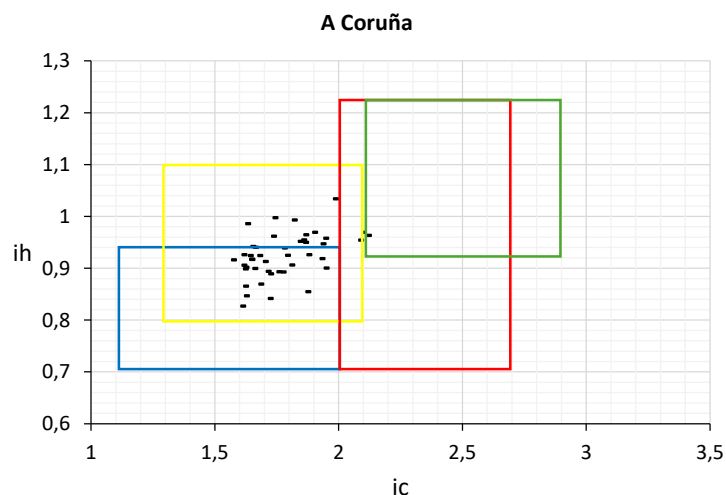


Figura 37. Gráfico de dispersión no que se mostra o conxunto de datos correspondentes as colmeas dos apiarios estudados na provincia de A Coruña.

A provincia de A Coruña mostra todas as abellas analizadas dentro da subespecie *Apis mellifera iberiensis*.

Táboa II. Datos medios, máximos e mínimos dos índices cubital (ic) discoidal (td) e de Hantel (ih) dos colmeares da provincia de A Coruña.

A Coruña	icm	tdm	ihm	Mín ic	Mín td	Mín ih	Máx ic	Máx td	Máx ih
A Torre	1,71	0,73	0,89	1,46	-3,00	0,80	2,03	3,52	0,95
Agriño	1,89	-1,51	0,92	1,55	-3,86	0,80	2,15	1,43	1,04
As Barreiriñas	1,82	-3,99	0,92	1,51	-8,80	0,84	2,14	-0,46	1,02
Baladiña	1,86	-2,77	0,90	1,55	-6,12	0,80	2,29	0,32	1,01
Culleredo	1,61	-1,54	0,87	1,32	-4,85	0,80	1,99	1,56	0,94
Espesedos	1,71	-0,04	0,93	1,49	-2,11	0,86	2,00	2,05	1,04
Negreira	1,84	-2,24	0,93	1,50	-5,77	0,84	2,17	2,22	1,03
O Castro	1,77	-0,76	0,98	1,56	-4,56	0,89	2,04	2,32	1,08
Peregrina	1,82	0,29	1,00	1,48	-2,37	0,90	2,14	3,38	1,12
Raposeiras	1,64	-2,81	0,91	1,40	-5,08	0,81	1,98	0,75	1,01
San Sadurniño	1,86	0,50	0,94	1,54	-2,53	0,85	2,50	3,55	1,02
Sergude	1,72	-0,18	0,93	1,45	-3,11	0,87	2,00	2,14	1,00
Souto Novo	1,87	-1,17	0,94	1,51	-4,48	0,84	2,50	1,69	1,03
Uceira	1,67	-0,89	0,89	1,35	-3,08	0,82	1,99	0,87	0,97

Con respecto ao índice discoidal (td), o colmear das Barreiriñas quedaría fora da subespecie *A. m. iberiensis*, pero entraría dentro da subespecie *Apis mellifera mellifera*. Tres destes colmeares teñen valores de índice discoidal positivo mentres que o resto o ten negativo.

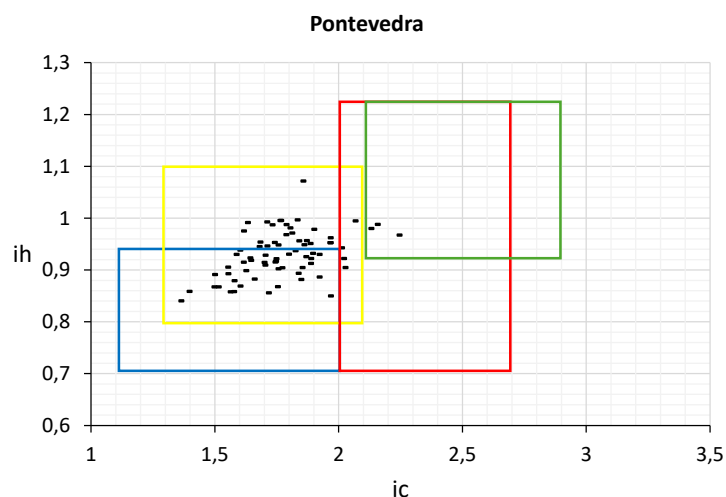


Figura 38. Gráfico de dispersión no que se mostra o conxunto de datos correspondentes ás colmeas dos apiarios estudados na provincia de Pontevedra.

