

Designação do projeto: PEGADA 4.0 – Sustentabilidade da Atividade Agrícola Suportada por Processos e Tecnologias Inteligentes

Código do projeto: PRR-C05-i03-I-000099

Objetivos operacionais:

- Reforçar a digitalização, de forma abrangente, igualitária e inclusiva
- Promover a utilização de tecnologias como Internet of Things (IoT), big data e de inteligência artificial, entre outras
- Aumentar a rentabilidade, a resiliência e a sustentabilidade dos sistemas de produção através de uma maior utilização das tecnologias de precisão

Entidades beneficiárias:

Universidade de Évora
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.
AGRO-VALE LONGO, LDA
Agroinsider, Lda
Associação Nacional dos Produtores de Cereais
Associação Nacional dos Produtores de Milho e Sorgo
Azevinho Campestre
CARRILHA DE PALMA - SOCIEDADE AGRICOLA LDA
Conqueiros Invest, Lda.
Egocultum, unipessoal Lda
FJ Campino Unipessoal
Instituto Politécnico de Beja
Instituto Politécnico de Santarém
Instituto Superior de Agronomia
João Rodrigo Mendes
Mencoca Agricultura, Lda
Quinta da Cholda SA
Romano Colaço Unipessoal
Rumiagro Sociedade Unipessoal Lda
Sociedade Agrícola Barrada Oriental, Lda
Sociedade Agrícola Courela da Figueira
SOCIEDADE AGRICOLA DA HERDADE DE TORRE DE CURVO, LDA
Sociedade Agrícola da Herdade do Pigeiro, Lda
Sociedade Agrícola do Ameixial SA
Torre das Figueiras, Sociedade Agrícola Lda
Universidade de Coimbra
InovTechAgro -Centro Nacional de Competências para a Inovação Tecnológica do Sector Agrofloresta

Data de início: 2022/10/01

Data de conclusão: 2025/09/30

Custo total elegível: 518.314,72€

Custo total elegível INIAV: 21.257,61€

Comparticipação Comunitária: 100%

Objetivos, atividades e resultados esperados:

O projeto **PEGADA 4.0** que tem como **objetivos** centrais: i) Avaliar as pegadas climática, hídrica, de poluição difusa, de paisagem e de biodiversidade de distintos produtores agrícolas com sistemas produtivos associados aos cereais, hortícolas e horto-industriais; ii) Estudar, desenvolver e validar as tecnologias e soluções digitais no âmbito da Agricultura 4.0 mais adequadas para reduzir tais pegadas; iii) Transferir os conhecimentos adquiridos ao tecido produtivo, capacitando e demonstrando as vantagens e benefícios associados aos mesmos; e iv) fomentar a participação cidadã na procura de soluções face aos desafios apresentados.

