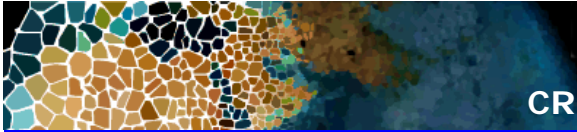


CREAF

La visió temàtica i quantitativa dels sensors hiperespectrals

Gerard Moré

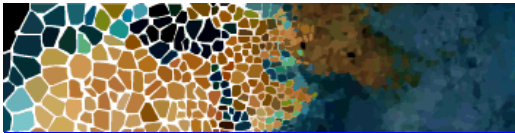
Centre d'Ecologia i Aplicacions Forestals (CREAF)



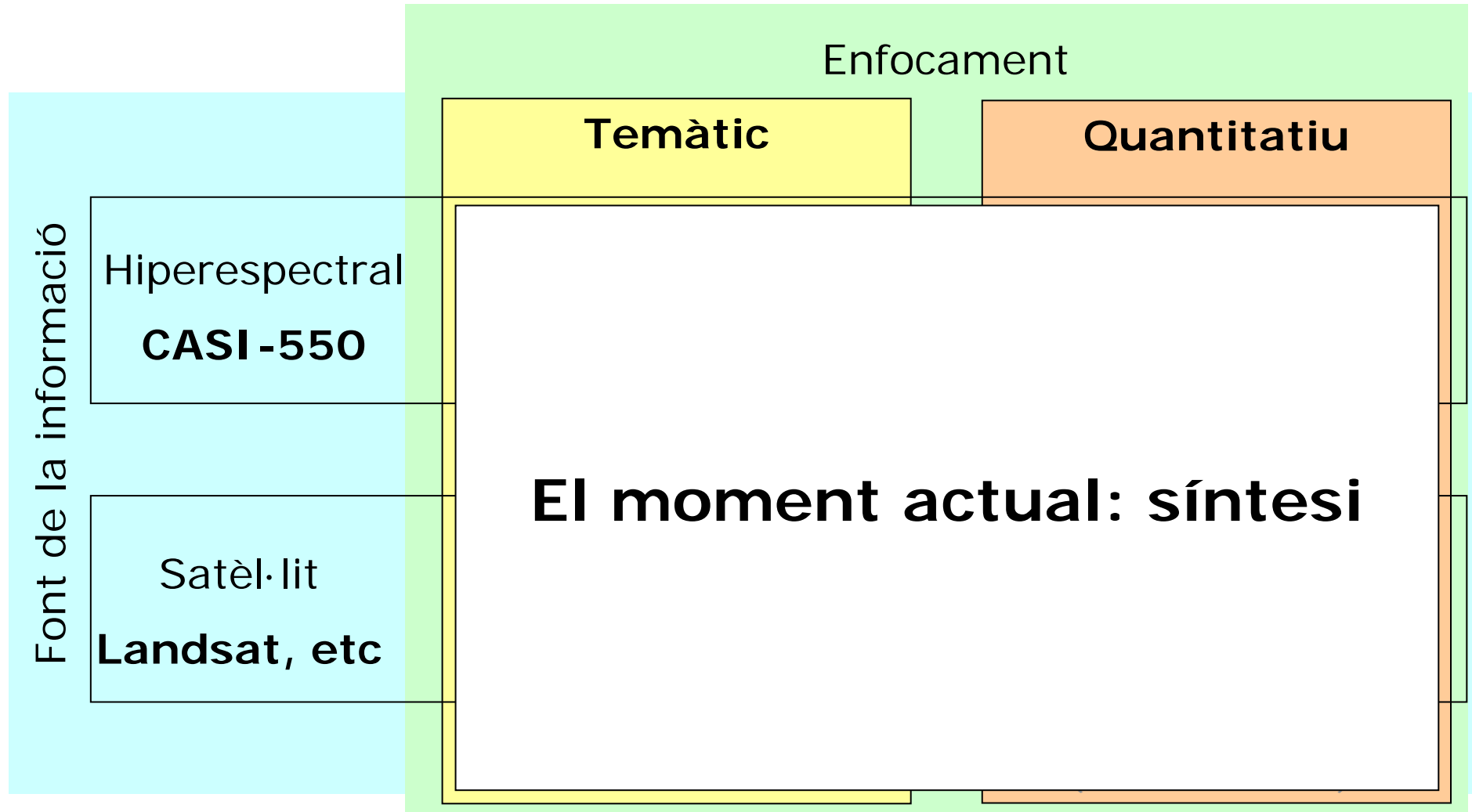
Línies de recerca en TD al CREAF

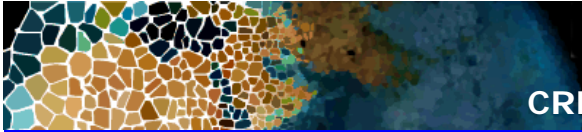
Col·laboració entre l'ICC i el CREAF per tal d'utilitzar imatges CASI i LIDAR en aplicacions forestals

Trajectòria de la recerca en TD al CREAF...



Línies de recerca en TD al CREA





I - Visió temàtica hiperespectral:

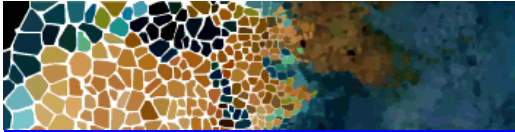
Cartografia de vegetació per fotointerpretació

I - Visió temàtica hiperespectral: Cartografia de vegetació per fotointerpretació (1/3)

- En el context de la tesi de Xavier Pons
- Tractament visual VS Tractament digital
- Possibilitats del sensor CASI versus imatges de satèl·lit per cartografia vegetació a escala 1:25 000.
- Imatges utilitzades:
 - 2 passades CASI-550 durant 15-05-1991 (14:30-15:30)
 - Resolució espacial: 5m
 - Configuració espectral: 8 bandes (460.2-809.1 nm) amb ample de banda variable (7.2-28 nm)
 - Sense correcció geomètrica
 - Sense correcció radiomètrica

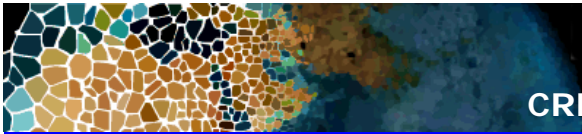
I - Visió temàtica hiperespectral: Cartografia de vegetació per fotointerpretació (2/3)

- Conclusions (1/2):
 - Imatges CASI proporcionen informació tant o més subtil que fotogrames IRC.
 - No és necessari un gran nombre de canals, donada l'alta correlació entre canals propers i la dificultat per treballar amb més de 3 canals alhora.
 - Resolució espacial (5m x 5m) en general suficientment satisfactòria, però crítica en algunes cobertes (distinció de faigs i roures; certs conreus de prats i matollars) on es fa necessari el recolzament de fotogrames IRC.