No caso da provincia de Pontevedra foi a que mais número de mostras saíron fora da subespecie local *A. m. iberiensis*. Dúas destas colmeas contaban con abellas amarelas e unha delas cunha raíña ademais cunha cor moi laranxa.

Táboa 12. Datos medios, máximos e mínimos dos índices cubital (ic) discoidal (td) e de Hantel (ih) dos colmeares da provincia de Pontevedra.

Pontevedra	icm	Tdm	ihm	Mín ic	Mín td	Mín ih	Máx ic	Máx td	Máx ih
A Bouza	1,82	-2,41	0,93	1,45	-5,00	0,85	2,11	-0,11	1,05
A Portela	1,83	-1,45	0,92	1,51	-4,38	0,85	2,20	2,15	1,02
A Rocha	1,73	1,90	0,95	1,47	0,05	0,85	2,05	4,45	1,03
Alberto Neira	1,71	-1,35	0,96	1,45	-4,43	0,89	1,89	2,01	1,04
As Rozas	1,60	-0,91	0,93	1,35	-4,20	0,87	1,85	2,97	1,02
Campelo	1,50	-2,55	0,88	1,35	-5,43	0,81	1,75	-0,35	0,96
Campo da auga	1,78	0,46	0,92	1,43	-2,82	0,82	2,12	3,08	1,01
Candán	1,76	-0,18	0,96	1,48	-2,38	0,87	2,05	2,48	1,05
Lalín	1,67	-1,11	0,91	1,40	-2,85	0,84	2,10	1,82	0,98
Liñares	1,78	0,90	0,92	1,54	-1,36	0,86	2,06	4,05	0,98
Mondariz	1,67	-1,07	0,94	1,48	-3,08	0,87	1,88	1,78	1,01
Mouteira	1,99	-2,72	0,92	1,69	-6,02	0,82	2,35	-0,37	0,97
O Valado	1,85	-2,38	0,91	1,54	-4,47	0,83	2,33	-0,48	1,01
O Vixiador	2,00	0,93	0,92	1,55	-2,75	0,82	2,52	4,98	1,02
Outeda	1,59	-2,54	0,88	1,40	-5,76	0,82	1,83	0,09	0,96
Queiruga	1,76	-2,47	0,90	1,52	-5,90	0,85	2,17	0,42	0,97
Raposa	1,68	-1,65	0,92	1,37	-4,30	0,83	2,02	0,78	1,03
Rodeiro	1,77	-0,45	0,96	1,49	-2,50	0,88	1,97	2,77	1,04
Salceda de Caselas	1,80	1,20	0,95	1,46	-1,25	0,85	2,16	2,73	1,02
San Clemente	1,91	1,38	1,02	1,71	-0,88	0,92	2,21	3,55	1,11
Soutomaior	1,84	0,41	0,95	1,59	-2,44	0,87	2,15	2,87	1,09
Zobra	1,78	-2,51	0,92	1,49	-5,09	0,84	2,19	-0,09	1,00

Con respecto ao índice discoidal (td) nos colmeares da provincia de Pontevedra, os valores medios están todos dentro do rango de -3 a 3. Sete destes colmeares teñen valores de índice discoidal positivo mentres que o resto o ten negativo.

Estudio molecular das abellas

Para comparar os datos obtidos na caracterización morfométrica alar ca caracterización molecular, fixéronse análises moleculares. Estes análises baseáronse na extracción e secuenciación do ADN mitocondrial, é dicir, o herdado a partir da raíña. Analizáronse un total de 45 mostras, incluíndo nestas paquetes de abellas de cada colmea. Este estudo realizouse en colaboración co IPB (instituto Politécnico de Bragança, en Portugal) e a Universidade de Vigo. O procedemento a seguir foi o seguinte:

- Extracción de ADN das mostras de abellas para análises de ADN mitocondrial.
- Amplificación do ADN extraído mediante a reacción en cadea da polimerasa (PCR).
- Aplicación da técnica de electroforesis en xel para separar fragmentos de ADN.
- Identificación de secuencias