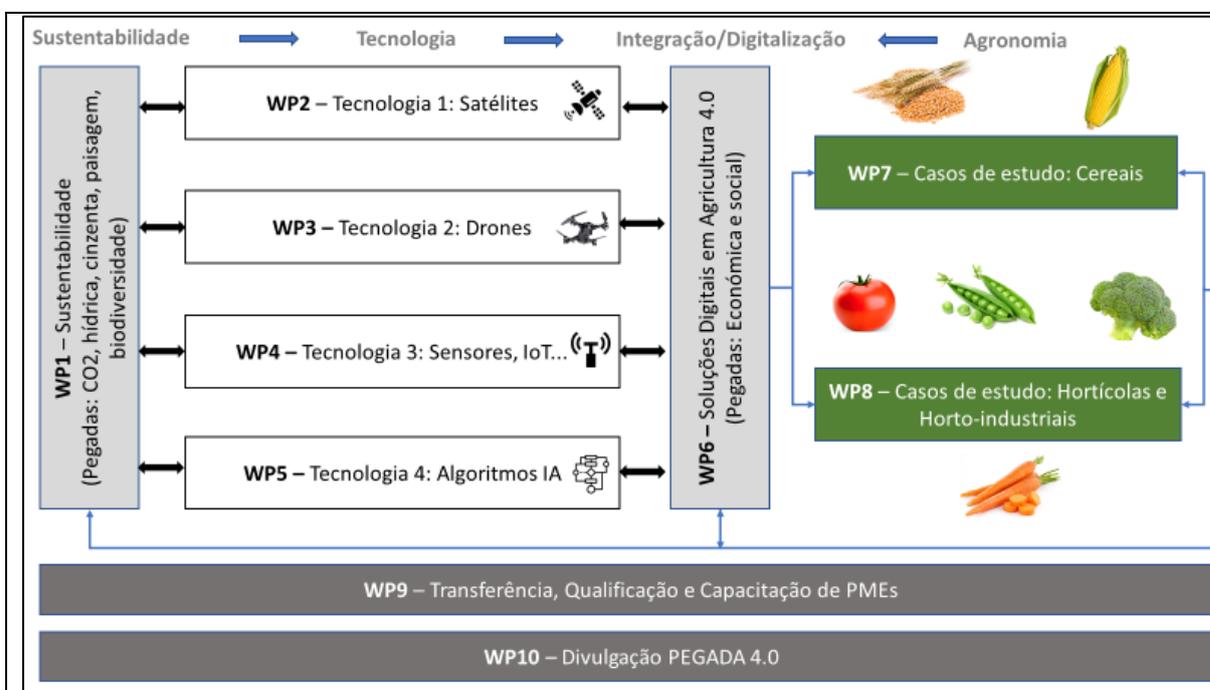


Figura 3 – Esquema das principais Work Packages (WP) a desenvolver e suas relações de interdependência no projeto **PEGADA 4.0**.

Face ao âmbito geográfico do projeto cada membro do consórcio lidera determinado tipo de atividades e tem responsabilidades assignadas em atividades lideradas por outros membros do consórcio. Do ponto de vista geográfico, o centro do país terá o apoio maioritario da UC, no Ribatejo e Oeste da ESAS e ISA, no Alentejo da UÉvora/MED, ESAB e INIAV. || Do ponto de vista dos recursos humanos (RH), serão utilizados os RH próprios das instituições face aos objetivos delineados e para além destes e de forma especial as ENESII contratarão recursos humanos externos para dar apoio ao trabalho experimental e de campo que será desenvolvido no âmbito do **PEGADA 4.0**

WP1 – Sustentabilidade (Pegadas: CO2, hídrica, de poluição difusa, paisagem, biodiversidade)

Este WP tem como objetivo estudar as pegadas de CO2, hídrica, de poluição difusa, paisagem e biodiversidade dos “alimentos foco” (cereais, hortícolas e horto-industriais) produzidos tendo em consideração os distintos tipos de solo, clima e sistemas de produção, objetivos e estratégias das PME's Agro pertencentes ao consórcio. || Como resultado deste WP espera-se poder perceber por tipo de “alimento foco” produzido, quais são os pontos críticos da produção em distintas situações produtivas e regiões e como é que as tecnologias de Agricultura 4.0 (WP2, WP3, WP4 e WP5) poderão ajudar a reduzir os mesmos. **WP1.1** (AgroInsider) – Recolha de dados das pegadas - A AgroInsider face à experiência relevante que tem no âmbito do consórcio Landmarc (2020-2024), com casos de estudo a nível mundial (<https://youtu.be/LEp9dwkffjM>) será responsável por recolher, junto das PME's agro, os dados mais relevantes para o cálculo das pegadas de CO2, hídrica e de poluição difusa. Por outro lado, face à sua competência tecnológica no uso dos satélites da Agência Espacial Europeia (ESA) irá fornecer aos parceiros responsáveis pelo estudo da paisagem e da biodiversidade os indicadores remotos de paisagem e de diversidade radiométrica de todas as unidades de produção (cultura, parcela, herdade) associadas às PME's Agro. A análise dos dados de satélite considerará o histórico da atividade agrícola desde 2017 (constelação completa dos satélites Sentinel 1 e 2 da ESA) até ao término do projeto por forma a considerar a variabilidade inter-anual. **WP1.2** (ISA) – Análise de dados das pegadas - Os dados recolhidos ou produzidos serão analisados pelos líderes e parceiros associados de cada pegada, que neste caso serão: CO2 (ESAB, AgroInsider), hídrica (ISA, ESAS, AgroInsider), de poluição difusa (ESAS, ISA, AgroInsider), paisagem (UÉvora/MED, AgroInsider) e biodiversidade (UC, INIAV, UÉvora/MED, AgroInsider). Face aos resultados obtidos discutir com todos os parceiros do **PEGADA 4.0** com conhecimentos respetivamente, nos itinerários tecnológicos de cada cultura (CO2), na gestão da rega (hídrica), na gestão de nutrientes e pesticidas (de poluição difusa), no desenvolvimento rural e património territorial (paisagem), na diversidade genética e específica (biodiversidade) por forma a reduzir as últimas, bem como, as tecnologias e processos mais relevantes para atingir tal propósito. **WP1.3** (UÉvora/MED) – Trabalhos

