



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT  
**AGRICULTURA DE PRECISIÓ,  
AUTOMÀTICA I ROBÒTICA**

Coordinació: ESCOLA AGUSTI, ALEXANDRE

Any acadèmic 2023-24

## Informació general de l'assignatura

<b>Denominació</b>	AGRICULTURA DE PRECISIÓ, AUTOMÀTICA I ROBÒTICA				
<b>Codi</b>	102574				
<b>Semestre d'impartició</b>	2N Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA				
<b>Caràcter</b>	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat	
	Grau en Enginyeria Agrària i Alimentària	3	OBLIGATÒRIA	Presencial	
<b>Nombre de crèdits assignatura (ECTS)</b>	6				
<b>Tipus d'activitat, crèdits i grups</b>	<b>Tipus d'activitat</b>	PRACAMP	PRALAB	PRAULA	TEORIA
	<b>Nombre de crèdits</b>	0.4	1.4	1.1	3.1
	<b>Nombre de grups</b>	1	1	1	1
<b>Coordinació</b>	ESCOLA AGUSTI, ALEXANDRE				
<b>Departament/s</b>	CIÈNCIA I ENGINYERIA FORESTAL I AGRÍCOLA				
<b>Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant</b>	Hores presencials: 60 Hores no presencials: 90				
	Cada crèdit o ECTS equival a 25 hores de treball de l'estudiantat. 10 de les quals són presencials (és a dir, són activitats de l'estudiantat amb el professorat) i la resta, 15 hores, són de treball autònom.				
<b>Informació important sobre tractament de dades</b>	Consulteu <a href="#">aquest enllaç</a> per a més informació.				
<b>Idioma/es d'impartició</b>	Català				
<b>Distribució de crèdits</b>	Veure taula de tipus d'activitats				

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
ARNO SATORRA, JAIME	jaume.arno@udl.cat	1,5	
ESCOLA AGUSTI, ALEXANDRE	alex.escola@udl.cat	2,5	
LLORENS CALVERAS, JORDI	jordi.llorens@udl.cat	2	

## Informació complementària de l'assignatura

### Assignatura/matèria en el conjunt del pla d'estudis

En l'àmbit de l'especialitat d'*Enginyeria Rural i Ambiental*, l'enginyer/a agrari/a i alimentari/a ha de saber seleccionar i aplicar les tecnologies de la informació i comunicació (TICs) a l'agricultura i la ramaderia. Els sensors i els sistemes satel·litaris de navegació global (SSNG) per al monitoratge dels cultius i del bestiar, l'anàlisi de la informació espacial i els dispositius electrònics d'actuació variable en equips i maquinària agrícola són tecnologies cada cop més utilitzades en el sector agrari. Per altra banda, els sistemes d'automatització i control, i els sistemes robotitzats són un element clau en molts processos de producció agrària. La visió integradora d'aquestes tecnologies i la seva aplicació pràctica són els objectius fonamentals d'aquesta assignatura.

### Recomanacions

Són especialment útils els coneixements previs assolits en les assignatures *Fonaments de l'Enginyeria Rural i Topografia*, *SIG i Teledetecció* i *Estadística i Informàtica*. Per altra banda, és aconsellable cursar aquesta assignatura simultàniament a les assignatures *Mecanització Agrària*, *Regs* i *GNSS, MDT i CAD*.

### Nota important

Segons la normativa de la Universitat de Lleida, l'enregistrament de les sessions de classe i pràctiques sense permís i la seva utilització indeguda pot comportar sancions greus a l'alumnat, que poden arribar a implicar l'expulsió de la universitat.