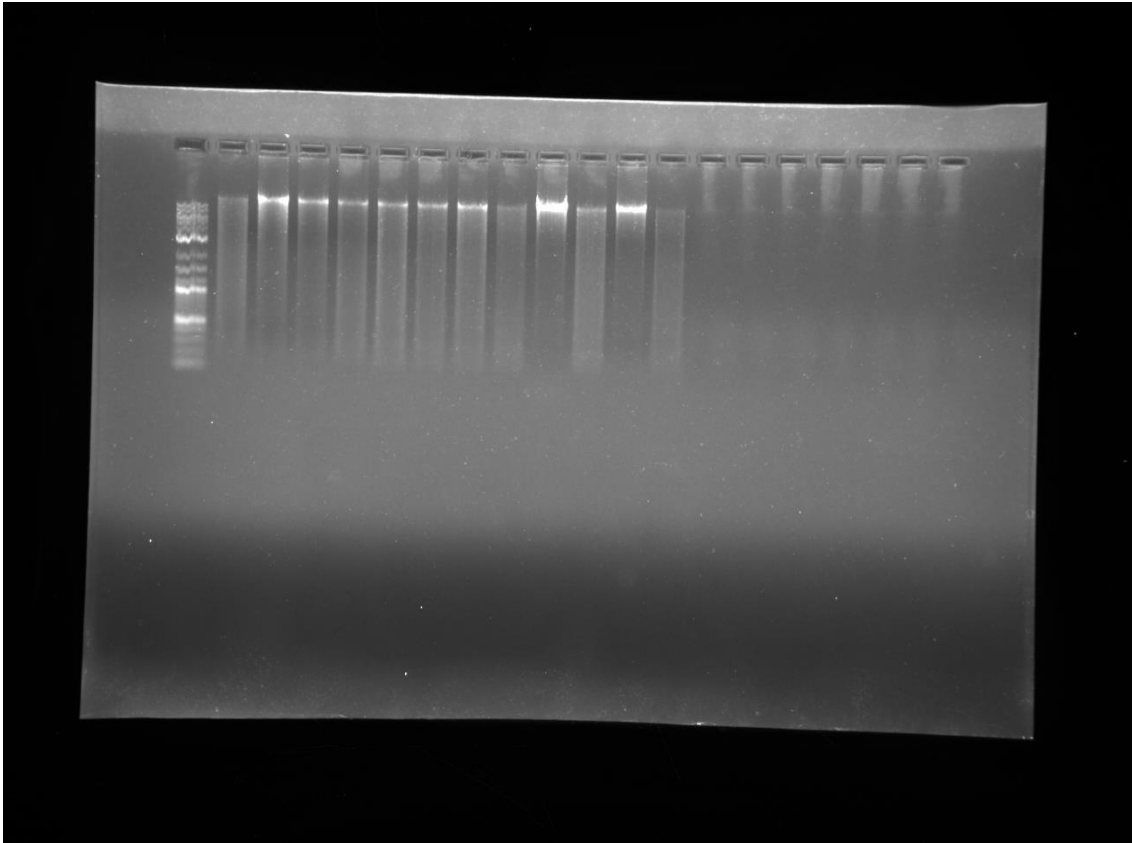


Figura 39. Electroforeses en xel de agarosa das mostras de abellas.

Das 45 mostras analizadas, 40 corresponderon xeneticamente co patrón de *A. m. iberiensis*. Isto quere dicir cas raíñas destas colmeas corresponden co perfil de *A. m. iberiensis*. Co respecto as outras cinco mostras:

- 1 corresponde con *Apis mellifera mellifera* (Xixirín)
- 1 corresponde con *Apis mellifera ligustica* (Prado)
- 3 corresponden con *Apis mellifera sahariensis* (Beiro, Muiño vello, Luintra)

A abella *Apis mellifera mellifera*, ten cor negro, polo que non se podería diferenciar ca abella local (Ruttner e col. 2004). A abella *Apis mellifera ligustica* e mais clara que a abella local e no caso da mostra atopada no colmear, o que mais chama a atención foi o

comentario do técnico: abellas amarelas en alto porcentaxe, polo que coincide o fenotipo coa análise molecular.

A abella do Sahara (*Apis mellifera sahariensis*) é unha subespecie de abella melífera que ocupa os oasis de Marrocos e Arxelia, sendo máis amarela (Ruttner, 1988). Dentro das tres mostras que deron esta subespecie nas mostras, unha delas coincidiu coa cor amarela e a agresividade da colmea (Muiño vello). Por outra banda, outra colmea (Luintra) das que deu esta subespecie non se apreciaba a cor das abellas pero si unha diferenza enorme no tamaño das ás entre as abellas.



Figura 40. Diferencia entre ás no colmeir de Luintra.

En cambio, a outra mostra (Beiro), non coincidía nin na cor, nin na característica da agresividade, nin co tamaño de ala, nin con outras características.