experimentais - Face a todas as análises efetuadas no âmbito das tarefas WP1.1 e WP1.2 os líderes e parceiros de cada pegada delinearão os trabalhos experimentais a desenvolver dentro das PMEs Agro selecionadas para o efeito por forma a testar e a analisar as potenciais soluções discutidas. **Entregáveis:** E1.1) Base de dados das pegadas de CO₂, hídrica, de poluição difusa, paisagem e biodiversidade dos “alimentos foco” (cereais, hortícolas e horto-industriais); E1.2) Relatório com a análise das pegadas tendo em consideração os distintos tipos de solo, clima, unidades/tipologias da paisagem e sistemas de produção e estratégias das PMEs Agro pertencentes ao **PEGADA 4.0**; E1.3) Relatório com proposta da estratégia experimental a desenvolver junto das PMEs agro do **PEGADA 4.0**, tendo em consideração cada uma das pegadas.

WP2 – Tecnologia 1: Satélites

Este WP pretende estudar o valor da tecnologia dos satélites no âmbito da Agricultura 4.0, dando suporte ao estudo de todas as pegadas em análise. **WP2.1** (AgroInsider) – Estudo do histórico agrícola – Com os satélites da ESA cada PME Agro, juntamente com os dados recolhidos no WP1.1., irá ser analisada desde 2017 (mais disponibilidade de dados) até ao término do projeto a distintas escalas de análise: i) herdade (CO₂, estrutura e funcionalidade da paisagem, biodiversidade); e ii) parcela (CO₂, hídrica e de poluição difusa). **WP2.2** (UÉvora/MED) – Zonas de gestão e amostragem inteligente – Face às distintas escalas de análise do WP2.1 serão delineadas zonas de gestão (herdade, parcela) como forma de calcular as zonas de amostragem inteligente ou de colocação de sensórica específica, ou de estudo da estrutura e funcionalidade da paisagem e da biodiversidade. **WP2.3** (ESAB) – Anomalias – Detecção de anomalias no que toca às relações solo-água-planta, máquinas de rega ou outras por monitorização contínua das parcelas em campanha. **Entregáveis:** E2.1) Relatório da observação satélite (sensores óticos e radar) com o estudo do histórico agrícola; E2.2) Relatório com as zonas de gestão (herdade, parcela, unidade da paisagem) e locais de amostragem; E2.3) Relatórios de monitorização com a identificação de anomalias agrícolas.

WP3 – Tecnologia 2: Drones

Ao contrário das imagens de satélite, os drones não podem cobrir todo o globo a um custo aceitável, como tal, têm que ser valorizados para trabalhos com maior valor acrescentado. Nesse sentido neste WP os mesmos serão utilizados para realizar estudos de maior detalhe e proximidade. **WP3.1** (ISA) – Agricultura e Paisagem – As herdades das PME Agro escolhidas para análises de maior detalhe no que toca a processos agrícolas (deficits hídricos, nutricionais, etc.), de paisagem e de biodiversidade serão sobrevoadas com drones por forma a caracterizar a diversidade da ocupação de solo a uma micro escala, complementando os dados do WP1.1 e WP2.1 e reduzindo dessa forma os custos no que toca à visita de toda a

herdade. **WP3.2 (ESAS)** – Detecção de anomalias em maquinaria agrícola – Falar de Agricultura 4.0 é falar de aplicação diferenciada de fatores de produção (VRT), todavia a maquinaria agrícola (distribuidores de fertilizantes, de pesticidas, etc.) deverá estar aferida e calibrada. Assim sendo e com base no WP3.1, os drones serão utilizados para registar a uniformidade de aplicação das máquinas VRT como forma de garantir a eficácia na aplicação de fertilizantes e fitofármacos e assim reduzir a pegada de poluição difusa. **Entregáveis:** E3.1) Cartografia de voos drone e análise detalhada da paisagem/biodiversidade; E3.2) Avaliação da uniformidade na aplicação de fertilizantes e fitofármacos

WP4 – Tecnologia 3: Sensores IoT (escala local)