I - Visió temàtica hiperespectral: Cartografia de vegetació per fotointerpretació (3/3)

- Conclusions (2/2):
 - Diferenciació d'espècies de caducifolis (faig, castanyer) gràcies a la data de la imatge i fenologia de l'espècie.
 - Necessitat de rectificació geomètrica: sistema integrat d'enregistrament de l'actitud completa (deriva, capcineig i aleteig) i posició geogràfica.

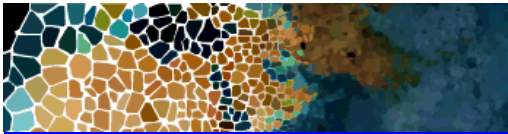


II - Visió quantitativa hiperespectral:

Estimació de paràmetres d'inventari forestal

Baulies, X. i Pons, X. (1995): "Approach to forestry inventory and mapping by means of multi-spectral airborne data", *International Journal of Remote Sensing*, 16, 61-80

Salvador, R., Pons, X. i Baulies, X. (1997): "Análisis de imágenes multiespectrales aerotransportadas para estimar variables estructurales de bosques mediterráneos de *Quercus Ilex* L.", *ORSIS*, 12, 127-139.

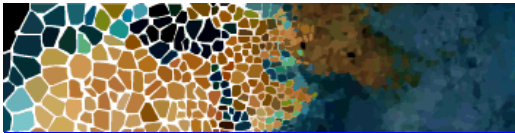


II - Visió quantitativa hiperespectral: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (1/8)

- Algunes idees prèvies
 - Dades d'inventari forestal constitueixen un mostreig discret en l'espai per raons òbvies de cost (al voltant d'1 parcel·la per km²).
 - No es pot derivar cartografia de detall per a tot el territori (sobretot en sistemes mediterranis on l'heterogeneïtat a escala de detall és important).
 - Les dades donen informació de les condicions generals del bosc però no permeten identificar boscos singulars, poc presents però de gran importància en la gestió.
 - Interès per conèixer el valor, en cada punt del terreny, de les variables mesurades en l'inventari: quantificació, mapes de models de combustible, mapes de qualitat d'estació, inventari de boscos madurs, etc.

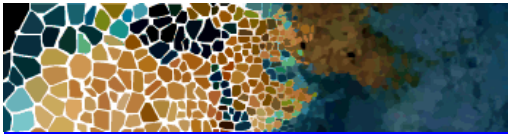
II - Visió quantitativa hiperespectral: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (2/8)

- Per què utilitzar un sensor aerotransportat?
 - Permet vols “a la carta” des del punt de vista de:
 - Data (climatologia, fenologia)
 - Resolució espacial i espectral (informació molt més detallada que les plataformes espaials)
- Aspectes negatius i limitacions de l'ús de sensors aerotransportats:
 - Menor camp de visió total
 - Rectificació geomètrica complexa (menor z, inestabilitat de la plataforma, etc.)
 - Cost superior
 - Major FOV



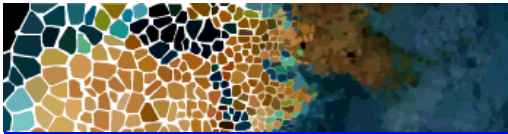
II - Visió quantitativa hiperespectral: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (3/8)

- Variables forestals d'interès en els estudis (obtingudes de punts de l'IEFC):
 - 1/ àrea basal total del tronc
 - 2/ DBH mitjà
 - 3/ índex d'àrea foliar (LAI)
 - 4/ cobertura de capçades
 - 5/ densitat de peus per ha
 - 6/ biomassa de fusta
 - 7/ biomassa d'escorça
 - 8/ biomassa de branques
 - 9/ biomassa de fulles
 - 10/ biomassa total
 - 11/ producció de fusta
 - 12/ volum de fusta



II - Visió quantitativa hiperspectral: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (4/8)

- Metodologia de tractament de les dades
 - Regressió múltiple entre els canals espectrals (X_1, X_2, \dots, X_n) i cada variable ecològica o forestal (Y):
 - $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$.
 - $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ pot ser una combinació lineal de bandes, prendre valors potencials, NDVI, etc.



II - Visió quantitativa hiperspectral: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (5/8)