Por unha banda, as abellas que tiñan cor amarela e logo non deron unha subespecie distinta a *Apis mellifera iberiensis* pode ser debido a que a raíña era da subespecie local, xa que o DNA mitocondrial herdase da nai, mentres que os pais cos que se apareou esa raíña poden vir de colmeas con abellas foráneas, producíndose unha mestura de subespecies que deron lugar a caracteres fenotípicos herdados de primeira xeración como é a cor das abellas amarelas, mentres que o material xenético da nai era de tipo *Apis mellifera iberiensis*.

Pola outra banda, no caso das abellas que non tiñan cor amarelo e logo deron unha subespecie distinta a *A. m. iberiensis*, o feito de que a hibridación fora en xeracións anteriores, é dicir que a nai xa non foi a primeira xeración de mestura entre subespecies, senón que procede dunha colmea previa que non tiña abella local, pode explicar a coexistencia de patróns de cor compatibles coa raza local e patróns xenéticos distintivos. Debido a que os caracteres de cor desaparecen na segunda xeración, a cor amarelo non aparecía nestas abellas.

A cor das abellas é un carácter que fai pensar na introdución e mestura de abellas foráneas, é una características fácil de observar, pero una vez que aparece mestura de subespecies o proceso complícase, sendo mais necesario facer estudos moleculares para coñecer a subespecie real de abellas que hai nun apiario.

En todo caso é de mencionar que os estudos moleculares non estaban incluídos na proposta inicial deste grupo operativo e que, dado a complexidade morfolóxica observada, buscouse afondar nestas diferencias. Un estudo mais detallado a nivel molecular, permitirá confirmar tamén o grado de introgresión de xenes alleos nas mostras tomadas.

Dado as dificultades atopadas á hora da identificación das abellas que podían corresponder co patrón característico da abella negra galega, e a dificultade en seleccionar aquelas colmeas que poidan servir de xerme para o inicio de recuperación da raza, tomouse a decisión de suspender unha parte da actividade 2 do plan de traballo, concretamente a acción 2.1, instalación dun colmear de selección e como consecuencia non se puido instalar nel os sistemas de monitorización (acción 2.3). En todo caso propúxose un protocolo para a cría e conservación da abella negra local non que participou activamente BOAGA en colaboración co Centro de Conservación de Recursos Zooxenéticos de Fontefiz. O protocolo achégase como Anexo II a esta memoria.

8. Impacto socioeconómico e tecnolóxico

En canto ao impacto socioeconómico e tecnolóxico mencionar que a mellora dos sistemas produtivos é necesaria, xa que a pesares de que o sector apícola é moi dinámico precisa de modernización.

Por outra banda, o uso de sistemas de monitorización, xunto a unha interpretación axeitada dos datos que proporcionan, é unha oportunidade excelente para reducir custes. Amais hai un seguimento en continuo das colmeas, polo que o apicultor pode anticipar as actuacións e só se desprazará cando é necesario, reducindo custes e pegada de carbono.

Os resultados son extrapolables a todo o sector apícola galego (entorno a 230.000 colmeas en man de preto de 5.000 apicultores), pero tamén a outras áreas do territorio español, cunha práctica apícola similar (Asturias, País Vasco, Cantabria, Navarra e norte de Castela-Léon).

Na actualidade, o sector industrial de servizos para apicultura está pouco desenvolvido na nosa comunidade autónoma e depende de avances traídos do exterior. Sen embargo, contamos con apicultores, con boa formación, capaces de aplicar desenvolvementos tecnolóxicos tanto de procesos como de materiais e servizos. A utilización de IoT na apicultura, favorece o contacto do sector agrogandeiro coa tecnoloxía, abrindo portas para unha futura incorporación a outras actividades cotiás. Un posible exemplo é a aplicación e o control gandeiro nas explotacións avícolas ou porcinas, ao poder reducirse a presenza física de persoal.

Por outra banda, vense sinalando en distintos contextos a importancia da conservación dos ecotipos locais. Esta dinámica permite manter o patrimonio xenético de cada área xeográfica, o cal pode ser fonte de información para a mellora de razas, pero tamén permite manter a singularidade produtiva de cada área xeográfica. Durante a execución deste proxecto, comprobouse como hai unha grande variabilidade nas características das abellas que coida cada apicultor. Tamén se comprobou que hai certa introgresión doutras razas, que se manifestan principalmente en caracteres morfolóxicos.

A pesares de que o desenvolvemento de protocolos para a conservación da abella negra galega non parece presentar un impacto económico grande no sector produtivo, **é de**

mentonar, que esta abella é a que mellor adaptada está ao noso territorio, e por tanto a que mellor pode responden ante as situacións adversas.