A localização dos sensores próximos (humidade do solo, caudal água, gravadores de avifauna e morcegos, fotos e vídeo de biodiversidade...) é obtida a partir dos sensores remotos (WP1.1) por forma a que os dados recolhidos possam representar situações relevantes do ponto de vista das variáveis a amostrar. Os dados obtidos neste WP serão analisados por técnicas de Inteligência Artificial (IA) no WP5. **WP4.1 (ISA)** – Sensores IoT – Os sensores IoT (LoRa, GSM, wifi...) humidade do solo são importantes na monitorização da humidade do solo e na redução da pegada hídrica. Serão por isso testados as suas funcionalidades e as barreiras ao seu uso nas culturas de uso intensivo de água. **WP4.2 (UÉvora/MED)** – Sensores biodiversidade – Distintos são os sensores a utilizar na monitorização e inventariação local da biodiversidade, nomeadamente gravadores áudio para avifauna, imagem e vídeo para outro tipo de fauna e flora. **WP4.3 (UC)** – Armadilhas de pragas – As armadilhas de pragas são hoje em dia relevantes na redução da pegada dos pesticidas, como tal serão analisadas do ponto de vista tecnológico e do tratamento da informação (algoritmos de inteligência artificial). **Entregáveis:** E4.1) Instalação de sensores de humidade de solo em PMEs Agro, base de dados associada e análise dos dados e barreiras encontradas na otimização da pegada hídrica; E4.2) instalação de sensores de biodiversidade, base de dados associada, análise de resultados e sugestões de melhoria; E4.3) deteção de pragas e alarmística.

WP5 – Tecnologia 4: Algoritmos IA (escalabilidade)

Os algoritmos de inteligência artificial são hoje em dia muito úteis no tratamento e análise de grandes volumes de dados favorecendo dessa forma a escalabilidade de processos. **WP5.1 (UC)** – Desenvolvimento de algoritmos IA na deteção automática de espécies de aves, morcegos e outros a partir dos registos áudio, imagem e vídeo, todos eles recolhidos em campo de forma continua no WP4.2. Estes algoritmos favorecerão a escalabilidade da deteção de espécies em campo. **WP5.2 (AgroInsider)** – Desenvolvimento de algoritmos IA como forma de escalar os processos dinâmicos à escala de paisagem (corredores, matrizes...) tendo em consideração os padrões da paisagem detetados no WP1.1., as medições de biodiversidade

local efetuadas no WP4.2 e os algoritmos de análise automática desenvolvidos no WP5.1.

Entregáveis: E5.1) Algoritmos IA para deteção automática de espécies (áudio, imagem e vídeo); E5.2) Algoritmos IA e sua associação escalável com os processos dinâmicos da paisagem medidos por imagens de satélite.

WP6 – Soluções Digitais em Agricultura 4.0: Pegadas: Económica e social

A atual forma de chegar ao utilizador final com informação relevante para a tomada de decisão e criação de valor económico e social, passa pelo uso do smartphone e de Apps que desempenham a tarefa de entregar informação relevante, bem como, fomentar a integração e digitalização de processos. **WP6.1** (AgroInsider) – O resultado de todo o trabalho desenvolvido a montante (WP2 a WP5, mais tecnológicos) e a jusante (WP7, mais agronómico) do **PEGADA 4.0** será consolidado e integrado na WebApp “smartAG” da AgroInsider de maneira a favorecer a digitalização de processos e a sustentabilidade da atividade agrícola (WP1). **WP6.2** (AgroInsider) – A digitalização de processos é normalmente relevante para a criação de valor económico e social, contudo, enfrenta sempre muitas barreiras do ponto de vista humano que convém enfrentar. Será por isso realizado um estudo com as PME Agro por forma a conhecer tais barreiras na WebApp construída e dessa forma perceber como ultrapassá-las e criar valor social. **Entregáveis:** E6.1) Integração de resultados do projecto na WebApp smartAG da AgroInsider; E6.2) estudo das barreiras à digitalização de processos em agricultura

WP7 – Casos de estudo: Cereais

WP7.1 (INIAV) – A escolha da variedade mais ajustada a cada ambiente versus sistema cultural é determinante quando se quer diminuir o impacto das diferentes pegadas. Serão selecionadas e testadas diferentes variedades por espécie tendo em consideração o seu potencial produtivo e de adaptação (Genótipo x Ambiente x Itinerário). **WP7.2** (ESAB) – Os cereais de outono-inverno podem ser relevantes na otimização da pegada hídrica, pois pequenas quantidades de rega podem fazer a diferença no que toca à produtividade dos mesmos e à produtividade da água. Serão ainda analisados sob o ponto de vista de culturas de cobertura numa perspetiva de aumentar a matéria orgânica do solo e a redução de todas as pegadas elencadas anteriormente a analisar no âmbito do projeto. **WP7.3** (ISA) – Os cereais de primavera-verão como o milho e arroz são relevantes pela quantidade de água e energia que gastam, sendo por isso necessário analisá-los sobre este ponto de vista por forma a reduzir a sua pegada hídrica e de CO₂, em particular o arroz, a cultura agrícola com a maior pegada de CO₂ existente face às emissões de metano que esta produz. **WP7.4** (UÉvora/MED) – Um dos grandes problemas que existem na ligação entre a produção animal e a atividade agrícola são a distribuição de chorumes de índole animal em terrenos agrícolas (cereais,