Zona estudi Solsonès

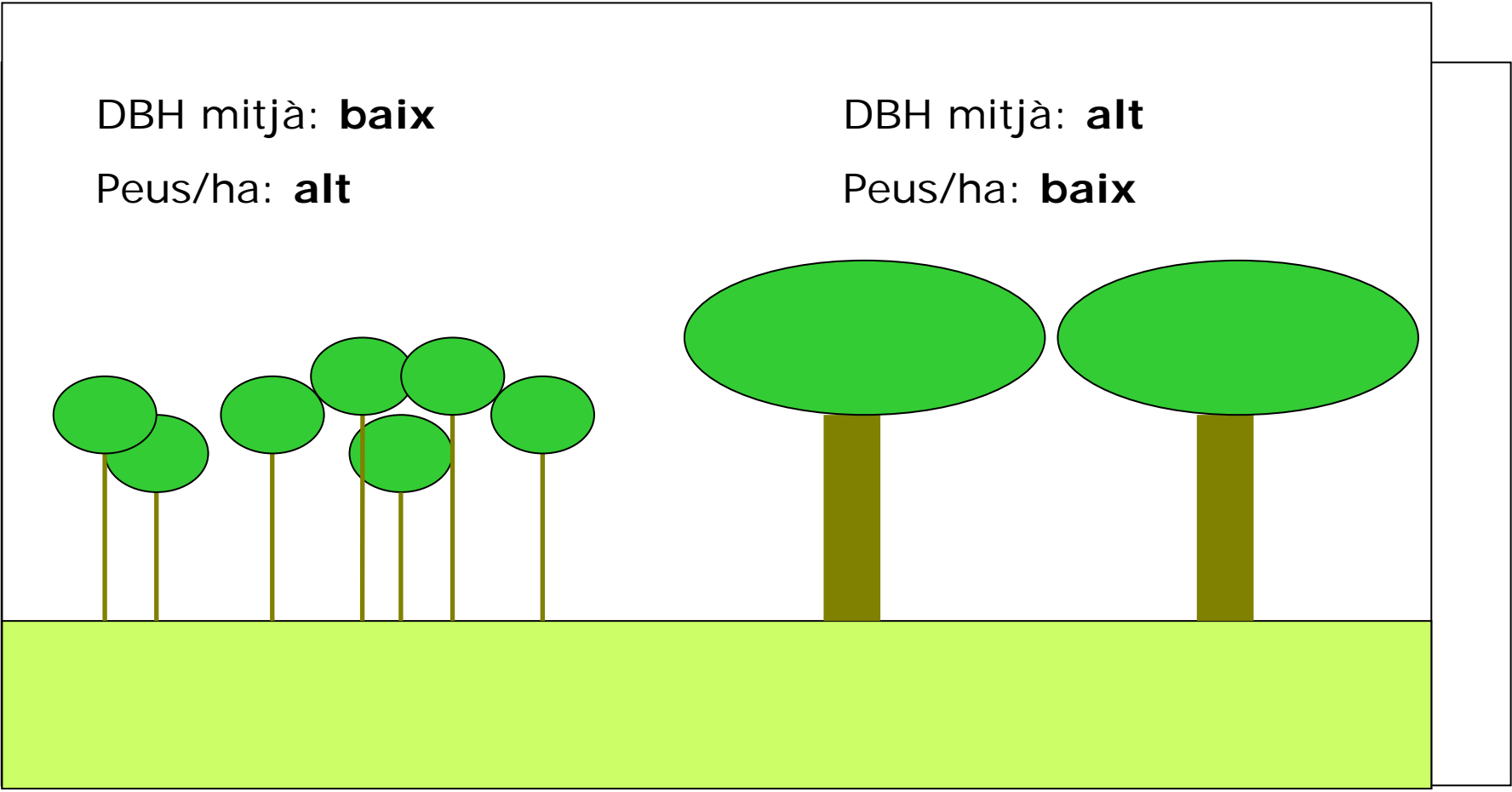
- Data de vol: 14-05-1991
(10:00-11:00)
- Sense correcció geomètrica
(només es corregeix aleteig)
- Sense correcció radiomètrica
- Resolució espacial: 5 m
(remostrejat a 15 m)
- Conf. espectral: 8 bandes
(460.2-809.1 nm) amb ample
de banda variable (7.2-28 nm)
- Espècies dominants: *Pinus
sylvestris* i *Pinus nigra* ssp.
salzmannii

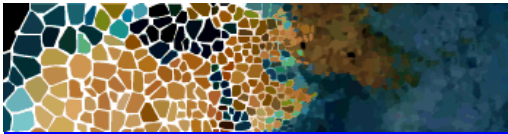
Zona estudi Alt Empordà

- Data de vol: 08-08-1994 /
10-08-1994
- Corr. geom. Delaunay
- Corr. radiom. (il·lum diferencial
relleu i atm. ct.)
- Resolució espacial: 3.5 m
(remostrejat a 17.5 m)
- Conf. espectral: 14 bandes
(446.1-851.6 nm) amb ample
de banda variable (mediana
7.2 nm)
- Espècies dominants: *Quercus
ilex* L., *Quercus suber* L.

II - Visió quantitativa hiperespectral: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (6/8)

Resultats:



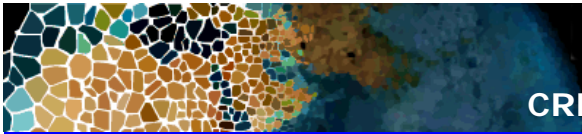


II - Visió quantitativa hiperespectral: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (7/8)

- Discussió de la desigualtat en els resultats (1/2):
 - Heterogeneïtat estructural dels boscos:
 - Al Solsonès és més homogeni i amb nivells més alts de coberta arbòria → presència de sotabosc visible a l'Alt Empordà.
 - Limitacions de la correcció radiomètrica:
 - Assumpció d'atmosfera horitzontalment homogènia → apreciació de diferències entre zones altes i fons de valls, boirines
 - Bandes de longitud d'ona curta són més sensibles → diferències entre centre de la passada i extrems (major recorregut de la llum a través de l'atmosfera)

II - Visió quantitativa hiperespectral: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (8/8)

- Discussió de la desigualtat en els resultats (2/2):
 - Errors de localització:
 - Deguts a la correcció geomètrica
 - De les estacions de mostreig (l'IEFC es va realitzar durant el 1988-89)
 - Propagació d'errors per mesures indirectes:
 - La majoria de variables de les estacions de mostreig es mesuren de manera indirecta.

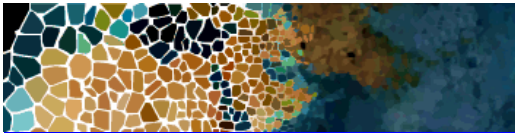


III - Visió quantitativa satèl·lit:

Estimació de paràmetres d'inventari forestal

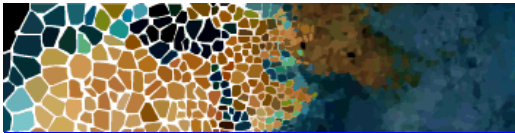
Salvador, R., Pons, X. (1998): "On the applicability of Landsat TM images to Mediterranean forest inventories", *Forest Ecology and Management*, 104, 193-208.

Salvador, R., Pons, X. (1998): "On the reliability of Landsat TM for estimating forest variables by regression techniques: A methodological analysis", *IEEE Transactions in Geoscience and Remote Sensing*, 36, 1888-1897.



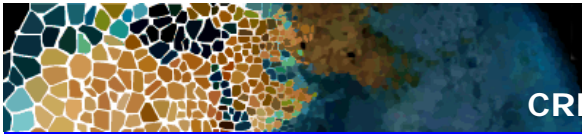
III - Visió quantitativa satèl·lit: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (1/2)

- Dades multiespectrals
 - Àrea: Comarca d'Osona i N i E del Solsonès.
 - Època: 7-05-1989, 16-05-1992; 31-08-1993.
 - Resolució espacial: 30 m x 30 m.
 - Resolució espectral: 6 canals espectrals entre 450 nm i 2350 nm (3 visible, 1 IRc i 2 IRm).
 - Correcció radiomètrica i geomètrica completa.