### Avís important

És OBLIGATORI que l'alumnat porti els següents equips de protecció individual (EPI) en el transcurs de les pràctiques docents de laboratori:

- Bata laboratori blanca unisex
- Guants de protecció mecànica

Els EPI s'hauran d'adquirir a la botiga **ÚDELS** de la UdL, situada a:

Centre de Cultures i Cooperació Transfronterera – Campus Cappedont

Carrer de Jaume II, 67 baixos

25001 Lleida

<http://www.publicacions.udl.cat/>

## Objectius acadèmics de l'assignatura

Els objectius a assolir inclouen:

1. Donar a conèixer els elements bàsics que formen part d'un sistema d'automatització i control.
2. Donar a conèixer i saber aplicar els sistemes per a l'adquisició i el monitoratge de cultius en el que es coneix com a Agricultura de Precisió.
3. Donar a conèixer els sistemes de navegació i georeferenciació i les tecnologies d'aplicació variable en equips i maquinària agrícola.
4. Utilitzar i aplicar l'anàlisi espacial de dades per a la zonificació a nivell de parcel·la.
5. Donar a conèixer les diferents metodologies i tècniques que proposen l'Agricultura i la Ramaderia de Precisió.
6. Introduir els sistemes robotitzats i la seva aplicació en agricultura i ramaderia.

## Competències

Competències bàsiques:

CB1. Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

CB2. Que els estudiants sàpiguen aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseeixin les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins la seva àrea d'estudi

CB3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

Competències generals:

CG1. Capacitat per a la preparació prèvia, concepció, redacció i signatura de projectes que tinguin per objecte la construcció, reforma, reparació, conservació, demolició, fabricació, instal·lació, muntatge o explotació de béns mobles o immobles que per la seva naturalesa i característiques quedin compresos en la tècnica pròpia de la producció agrícola i ramadera (instal·lacions o edificacions, explotacions, infraestructures i vies rurals), la indústria agroalimentària (indústries extractives, fermentatives, làcties, conserveres, hortofructícoles, càrnies, pesqueres, de salaons i, en general, qualsevol altra dedicada a la elaboració i / o transformació, conservació, manipulació i distribució de productes alimentaris) i la jardineria i el paisatgisme (espais verds urbans i / o rurals -parcs, jardins, viviers, arbrat urbà, etc.-, instal·lacions esportives públiques o privades i entorns sotmesos a recuperació paisatgística).

CG2. Coneixement adequat dels problemes físics, les tecnologies, maquinària i sistemes de subministrament hídric i energètic, els límits imposats per factors pressupostaris i normativa constructiva, i les relacions entre les instal·lacions o edificacions i explotacions agràries, les indústries agroalimentàries i els espais relacionats amb la jardineria i el paisatgisme amb el seu entorn social i ambiental, així com la necessitat de relacionar aquells i aquest entorn amb les necessitats humanes i de preservació de l'entorn.

CG6. Capacitat per a la direcció i gestió de tota classe d'indústries agroalimentàries, explotacions agrícoles i ramaderes, espais verds urbans i / o rurals, i àrees esportives públiques o privades, amb coneixement de les noves tecnologies, els processos de qualitat, traçabilitat i certificació i les tècniques de màrqueting i comercialització de productes alimentaris i plantes cultivades.

CG7. Coneixement en matèries bàsiques, científiques i tecnològiques que permetin un aprenentatge continu, així com una capacitat d'adaptació a noves situacions o entorns canviants.

CG8. Capacitat de resolució de problemes amb creativitat, iniciativa, metodologia i raonament crític.

CG9. Capacitat de lideratge, comunicació i transmissió de coneixements, habilitats i destreses en els àmbits socials d'actuació.

CG11. Capacitat per desenvolupar les seves activitats, assumint un compromís social, ètic i ambiental en sintonia amb la realitat de l'entorn humà i natural.

CG12. Capacitat per al treball en equips multidisciplinaris i multiculturals.

CG13. Correcció en l'expressió oral i escrita

CG15. Domini de les Tecnologies de la informació i la comunicació

CG16. Respecte als drets fonamentals d'igualtat entre homes i dones, a la promoció dels Drets Humans i als valors propis d'una cultura de pau i de valors democràtics

#### Competències específiques:

CEFB3. Coneixements bàsics sobre l'ús i programació dels ordinadors, sistemes operatius, bases de dades i programes informàtics amb aplicació en enginyeria.