Ao longo prazo este proxecto e as novas propostas que derivan del terán impacto na capacidade de produción e na obtención de produtos con calidade garantida. É de mentonar que contamos cunha Indicación Xeográfica Protexida para o mel (IXP Mel de Galicia) que comercializa actualmente mais do 50% do mel con denominación de calidade de España, sendo a que máis mel certifica, máis inscritos ten e máis colmeas e cun potencial aínda maior. Conta con entorno a 50.000 colmeas inscritas cunha capacidade de produción que pode chegar ata 2.000.000 kg, se as condicións ambientais, son favorables. Nos últimos cinco anos a produción non superou os 750.000 kg, atribuíndose a baixa produción de mel a factores como: a influencia das condicións meteorolóxicas, a influencia de *V. velutina*, a presenza de patoloxía como a varroose (talón de Aquiles da apicultura), xunto a malas prácticas de manexo. Polo tanto, a diversificación da produción e unha mellor xestión das explotacións apícolas son oportunidades para minimizar o impacto destes factores e facer as explotacións máis rendibles podendo ser competitivas.

Nos impactos socioeconómicos destacan os derivados das vantaxes que proxecto pode ter para os apicultores.

- Mellora da renda debido a redución de custes de explotación. Menos desprazamentos ás colmeas e menor perda de colmeas, xa que os sistemas de monitorización permiten unha vixilancia directa en tempo real.
- Opinión máis favorable sobre a modernización do sector. Polo tanto menos desánimo e menos abandonos das explotacións.
- Opinión máis favorable sobre a inversión en I+D e a transferencia de resultados á sociedade.
- Posta en valor da importancia da conservación dos ecotipos locais

Tamén é de destacar a relación que ten a apicultura co medio rural. As estratexias de desenvolvemento da apicultura na UE, teñen claramente identificado a importancia que esta actividade ten para as áreas rurais contribuíndo a fixar poboación

(https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/animals-and-animal-products/animal-products/honey_en)

É unha actividade económica complementaria excelente, por este, motivo, o número de apicultores e colmeares en Galicia estase a incrementar.

Amais a apicultura contribúe á valorización de ecosistemas vexetais pouco útiles noutros ámbitos da agrogandaría. Por exemplo áreas de matogueira, das que se pode obter mel e pole, bosques caducifolios para a obtención de mel de melada, etc. A visión produtiva que a actividade apícola da a estas áreas, colabora en proporcionar unha opinión favorable sobre elas, en detrimento de opinións negativas que poden ser semente, por exemplo de incendios forestais.

O incremento da resiliencia da apicultura é importante tamén para os servizos de polinización. Espérase que o proxecto proposto contribúa a unha mellor comprensión do papel das abellas nos agroecosistemas, á mellora da preservación dos recursos xenéticos e á mitigación dos impactos das actividades agrícolas sobre as abellas e outro polinizadores silvestres.

As actividades deste proxecto enmárcanse dentro do Reto I da RIS3: Xestión innovadora de recursos naturais e culturais e está especialmente relacionado coa prioridade I.3: Modernización dos sectores agrogandeiros, pesqueiro e forestal que ten como obxectivo: Modernizar os sectores pesqueiro, agrícola, gandeiro e forestal para que as explotacións sexan máis eficientes e rendibles; e tamén para xerar produtos e servizos innovadores.

O sector apícola ten un peso importante na dinamización do medio rural en Galicia, pois é unha actividade que se pode practicar a tempo parcial de xeito que se complementa a renda das explotacións agrarias, doutras gandarías, ou as rendas das familias con menores recursos, favorecendo o asentamento da poboación no rural e que poidan vivir no rural e do rural. É unha actividade pouco esixente en capitalización, da que se poden obter beneficios o primeiro ano. As explotacións apícolas son estantes (ubicadas nos mesmos emprazamentos). Ambos factores son positivos para a modernización das explotacións usando IoT, xa que a relación custe/beneficio para o apicultor é menor. Sen embargo, a capacidade tractora do sector para a inversión en actividades de

investigación (como é o de realizar programas de manexo integrado dos colmeares) e para adaptar o coñecemento é limitada.

Este proxecto é compatible con varios dos obxectivos de desenvolvemento sostible, principalmente cos ODS 9, 11, 12 e 15.