III - Visió quantitativa satèl·lit: Estimació de paràmetres d'inventari forestal (2/2)

- Conclusions generals per TM
 - En general, ajustos no suficientment alts per prediccions quantitatives
 - Millors resultats en *Quercus ilex* que en *Pinus* sp.
 - Importància de la georeferenciació fina de les estacions.



IV - Visió temàtica satèl·lit:

Cartografia de vegetació per classificació digital

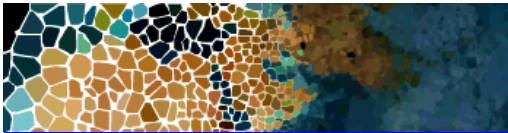
Pons, X., Moré, G., Serra, P. (2006) "Improvements on Classification by Tolerating NoData Values. Application to a Hybrid Classifier to Discriminate Mediterranean Vegetation with a Detailed Legend Using Multitemporal Series of Images" In 2006 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium And 27th Canadian Symposium on Remote Sensing. Denver. pp: 192-195. DOI: 10.1109/IGARSS.2006.54.

Moré, G., Pons, X. (2006) "Influencia del número de imágenes en la calidad de la cartografía detallada de vegetación forestal". In Camacho, M.T., Cañete, J.A., Lara, J.J (eds) El acceso a la información espacial y nuevas tecnologías geográficas. Universidad de Granada, pp.1063-1073.

IV - Visió temàtica satèl·lit:

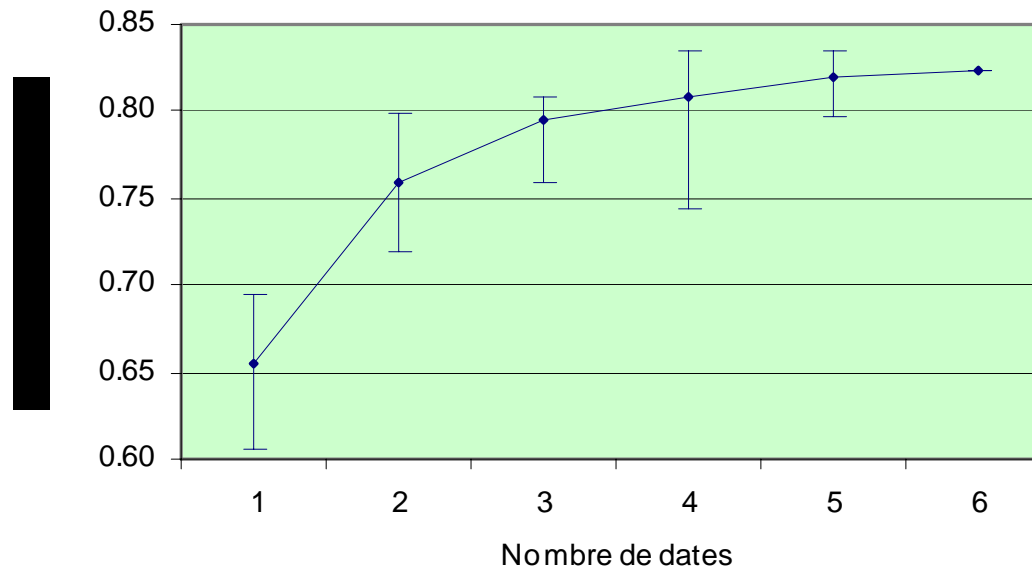
Cartografia de vegetació per classif. digital (1/2)

- Classificació digital de cobertes forestals (boscos, matollars i prats):
 - Subscripció anual per tota Catalunya des de 2002:
 - Gener 2002 - Maig 2003: Landsat 7 ETM+
 - Juliol 2003 - Setembre 2007 : Landsat 5 TM
 - Desenvolupament d'un classificador híbrid
 - Obtenció d'àrees d'entrenament a partir del Mapa d'Hàbitats de Catalunya
 - Classificacions amb llegendes de 15-20 categories i encerts superiors al 85%

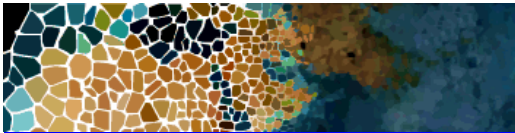


IV - Visió temàtica satèl·lit: Cartografia de vegetació per classif. digital (2/2)

- A major nombre de dates utilitzades...



- ...major encert en la classificació
- ...major superfície classificada
- ...major nombre de categories representades



Resumint... (1/2)

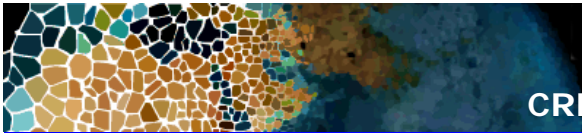
- **Enfocament temàtic:**
 - Experiència positiva en la fotointerpretació utilitzant dades hiperspectrals CASI-550
 - Experiència positiva en la classificació digital amb Landsat
 - Importància del nombre de dates

Resumint... (2/2)

- **Enfocament quantitatiu:**

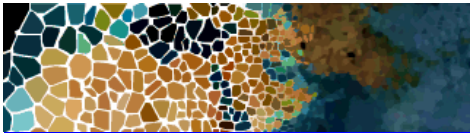
- Experiència negativa utilitzant dades Landsat
- Resultats desiguals i no extrapolables utilitzant dades hiperespectrals CASI-550, però...

...coneixem les possibles principals fonts d'errors
...millores tecnològiques importants.