pastagens, hortícolas...). Este tipo de atividade apresenta normalmente um rasto elevado do ponto de vista da pegada de poluição difusa, serão por isso avaliadas soluções tecnológicas existentes de distribuição por forma a reduzir este tipo de pegada. **Entregáveis:** E7.1) Lista de variedades recomendadas; E7.2) Relatórios sobre o valor da digitalização de processos e das tecnologias testadas à resiliência climática e à redução das pegadas calculadas no WP1.1: i) Cereais outo-inverno; ii) Cereais primavera-verão; iii) Distribuição de chorumes.

WP8 – Casos de estudo: Hortícolas e Horto-industriais

As hortícolas e horto-industriais são normalmente o tipo de culturas com a menor pegada de CO2 pois são normalmente muito produtivas considerando os inputs introduzidos, contudo o desafio neste tipo de culturas tem que ver com a pegada de poluição difusa, pois utilizam grandes quantidades de matéria orgânica de origem animal ou outros (ex: ETARS...). **WP8.1** (ESAS) – Culturas como a batata, a cenoura, o tomate e as couves serão analisadas do ponto de vista das pegadas a analisar no âmbito do projeto e já elencadas anteriormente. **WP8.2** (INIAV) – As leguminosas/proteoginosas são culturas altamente relevantes na produção de proteína com pegada reduzida. Estas culturas serão analisadas do ponto de vista da sua integração em sistemas rotacionais para reduzir a pegada da rotação como um todo, ou proporcionando alternativas resilientes às alterações climáticas. **Entregáveis:** E8.1) Relatórios sobre o valor da digitalização de processos e das tecnologias testadas à resiliência climática e à redução das pegadas calculadas no WP1.1: i) Hortícolas e Horto-industriais; ii) Leguminosas/Proteoginosas.

WP9 – Transferência, Qualificação e Capacitação de PMEs

(ANPROMIS e ANPOC) – E9.1) Workshops (2); E9.2) grupos de discussão ZOOM (2); E9.3) dias de campo no âmbito dos cereais, hortícolas e horto-industriais (2): i) Pegadas, resiliência e sustentabilidade; ii) Tecnologias de agricultura 4.0; e iii) Digitalização de processos agrícolas.

WP10 – Divulgação PEGADA 4.0

(TODOS) – i) Artigos técnicos (3) e científicos (3); ii) Manual da digitalização agrícola para empresários agrícolas (1); iii) Feiras e/ou conferências (2); iv) Comunicações em redes sociais.

As ações e o consórcio proposto no PEGADA 4.0 impactará o sector pois contribuirá para o desenvolvimento de uma agricultura mais resiliente e mais retributiva, que protege o ambiente, assegura a sustentabilidade dos recursos água, solo e biodiversidade e contribui para uma transição climática, alicerçada numa “Rede de Inovação” transdisciplinar com uma cobertura territorial significativa do país, estimulando dessa forma o desenvolvimento de um ecossistema empresarial jovem, independente do género e suportado pela inovação social que valoriza a incorporação do conhecimento, da tecnologia e da participação cidadã.

Face à abrangência geográfica da problemática a enfrentar o PEGADA 4.0 promove a cooperação nacional (este consórcio), transfronteiriça (Projecto HIBA) e internacional (Projectos H2020: Landmarc e PestNu) na interface entre o sistema académico, científico e tecnológico e o tecido empresarial português, garantindo dessa forma as condições necessárias no que toca aos recursos humanos, equipamentos, meios técnicos e financeiros exigidos para potenciar o seu impacto.