Figura 39. Obxectivos de desenvolvemento sostible relacionados co proxecto

9. Conclusións

Neste Grupo Operativo conformado para levar a cabo o proxecto: *Mellora da sostenibilidade apícola mediante o uso de novas tecnoloxías e a conservación da abella local*, participaron distintas entidades e apicultores a título individual. As entidades encargáronse da maior parte do traballo de campo e actividades a realizar; e os apicultores e apicultoras colaboraron ben poñendo a disposición as súas colmeas, para a testase dos sistemas de monitorización, como proporcionando información sobre as súas colmeas. En total colaboraron 81 apicultores, 4 entidades como membros do Grupo Operativo (Agrupación Apícola de Galicia, Universidade de Vigo, Boaga e CR IXP Mel de Galicia), dúas entidades colaboradoras no inicio do proxecto: Centro de recursos zoonéticos de Fontefiz, CFEA Sergude) e dúas entidades que colaboraron posteriormente para o desenvolvemento do proxecto (Laboratorio de Sanidade e Produción Animal de Galicia-LASAPAGA, da Consellería de Medio Rural e o Instituto Politécnico de Bragança a través do Centro de Investigación de Montaña- CIMO). O primeiro encargouse de analizar a presenza de patoloxías en abellas e o segundo centro realizou parte do procedemento para a análise mitocondrial en abellas).

O proxecto desenvolveuse con normalidade para cada unha das liñas propostas. Na primeira liña relacionada coa monitorización de colmeas e a proposta de un sistema integrado de manexo para as colmeas, testáronse os dous sistemas de sensores máis

axeitados para Galicia en distintos colmeares. Obtivéronse rexistros en continuo de datos internos e externos dos colmeares e detectouse cales son os principais inconvintes e vantaxes da introdución deste sistemas na apicultura. Cos datos tomados nesta actividade e na actividade seguinte elaboráronse unha serie de guías de boas prácticas, adaptadas a Galicia para o manexo das colmeas, e que están a disposición do sector apícola galego na páxina web da entidade responsable do proxecto. Algunhas delas móstranse como Anexo a este documento.

Na segunda liña de traballo, obtívoase unha visión xeral da variabilidade morfolóxica e molecular das abellas en Galicia xunto a datos de comportamento, obtidos de datos *in situ* da apicultura. Contamos cunha ampla participación, polo que se dispón actualmente dunha gran cantidade de datos que continuarán procesándose unha vez rematado o proxecto. En canto á conservación da abella negra galega, mencionar que nos distintos colmeares e entre colmeares atopouse variabilidade. A falta de información sobre as características da abella tradicional non axuda á diferenciación, por tanto, é necesario afondar máis en análises moleculares para decidir, cales son as poboacións obxecto de conservación. Por este motivo dúas accións desta actividade non se puideron levar a cabo. En todo caso, dispónse dun protocolo que presentamos para realizar a conservación do ecotipo en canto se dispoña de suficiente información.

A modo de conclusión, mencionar que o grupo operativo traballou de forma coordinada, exercendo cada membro do grupo as súas funcións e que os resultados do proxecto abren novas vías de traballo, tanto no eido da conservación, como na análise socioeconómica do sector apícola en Galicia.

10.Actividades de divulgación e difusión do proxecto

As actividades e resultados obtidos neste proxecto foron divulgados en distintos foros.

Destaca:

- ✓ Participación en eventos de apicultura: xornadas apícolas, feiras de apicultura, congresos de ámbito nacional e de ámbito internacional.
- ✓ Charlas e seminarios impartidos en distintos lugares.
- ✓ Notas de prensa e publicacións en revistas sectoriais.
- ✓ Publicacións en revistas especializadas
- ✓ Páxinas webs das entidades participantes
- ✓ Redes sociais das entidades participantes
- ✓ Televisión autonómica e programas de radio

A descrición e imaxes das actividades de divulgación e difusión achéganse no anexo I.