CEMC6. Aixecaments i replantejaments topogràfics. Cartografia, Fotogrametria, sistemes d'informació geogràfica i teledetecció en agronomia.

CEMC9. Presa de decisions mitjançant l'ús dels recursos disponibles per al treball en grups multidisciplinaris.

CEMC10. Transferència de tecnologia, entendre, interpretar, comunicar i adoptar els avenços en el camp agrari.

CEMCR3. Mecanització agrària.

Motors i màquines agrícoles. Característiques i disseny de maquinària per a instal·lacions agràries. Automàtica agrària.

## Continguts fonamentals de l'assignatura

### **Mòdul 0. Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) aplicades a l'agricultura (0,2 ECTS)**

#### **1. Monitoratge, control i eficiència dels sistemes de producció agrària**

Tecnologies de la Informació i la Comunicació aplicades en els sistemes de producció agrària. Bases tecnològiques de l'automatització i el control de processos. Millora de l'eficiència i la sostenibilitat dels sistemes de producció agrària. Innovació en els processos de producció i transformació agrària.

**Mòdul 1. Automatització de processos (2,8 ECTS)****2. Bases de l'automatització de processos**

Sistemes automàtics. Principals components de naturalesa física: sensors, controladors i actuadors digitals. Adquisició, processament de dades i actuació automàtica. Sistemes de supervisió i control: tipus i exemples introductoris. Opcions de maquinari (hardware) disponibles al mercat: PC, sistemes integrats, PACs i PLCs.

**3. Sensors per a la supervisió de processos**

Tipus de senyals i tipus de sensors. Conversió A/D. Condicionament de senyals. Sensors per a la mesura dels paràmetres més habituals en agricultura.

***Pràctica 1.1 - Adquisició de dades i calibratge de sensors*****4. Controladors per a la supervisió i control de processos**

Tipus de controladors i aplicacions en agricultura. Lògica digital i disseny de circuits combinacionals i seqüencials.

***Pràctica 1.2 - Exemples pràctics de processos automàtics******Pràctica 1.3 - Control de processos mitjançant lògica digital*****5. Disseny i implementació de sistemes de control. Desenvolupament de projectes.**

Introducció a l'anàlisi de requisits i variables a supervisar i controlar. Aprenentatge mitjançant desenvolupament d'una aplicació real. Integració de components hardware i software.

***Pràctica 1.4a - Connectant un PLC******Pràctica 1.4b - Control d'un sistema d'abastiment d'aigua mitjançant un PLC******Pràctica 1.5 - Alimentació de precisió en porcicultura (activitat condicionada a disponibilitat)*****Mòdul 2. Sistemes robotitzats (0,6 ECTS)****6. Robòtica agrària**

Conceptes bàsics sobre robòtica. Tipus de robots i les seves aplicacions. Control del moviment. Exemples de robots per a diferents tasques. Robòtica agrícola mòbil.

***Pràctica 2.1 - Interaccionant amb robots*****Mòdul 3. Agricultura de Precisió (2,4 ECTS)****7. Concepte i cicle de l'Agricultura de Precisió**

La producció agrària com un procés a controlar. Adquisició de dades. Anàlisi i interpretació de la informació. Presa de decisions i actuació variable. Sistemes d'actuació variable en temps real (*real-time sensor-based technologies*). Sistemes d'actuació variable en base a mapes (*map-based technologies*).

**8. Variabilitat i maneig diferenciat dels cultius**

Variabilitat espacial de la collita. Variabilitat temporal de la collita. Variabilitat de la qualitat.

**9. Georeferenciació de dades espacials**

Sistemes Satel·litaris de Navegació Global (SSNG/GNSS) i aplicacions a l'Agricultura de Precisió.