V – El moment actual: síntesi

Noves perspectives i recerca actual



V – El moment actual: síntesi

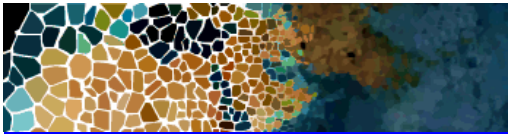
Noves perspectives i recerca actual (1/13)

- Co
- Vo
- le
- Re
- Co
- d'
- [4
- Re



ció de

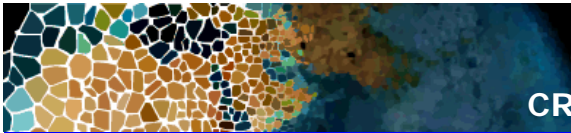
CASI

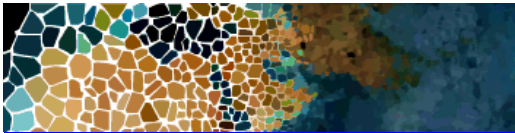


V – El moment actual: síntesi

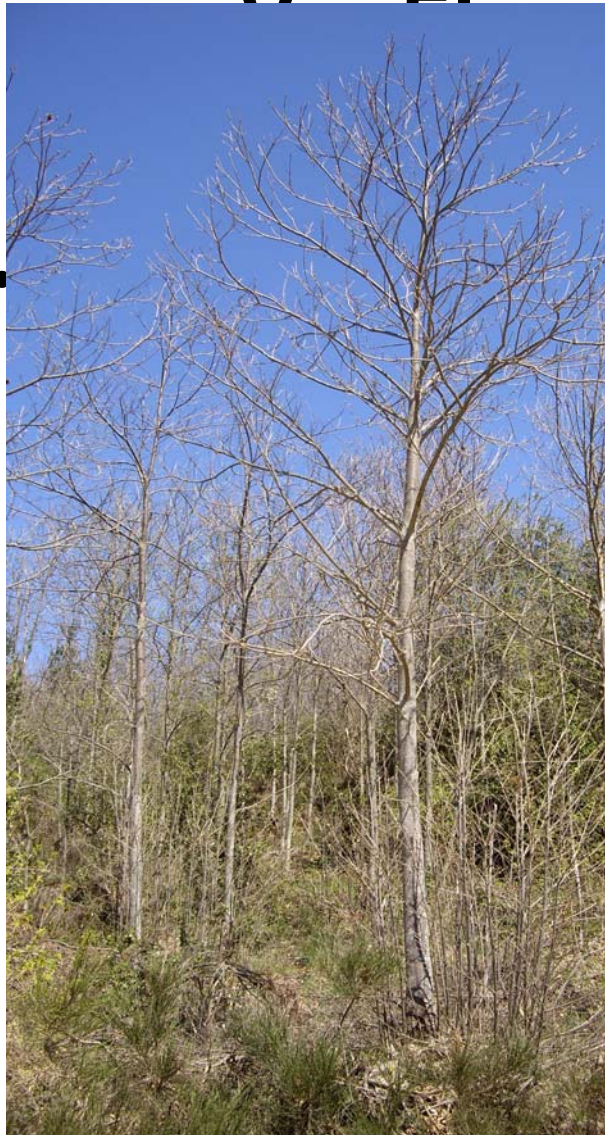
Noves perspectives i recerca actual (2/13)

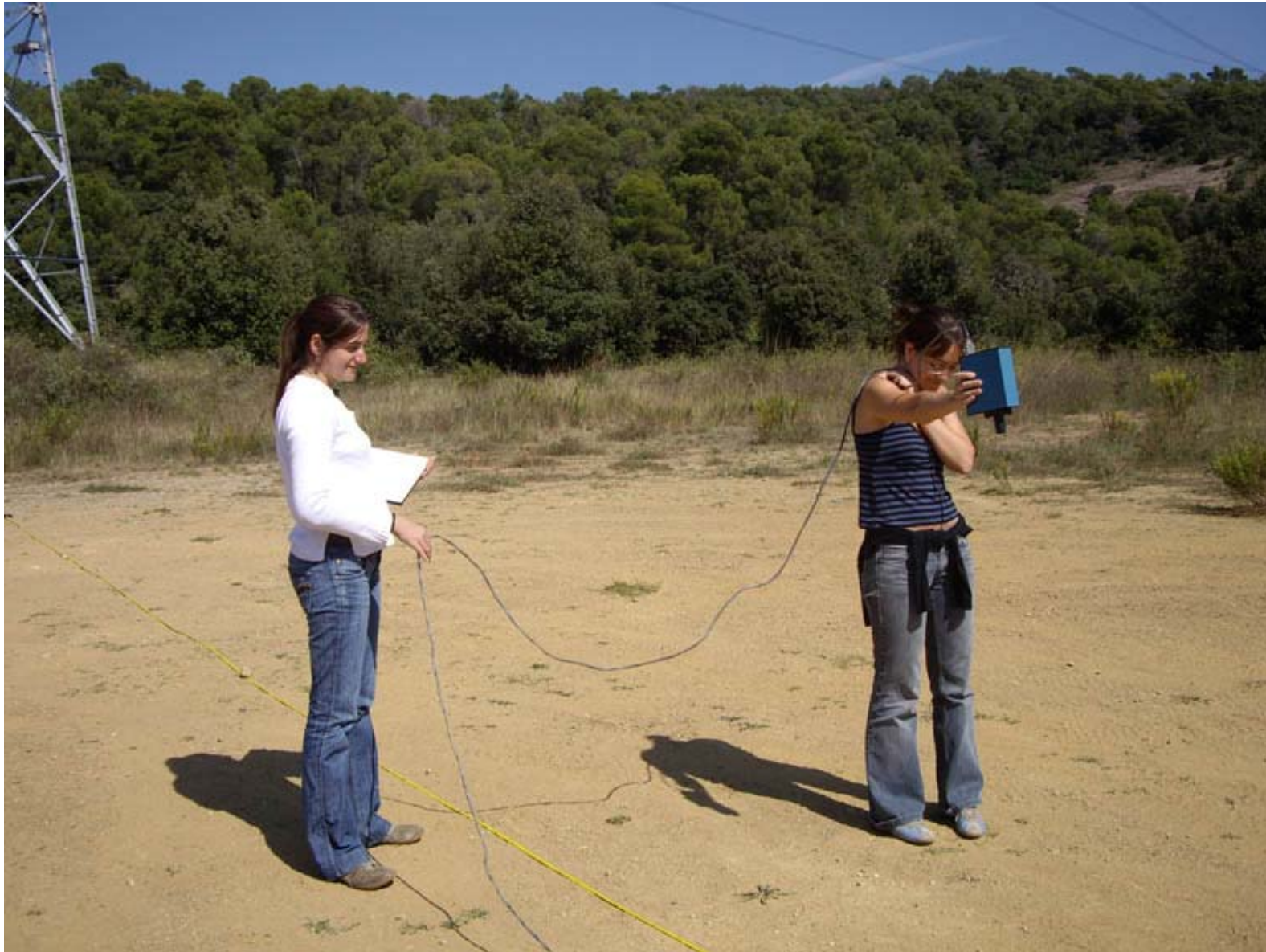
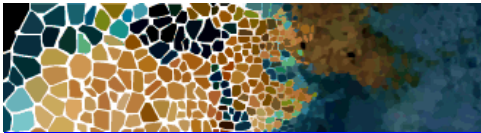
- Objectius:
 - Cartografia **temàtica detallada** de vegetació forestal
 - Estudi hiperspectral i multitemporal (vols des de primavera fins tardor)
 - **Estimació de variables quantitatives d'inventari forestal.**
 - **Sinèrgia entre sensors (CASI + LIDAR):**
 - Més informació = menys dates necessàries?
 - Aportació informació sobre estructura forestal?