11. Bibliografía

- Abd-Elmawgood, B.H., Al-Rajhi, M.A. & El-Ashhab, A.O. (2015). Effect of the internal size and thermal insulation of the hive on bee colonies strength and productivity. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 93(1), 185–196.
- Ángel-Beamonte, E., Martín-Ramos, P., Santolaria, P., Sales, E., Abizanda, J., & Yániz, J. L. (2018). Automatic determination of landmark coordinates for honey bee forewing venation using a new MATLAB-based tool. *Journal of Apicultural Research*, 57(5), 605–610.
- Angel-Beamonte, E., Santolaria, P., Cortés-Calvo, S., Gonzalvo, M., Muñoz Gabaldón, I., De la Rúa, P., ... Yániz, J. (2024). Wing morphometric analysis using smartphone images and a free MATLAB-based tool: a case study with *Apis mellifera* from the Balearic Islands. *Journal of Apicultural Research*, 1–10.
- Bayir, R., & Albayrak, A. (2016). The monitoring of nectar flow period of honey bees using wireless sensor networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(11), 1550147716678003.
- Bencsik, M., Bencsik, J., Baxter, M., Lucian, A., Romieu, J., & Millet, M. (2011). Identification of the honey bee swarming process by analysing the time course of hive vibrations. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76(1), 44–50.
- Braga, A. R., Gomes, D. G., Rogers, R., Hassler, E. E., Freitas, B. M., & Cazier, J. A. (2020). A method for mining combined data from in-hive sensors, weather and apiary inspections to forecast the health status of honey bee colonies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 105161.
- Brodschneider, R., & Gray, A. (2021). How COLOSS Monitoring and Research on Lost Honey Bee Colonies Can Support Colony Survival. *Bee World*, 99(1), 8–10. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2021.1993611>
- Buswell, V., Ellis, J., Huml, J., Wragg, D., Barnett, M., Brown, A., e Knight, M. (2023). When One's Not Enough: Colony Pool-Seq Outperforms Individual-Based Methods for Assessing Introgression in *Apis mellifera mellifera*. *Insects*, 14 (5), 421.

- Cecchi, S., Spinsante, S., Terenzi, A., & Orcioni, S. (2020). A smart sensor-based measurement system for advanced bee hive monitoring. *Sensors*, 20(9), 2726.
- Chávez-Galarza J, López-Montañez R, Jiménez A, Ferro-Mauricio R, Oré J, Medina S, Rea R, Vásquez H. Mitochondrial DNA Variation in Peruvian Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Populations Using the tRNA^{leu}-cox2 Intergenic Region. *Insects*. 2021 Jul 14;12(7):641.
- Dainat, B., Evans, J. D., Chen, Y. P., Gauthier, L., & Neumann, P. (2012). Predictive Markers of Honey Bee Colony Collapse. *PloS One*, 7 (2), e32151.
- Diéguez-Antón, A., Rodríguez-Flores, M. S., Escuredo, O., & Seijo, M. C. (2022). Monitoring Study in Honeybee Colonies Stressed by the Invasive Hornet *Vespa velutina*. *Veterinary Sciences*, 9(4), 183.
- EFSA (2018). Terms of reference for an EU Bee partnership. EFSA supporting publication 2018:EN-1423. 18 pp.
- Ferrari, S., Silva, M., Guarino, M., & Berckmans, D. (2008). Monitoring of swarming sounds in bee hives for early detection of the swarming period. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1), 72-77.
- Fitzgerald, D. W., Murphy, F. E., Wright, W. M., Whelan, P. M., & Popovici, E. M. (2015, June). Design and development of a smart weighing scale for beehive monitoring. In 2015 26th Irish Signals and Systems Conference (ISSC) (pp. 1-6). IEEE.
- Flores, J. M., Gil-Lebrero, S., Gámiz, V., Rodríguez, M. I., Ortiz, M. A., & Quiles, F. J. (2019). Effect of the climate change on honey bee colonies in a temperate Mediterranean zone assessed through remote hive weight monitoring system in conjunction with exhaustive colonies assessment. *Science of the Total Environment*, 653, 1111-1119.
- Franganillo, A. R. (2005). La conservación de razas autóctonas y el desarrollo rural. *Recursos Rurais*, 1, 61-70.
- Hernández Carlos, A., & Castellanos, I. (2020). Effect of the internal size of the hive on brood, honey, and pollen production in *Apis mellifera* colonies in the central Mexican plateau. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), 757-770.