***Pràctica 3.1 - Sistemes Satel·litaris de Navegació Global i georeferenciació de dades discretes*****10. Sistemes d'adquisició de dades (I). Sensors propers**

Sensors i monitors de collita: Obtenció de mapes de collita. Sensors de sòl: Resistivitat elèctrica, Inducció electromagnètica, Espectrometria, Radar. Sensors de cultiu; Radiòmetres i sensors de reflectància espectral.

***Pràctica 3.2 - Adquisició i georeferenciació de variables del sòl i del cultiu en continu*****11. Sistemes d'adquisició de dades (II). Sensors remots**

Imatges de satèl·lit i fotografia aèria. Fotografia tèrmica. Índexs de vegetació. Adquisició i calibració d'imatges.

**12. Mapat i sistemes d'anàlisi de la informació**

Sistemes d'informació geogràfica (SIG). Interpolació i mapat de la informació. Anàlisi i interpretació de dades. Oportunitat del maneig diferenciat i zonificació.

***Pràctica 3.3 - Mapat de la informació espacial******Pràctica 3.4 - Zonificació a nivell de parcel·la*****13. Sistemes de control i actuació: tecnologies de dosificació variable**

Actuadors i tecnologies d'aplicació variable. Solucions diverses per a cultius diferents.

**Activitats pràctiques**

Totes les sessions pràctiques tindran una durada de 2 hores.

**Pràctiques de laboratori**

*Pràctica 1.1 - Adquisició de dades i calibratge de sensors*

*Pràctica 1.2 - Exemples pràctics de processos automàtics*

*Pràctica 1.3 - Control de processos mitjançant lògica digital*

*Pràctica 1.4a - Connectant un PLC*

*Pràctica 1.4b - Control d'un sistema d'abastiment d'aigua mitjançant un PLC*

*Pràctica 1.5 - Alimentació de precisió en porcicultura*

*Pràctica 2.1 - Interaccionant amb robots*

**Pràctiques de camp**

*Pràctica 3.1 - Sistemes Satel·litaris de Navegació Global i georeferenciació de dades discretes*

*Pràctica 3.2 - Adquisició i georeferenciació de variables del sòl i del cultiu en continu*

**Pràctiques d'aula d'informàtica**

*Pràctica 3.3 - Mapat de la informació espacial*

*Pràctica 3.4 - Zonificació a nivell de parcel·la*

## Eixos metodològics de l'assignatura

L'assignatura s'impartirà de forma presencial si les mesures anti-pandèmia ho permeten. Al començament de l'assignatura es disposarà de la programació detallada de l'assignatura a la carpeta de Recursos del Campus Virtual.

Tipus d'activitat	Descripció	Activitat presencial alumne		Activitat no presencial alumne		Avaluació	Temps total
		Objectius	Hores	Treball alumne	Hores	Hores	Hores/ECTS
<b>Lliçó magistral</b>	Classe magistral (Aula. Grup gran)	Explicació dels principals conceptes	34	Estudi: Conèixer, comprendre i sintetitzar coneixements	34	7	74h/3ECTS
<b>Problemes i casos</b>	Classe participativa (Aula. Grup gran)	Aplicació dels conceptes teòrics impartits a les classes magistrals	8	Resoldre problemes i casos i aplicar-ho a un cas concret avaluable	8	13	27h/1.2ECTS
<b>Laboratori Camp</b>	Pràctica de Laboratori (grup reduït)	Execució de la pràctica: aplicació pràctica dels conceptes teòrics	14	Realitzar memòria (informe) de l'activitat	14	8	38h/1.4ECTS
<b>Aula d'informàtica</b>	Activitat pràctica (Grup mitjà)	Execució de la pràctica: dimensionament i presa de decisions	2	Realitzar memòria (informe) de l'activitat	2	1	5h/0.2ECTS
<b>Visites tècniques</b>	Activitat pràctica (Grup gran)	Visita a empreses i/o explotacions	2	Realitzar memòria (informe) de l'activitat	2	1	5h/0.2ECTS
<b>Totals</b>			<b>60</b>		<b>60</b>	<b>30</b>	<b>150h/6 ECTS</b>

### Observacions:

S'han considerat 25 hores d'activitat total per crèdit ECTS.