8.0 – Linhas de ação por WP, indicadores e metas

Tabela 2 – Indicadores e metas por linha de ação por WP

WP	Indicadores (Metas)	Linha(s) de ação*
WP1	1) Cálculo e análise das pegadas CO2, hídrica, de poluição difusa, biodiversidade, paisagem (20 SMEs Agro); 2) Campos experimentais (6 SMEs Agro)	8.1; 8.4
WP2	1) Imagens de satélite e histórico agrícola (de 2017a 2025) à escala da parcela/herdade (20 SMEs Agro); 2) Zonas de gestão, amostragens inteligentes (20 SMEs Agro); 3) Lista de anomalias (20 SMEs Agro)	8.1; 8.4
WP3	1) Voos de drone ocupação de solo (6 SMEs); 2) Voos de drone equipamentos (3 Equipamentos VRT)	8.1; 8.3; 8.4
WP4	Instalação sensores: 1) IoT (6 SMEs Agro); 2) Biodiversidade (6 SMEs Agro); 3) Pragas (6 SMEs Agro)	8.3
WP5	Algoritmo IA: 1) Agro (1 Alg.); 2) Biodiversidade (1 Alg.); 3) Paisagem (1 Alg.)	8.4
WP6	Integr. App de Alg. IA: 1) Agro (1 Int. App); 2) Biodiversidade (1 Int. App); 3) Paisagem (1 Int. App); 4) Relatório barreiras à digitalização (1 relatório)	8.1; 8.3; 8.4
WP7	1) Lista variedades (1 relatório/lista); 2) Relatórios cereais (sequeiro e regadio) (1 relatório)	8.1; 8.4
WP8	1) Lista variedades (1 relatório/lista); 2) Relatórios hortícolas e horto-industriais (1 relatório)	8.1; 8.4
WP9	1) Workshops (2); 2) Grupos de discussão Zoom (2); 3) Dias de campo (2)	8.1; 8.3; 8.4
WP10	1) Artigos científicos (3); 2) Artigos técnicos (3); 3) Manual (1); 4) Feiras (2); 5) Redes sociais (3 redes)	8.1; 8.3; 8.4

***Linhas de ação:** Agricultura de Precisão (**8.1**); Tecnologia (**8.3**); Dados (**8.4**).

Considerando os objetivos **Terra futura**: **a)** Aumentar, em 20 %, o nível de adesão à Dieta Mediterrânica; **b)** Instalar 80 % dos novos jovens agricultores nos territórios de baixa densidade; **c)** Aumentar o valor da produção agroalimentar em 15 %; **d)** Mais de metade (+50 %) da área agrícola em regimes de produção sustentável reconhecidos; listamos de seguida os WP do projeto **PEGADA 4.0** bem como a sua pontuação de acordo a tais objetivos.

Tabela 3– Lista e pontuação do **PEGADA 4.0** de acordo com os objetivos **Terra futura**
(1 cumpre menos e 5 cumpre mais os objetivos).

Terra Futura	WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6	WP7	WP8	WP9	WP10
a)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
b)	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4
c)	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
d)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

11.0 Cronograma

Tabela 4 – Cronograma do projeto **PEGADA 4.0** (3 anos)

WPs	Líder	1ºTRIM	2ºTRIM	3ºTRIM	4ºTRIM	5ºTRIM	6ºTRIM	7ºTRIM	8ºTRIM	9ºTRIM	10ºTRIM	11ºTRIM	12ºTRIM
WP1	UÉvora/MED												
WP1.1	Agroinsider		E1.1										
WP1.2	ISA			E1.2									
WP1.3	UÉvora/MED				E1.3								
WP2	ESAB												
WP2.1	Agroinsider												E2.1
WP2.2	UÉvora/MED				E2.2								
WP2.3	ESAB												E2.3
WP3	ESAS												
WP3.1	ISA								E3.1				
WP3.2	ESAS								E3.2				
WP4	ISA												
WP4.1	ISA										E4.1		
WP4.2	UÉvora/MED										E4.2		
WP4.3	UC										E4.3		
WP5	UC												
WP5.1	UC										E5.1		
WP5.2	Agroinsider										E5.2		
WP6	Agroinsider												
WP6.1	Agroinsider												E6.1
WP6.2	Agroinsider												E6.2
WP7	INIAV												
WP7.1	INIAV												E7.1
WP7.2	ESAB												E7.2
WP7.3	ISA												E7.2
WP7.4	UÉvora/MED												E7.2
WP8	ESAS												
WP8.1	ESAS												E8.1
WP8.2	INIAV												E8.1
WP9	ANPROMIS ANPOC					E9.1; E9.2			E9.2; E9.3		E9.1		E9.3
WP10	UÉvora/MED				M1				M2				M3