- Human, H., Nicolson, S. W., & Dietemann, V. (2006). Do honeybees, *Apis mellifera scutellata*, regulate humidity in their nest?. *Naturwissenschaften*, 93, 397-401.
- Ilyasov, R. A., Lee, M. L., Takahashi, J. I., Kwon, H. W., & Nikolenko, A. G. (2020). A revision of subspecies structure of western honey bee *Apis mellifera*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(12), 3615-3621.
- Jiang, J. A., Wang, C. H., Chen, C. H., Liao, M. S., Su, Y. L., Chen, W. S., ... & Chuang, C. L. (2016). A WSN-based automatic monitoring system for the foraging behavior of honey bees and environmental factors of beehives. *Computers and Electronics in Agriculture*, 123, 304-318.
- Kandemir, İ., Özkan, A., & Fuchs, S. (2011). Reevaluation of honeybee (*Apis mellifera*) microtaxonomy: a geometric morphometric approach. *Apidologie*, 42 (5), 618-627.
- Kviesis, A., Zacepins, A., Fiedler, S., Komasilovs, V., & Laceklis-Bertmanis, J. (2020). Automated system for bee colony weight monitoring. *Agrofor*, 5(2).
- Lecocq, A., Kryger, P., Vejsnaes, F., & Bruun Jensen, A. (2015). Weight watching and the effect of landscape on honeybee colony productivity: Investigating the value of colony weight monitoring for the beekeeping industry. *PLoSOne*, 10(7), e0132473.
- Meana, A., Llorens-Picher, M., Euba, A., Bernal, J. L., Bernal, J., García-Chao, M., Dagnac, T., Castro-Hermida, J. A., Gonzalez-Porto, A. V., Higes, M., & Martín-Hernández, R. (2017). Risk factors associated with honey bee colony loss in apiaries in Galicia, NW Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15(1), e0501.
- Meikle, W. G., & Holst, N. (2015). Application of continuous monitoring of honeybee colonies. *Apidologie*, 46, 10-22.
- Meixner, M. D., Pinto, M. A., Bouga, M., Kryger, P., Ivanova, E., & Fuchs, S. (2013). Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-28.
- Mougel, F., Solignac, M., Vautrin, D., Baudry, E., Ogden, J., Tchaplal, A., ... & Gilbert, H. (2012). Quantitative traits loci (QTL) involved in body colour, wing

- morphometry, cuticular hydrocarbons and venom components in honeybee. *Apidologie*, 43, 162-181.
- Papachristoforou, A., Sueur, J., Rortais, A., Angelopoulos, S., Thrasyvoulou, A., & Arnold, G. (2008). High frequency sounds produced by Cyprian honeybees *Apis mellifera cypria* when confronting their predator, the Oriental hornet *Vespa orientalis*. *Apidologie*, 39(4), 468-474.
- Qandour, A., Ahmad, I., Habibi, D., & Leppard, M. (2014). Remote beehive monitoring using acoustic signals. *Australian Acoustical Society*, 42, 204-209.
- Ruttner, F. (1988). Biogeography and Taxonomy of Honeybees. En *Springer eBooks*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-72649-1>.
- Ruttner, F., Milner, E., & Dews, J. E. (2004). *The dark European honeybee: Apis mellifera mellifera Linnaeus 1758*. WritersPrintShop.
- Sánchez, V., Gil, S., Flores, J. M., Quiles, F. J., Ortiz, M. A., & Luna, J. J. (2015). Implementation of an electronic system to monitor the thermoregulatory capacity of honeybee colonies in hives with open-screened bottom boards. *Computers and Electronics in Agriculture*, 119, 209-216.
- Stabentheiner, A., Kovac, H., & Brodschneider, R. (2010). Honeybee colony thermoregulation—regulatory mechanisms and contribution of individuals in dependence on age, location and thermal stress. *PLoS One*, 5(1), e8967.
- Stalidzans, E., & Berzonis, A. (2013). Temperature changes above the upper hive body reveal the annual development periods of honey bee colonies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 90, 1-6.
- Techer, M.A., Clémencet, J., Turpin, P. et al. Genetic characterization of the honeybee (*Apis mellifera*) population of Rodrigues Island, based on microsatellite and mitochondrial DNA. *Apidologie* 46, 445–454 (2015). <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0335-9>
- Terenzi, A., Cecchi, S., & Spinsante, S. (2020). On the importance of the sound emitted by honey bee hives. *Veterinary Sciences*, 7(4), 168.
- Van der Zee, R.; Pisa, L.; Andonov, S.; Brodschneider, R.; Chlebo, R.; Coffey, M.; Crailsheim, K.; Dahle, B.; Gajda, A., & Gray, A. (2012) Managed honey bee colony

- losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008–9 and 2009–10. *Journal of Apicultural Research*, 51, 100-114.
- Yániz, J., Ángel, E., Ramos, P. M., Sales, E., e Santolaria, P. (2016). Caracterización de la abeja melífera en la provincia de Huesca. *Lucas Mallada. Revista de Ciencias*, 18, 257-271. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6093746.pdf>.
- Zacepins, A., Brusbardis, V., Meitalovs, J., & Stalidzans, E. (2015). Challenges in the development of Precision Beekeeping. *Biosystems Engineering*, 130, 60-71.
- Zeaiter, Z., & Myerscough, M. R. (2020). Poor hive thermoregulation produces an Allee effect and leads to colony collapse. *Journal of Theoretical Biology*, 503, 110361.
- Zhu, X., Xu, X., Zhou, S., Wang, Q., Chen, L., Hao, Z., & Zhou, B. (2018). Low temperature exposure (20 °C) during the sealed brood stage induces abnormal venation of honey bee wings. *Journal of Apicultural Research*, 57(3), 458-465.