La distribució d'hores i d'activitats poden variar lleugerament.



## Pla de desenvolupament de l'assignatura

Es carregarà una programació detallada de l'assignatura a la secció de Recursos del Campus Virtual a principi de curs. La programació contindrà la distribució dels crèdits en les diferents activitats i les dates, els llocs i els professors de cadascuna.

## Sistema d'avaluació

L'avaluació de l'assignatura es farà d'acord amb la Normativa d'avaluació aprovada per la UdL. Aquesta normativa estableix que l'avaluació estàndard és l'Avaluació Contínua.

L'assignatura s'avalua en **dos Blocs independents**. Per un costat hi ha el **Bloc 1 - Automàtica i Robòtica** i, per l'altra, el **Bloc 2 - Agricultura de Precisió**. **Cada bloc representa el 50 % de la nota de l'assignatura**.

**El Bloc 1, Automàtica i Robòtica** conté els Mòduls 0,1 i 2, que s'avaluaran mitjançant un examen al 1r Parcial, la realització i presentació d'exercicis i tallers pràctics (pràctiques 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 i 1.5), la preparació, la participació i l'actitud a les sessions i la realització de possibles exercicis extra que es concretaran al llarg del desenvolupament de l'assignatura. L'examen té un pes del 55 % sobre la nota del Bloc 1. Els exercicis pràctics tenen un pes del 35 % sobre la nota del Bloc 1 i l'actitud, la participació i la preparació prèvia a les classes i pràctiques i els possibles exercicis extra tenen un pes del 10 % sobre la nota del Bloc 1.

**El Bloc 2, Agricultura de Precisió** correspon al Mòdul 3 i s'avaluarà mitjançant la realització d'un examen i la presentació d'un dossier de les pràctiques realitzades. L'examen té un pes del 50 % sobre la nota del Bloc 2. Per tal d'avaluar les pràctiques, l'alumnat haurà de lliurar un dossier únic elaborat de forma individual que englobarà les pràctiques 3.1, 3.2, 3.3 i 3.4. El pes del dossier de pràctiques és del 50 % sobre la nota del Bloc 2. Es proposa com a activitat opcional elaborar un document per al [Repositori Digital d'Agricultura de Precisió \(RDAP\)](#) del Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió. Si, a criteri dels professors, el document té la qualitat suficient i es proposa per a ser publicat al repositori, l'alumne podrà obtenir 1 punt addicional a la nota final del Bloc 2.

Per a poder determinar la nota global és imprescindible treure una nota igual o superior a 4 punts sobre 10 en cadascun dels dos Blocs. En cas contrari, la nota global màxima que es podrà obtenir a l'assignatura serà de 4,9 punts sobre 10.

Així mateix, **és obligatòria l'assistència a totes les sessions pràctiques**. Si no s'hi assisteix no es podrà aprovar l'assignatura, llevat que sigui per causa de força major i justificada.

Tipus d'activitat	Activitat d'Avaluació		Pes qualificació
	Procediment	Número	%
Lliçó magistral	Examen de continguts del Bloc 1	1	27,5
Problemes i casos	Lliurament dels informes de pràctiques del Bloc 1	3-5	17,5
Participació i actitud a classe	A totes les sessions del Bloc 1	1	5
Lliçó magistral	Examen de continguts del Bloc 2	1	25

Lliçó magistral	Document per al RDPA al Bloc 2	1	Opcional (10)
Laboratori/Camp Aula d'informàtica	Lliurament del dossier de pràctiques d'Agricultura de Precisió del Bloc 2	1	25
<b>Total</b>			<b>100</b>

### Observacions

- Si algun/a estudiant no pot seguir l'avaluació continuada per algun motiu justificable, cal que ho comuniqui a Direcció d'Estudis de l'ETSEA i al coordinador de l'assignatura en començar les classes i sol·liciti el procediment d'avaluació alternativa oficialment dins del termini establert.
- Per tal de poder fer una avaluació justa a tot l'alumnat es perseguirà meticulosament el plagi en les activitats realitzades.