Actual: síntesi i recerca actual (4/13)



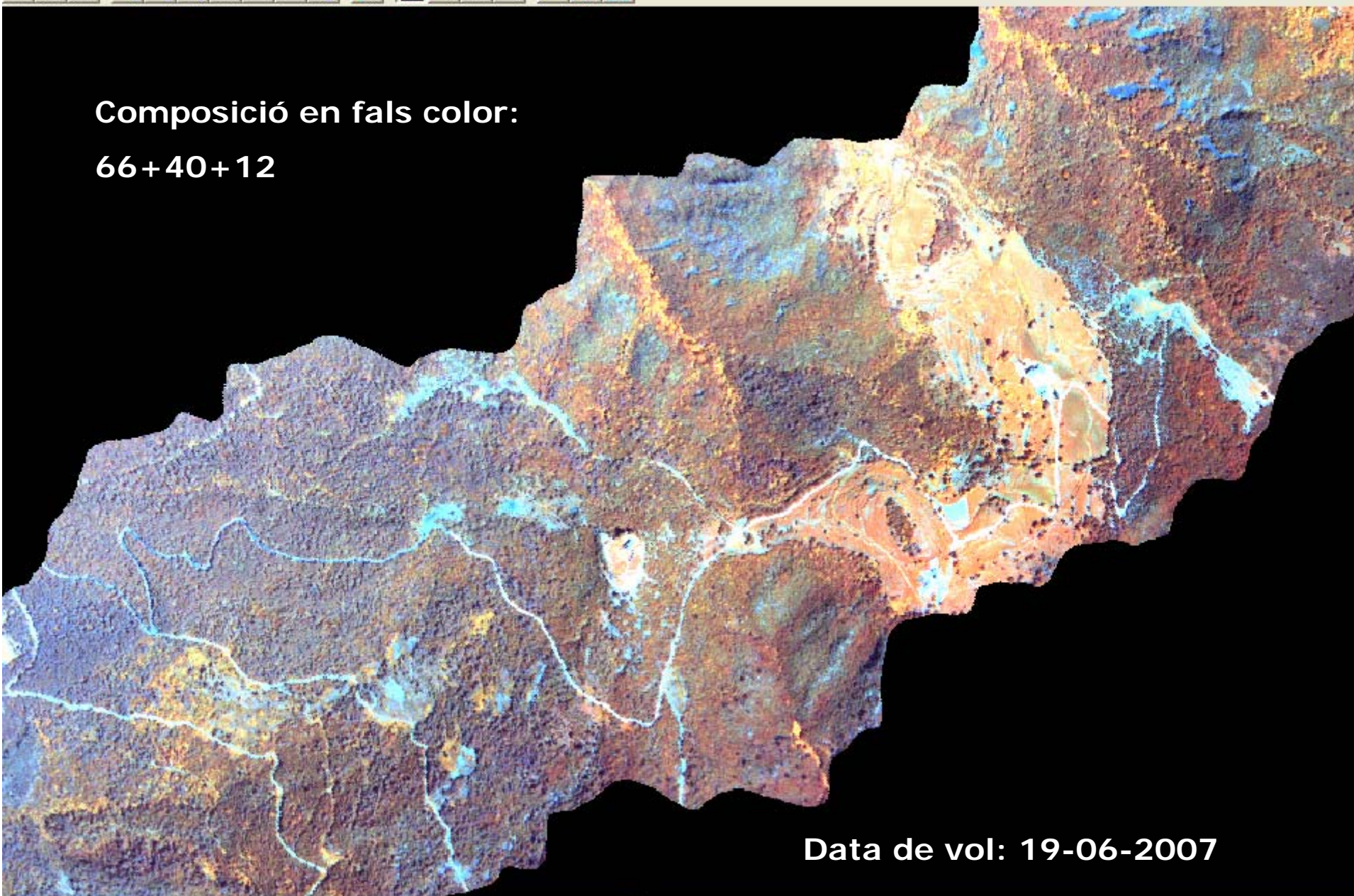


a i

ges.



**Composició en fals color:
66+40+12**



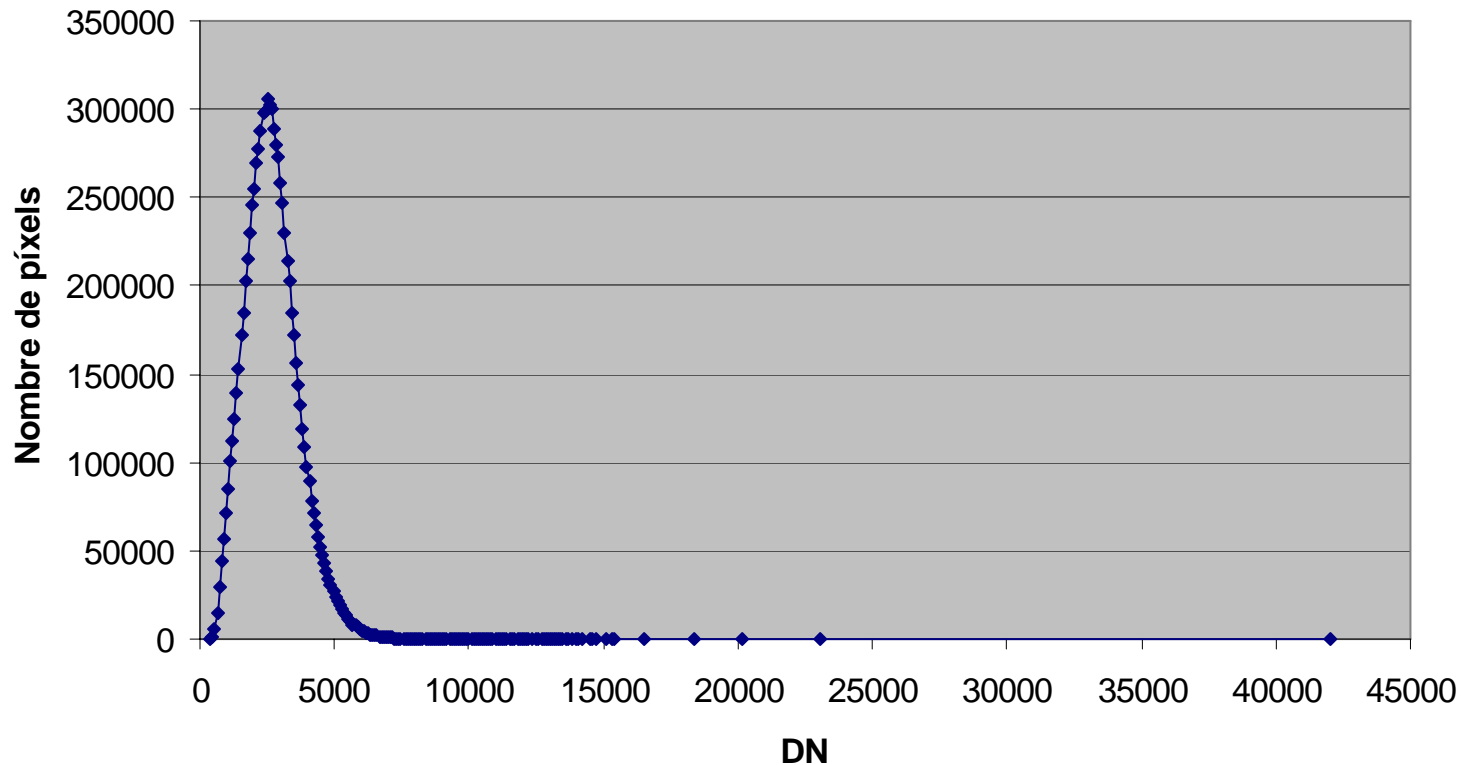
Data de vol: 19-06-2007

V – El moment actual: síntesi

Noves perspectives i recerca actual (8/13)

Histograma de banda 42 [718.676714-726.3023nm] de la imatge del 19-06-2007

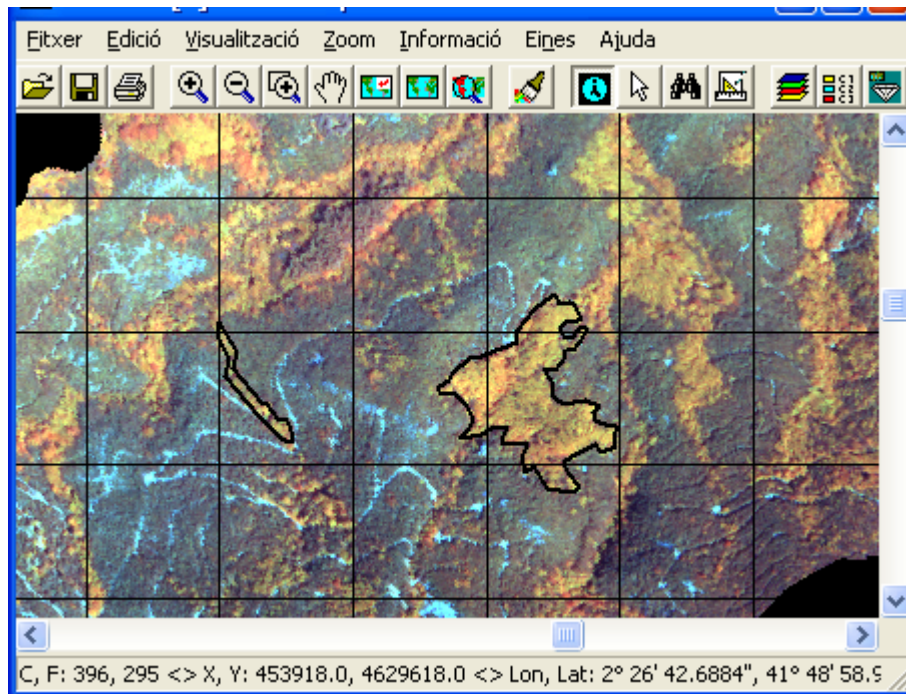
-



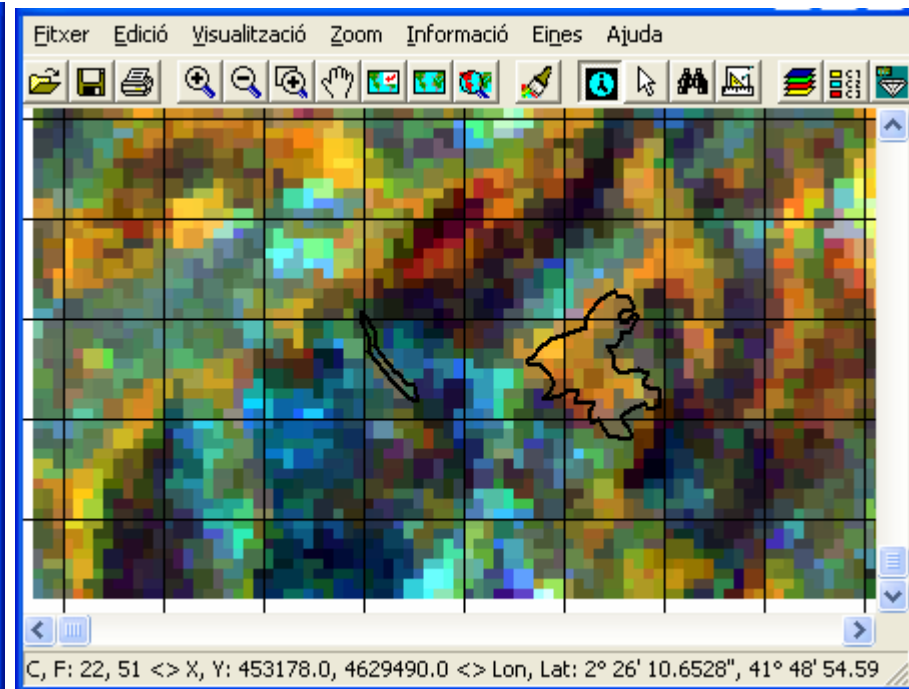
V – El moment actual: síntesi

Noves perspectives i recerca actual (9/13)