## Bibliografia i recursos d'informació

### Bibliografia bàsica

- [Transductores y sensores en la automatización industrial. El Cid Editor, 2007.](#)
- [BASSO, B. 2007. \*Manual de agricultura de precisión: conceptos teóricos y aplicaciones prácticas\*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación/Eumedia.](#)
- [BÉGUYOT, P. 2004. \*Le GPS en agriculture: principes, applications et essais comparatifs\*. Dijon : Educagri](#)
- [BRASE, T. 2006. \*Precision agriculture\*. Clifton Park: Thomson/Delmar Learning.](#)
- [Ed. SRINIVASAN, A. 2006. \*Handbook of precision agriculture: principles and applications\*. New York; London; Oxford : Food Products Press.](#)
- [MAGDALENA, C. 2010. \*Tecnología de aplicación de agroquímicos\*. Allen: Área de Comunicaciones del INTA Alto Valle.](#)
- [PROFFITT, T. 2006. \*Precision viticulture: a new era in vineyard management and wine production\*. Ashford, South Australia : Winetitles.](#)
- [RODRÍGUEZ DÍAZ, F. 2004. \*Control y robótica en agricultura\*. Almería: Universidad de Almería.](#)
- [Whelan, B., Taylor, J. 2013. \*Precision Agriculture for Grain Production Systems\*. Sidney : CSIRO Publishing.](#)
- [Xu, G. 2007. \*GPS: theory, algorithms, and Applications\*. Berlin: Springer](#)
- [Eds. Kerry, R. & Escolà, A. \*Sensing approaches for Precision Agriculture\*. Springer.](#)
- [Eds. Oerke, E.C.; Gerhards, R.; Menz, G & Sikora, R A. \*Precision Crop Protection - the Challenge and Use of Heterogeneity\*. Springer.](#)
- [Eds. Pedersen, S.M. & Lind, K.M. \*Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives\*. Springer.](#)

### Bibliografia complementària

- [Zhang, Q. \*Automation in Tree Fruit Production: Principles and Practice\*. Wallingford, UK: CABI, 2018.](#)
- [Bechar, Avital. \*Innovation in Agricultural Robotics for Precision Agriculture: A Roadmap for Integrating Robots in Precision Agriculture\*. Cham: Springer International Publishing AG, 2021.](#)
- [Alciatore, David G., and Michael B. Hstand. \*Introducción a la mecatrónica y los sistemas de medición\*. 3a ed. México \[etc: McGraw-Hill, 2008.](#)
- [Hstand, Michael B., and David G. Alciatore. \*Introduction to Mechatronics and Measurement Systems\*. Boston \[etc: WCB/McGraw-Hill, 1999.](#)
- [Torres Vargas, Libia Zoraida. \*Introducción a la robótica\*. Ciudad de México: Grupo Editorial Éxodo, 2012.](#)
- [Vásquez Cortés, Juan Camilo. \*Automatización electroneumática\*. Bogotá: Ediciones de la U, 2017.](#)
- [Ed. OLIVER, M.A. 2010. \*Geostatistical applications for precision agriculture\*. New York: Springer.](#)
- [MENÉNDEZ, A. 2003. \*Sistemas de control automático para zonas regables\*. Sevilla: Junta de Andalucía.](#)

[Consejería de Agricultura y Pesca.](#)

- [MARTÍNEZ, V. 2010. \*Automatización y telecontrol de sistemas de riego\*. Barcelona : Marcombo.](#)