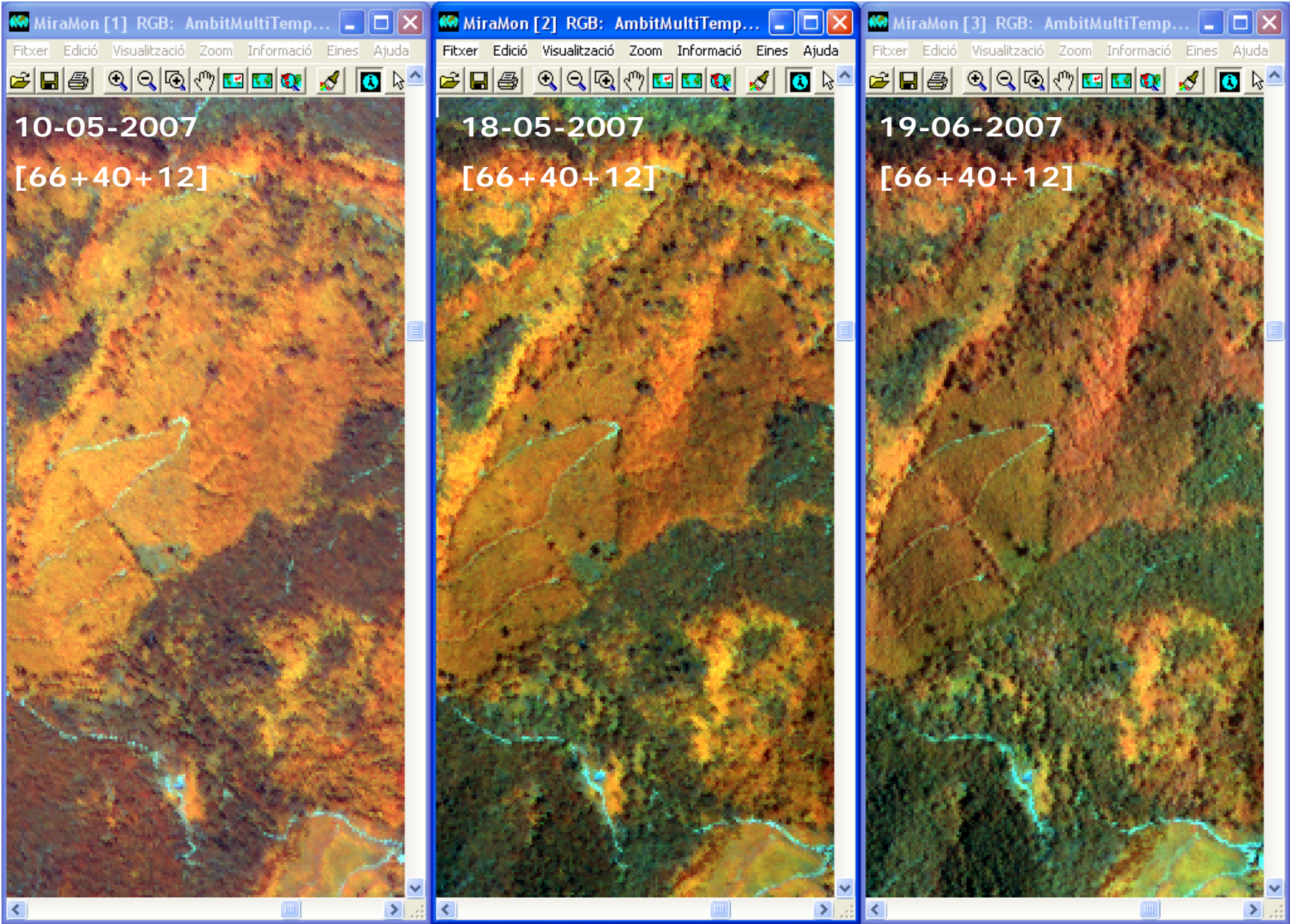
- Riquesa geomètrica de les imatges CASI

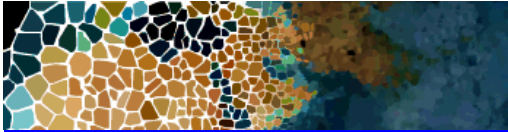


Composició en fals color CASI
65+21+47 del 18-05-2007



Composició en fals color
Landsat 5-TM 4+5+3 del
18-05-2007

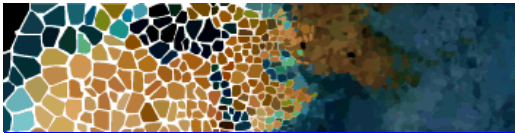




V – El moment actual: síntesi

Noves perspectives i recerca actual (11/13)

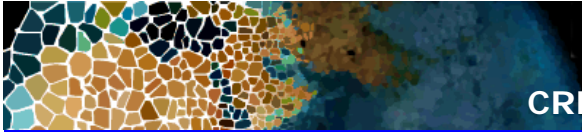
- Algunes preguntes que ens agradaria respondre:
 - Quina és la mida de píxel òptima?
 - Heterogeneïtat, estacions de mostreig
 - Quines són les regions espectrals més interessants?
 - Configuració de nous vols, nous sensors
 - Quantes i quines dates són òptimes?
 - Selecció del moment adequat per sobrevolar, optimització de costos



V – El moment actual: síntesi

Noves perspectives i recerca actual (11/13)

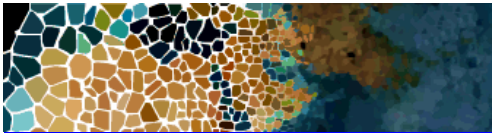
- Algunes preguntes que ens agradaria respondre:
 - Es pot convertir en un mètode operatiu?
 - Treballs vàlids per zones d'estudi molt locals
 - Què ens pot aportar el sensor LIDAR:
 - Informació sobre l'estructura forestal
 - Més informació = menys dates/bandes necessàries?



V – El moment actual: síntesi

Noves perspectives i recerca actual (12/13)

Primers resultats properament...



Moltes gràcies per la vostra atenció!



g.more@creaf.uab.cat