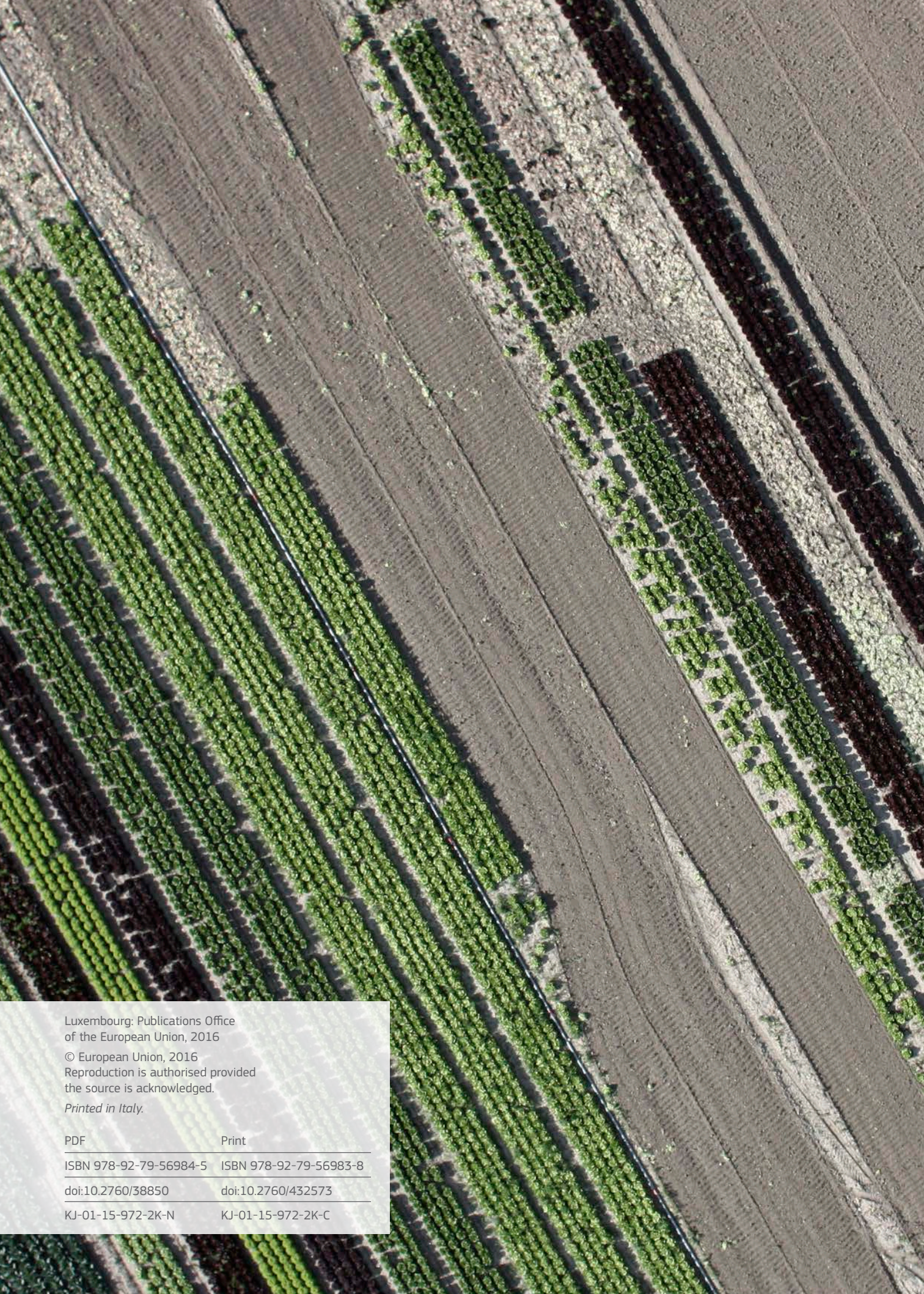




# Satellite monitoring of land, forests and agriculture

Monitorare  
la terra, le foreste  
e l'agricoltura con i satelliti





Luxembourg: Publications Office  
of the European Union, 2016

© European Union, 2016  
Reproduction is authorised provided  
the source is acknowledged.

*Printed in Italy.*

PDF

Print

---

ISBN 978-92-79-56984-5 ISBN 978-92-79-56983-8

---

doi:10.2760/38850 doi:10.2760/432573

---

KJ-01-15-972-2K-N KJ-01-15-972-2K-C



# Satellite monitoring of land, forests and agriculture

## Monitorare la terra, le foreste e l'agricoltura con i satelliti

*Satellite imagery helps assess and monitor the state and development of global land use over time. By comparing past and present images of land cover we can get an overview of the evolution of land pressures such as deforestation, agricultural expansion, urban developments, floodplains and threats to protected areas. This information can help decision makers target effective interventions and policies to ensure the sustainable management of land resources, which is becoming more and more urgent given the growing world population and the increased pressure on land to provide food, fuel and biodiversity habitat and the need to regulate climate.*

*The JRC uses imagery from the American Landsat 8 and the EU's new Sentinel satellites to monitor and forecast land use, deforestation, forest degradation and crop development.*

*Le immagini satellitari permettono di valutare e monitorare a livello globale lo stato e l'evoluzione nel tempo dell'uso del territorio. Confrontando le immagini del passato con quelle recenti, si può avere una visione globale delle varie pressioni che il territorio deve affrontare, come ad esempio la deforestazione, l'espansione dell'agricoltura, lo sviluppo urbano, gli effetti delle alluvioni e le minacce alle aree protette. Queste informazioni possono aiutare i decisori politici a pianificare politiche ed interventi mirati per garantire una gestione sostenibile delle risorse del territorio. Tale necessità sta diventando sempre più urgente, considerata la crescita della popolazione mondiale e la maggior pressione sulla terra per la produzione di cibo, carburante e habitat della biodiversità, nonché l'esigenza di regolare il clima.*

*Il JRC usa immagini del satellite americano Landsat 8 e dei nuovi satelliti europei Sentinel per monitorare e fare previsioni sull'uso del territorio, sulla deforestazione, sulla degradazione delle foreste e sullo sviluppo delle coltivazioni.*



# Satellite data supporting crop yield forecasts

Every year, farmers across the EU produce the equivalent of 600 kilogrammes of crops per capita. But crops are very susceptible to weather changes. Too little water or sunlight, or a lack of nutrients in the soil, can mean that crops fail to grow. The EU accounts for a large percentage of some of the world's most in-demand crops, including around 20% of wheat and 41% of global barley production. So a crop failure in the EU, due to frost, droughts or excessive precipitation, can have a knock-on effect across the globe, threatening food security, triggering food crises and eventually causing market disruptions that can lead to increased market speculation.

By making accurate forecasts for crop production across the 28 EU Member States and for more than 12 different major crops, the JRC aims to help people and organisations prepare for fluctuations in crop yields. This process is supported by satellite data that provides information on the actual vegetative status and the growing rates (photosynthetic activity) of all the arable land in Europe.

The image shows a severe frost kill event that occurred in winter 2014 between Latvia and Lithuania, as detected by remote sensing data. The affected region (in red and orange in the map) could be assessed thanks to a computed biomass indicator that compared the situation in 2014 to the average one. In the inset graph, the red line indicates the 2014 situation with no re-growth after the winter dormancy, while the grey line shows the average situation at end of March, when crops start re-growing if no damages have occurred.

## Prevedere la produzione agricola con l'ausilio dei satelliti

Ogni anno, i coltivatori europei producono l'equivalente di 600 chili di coltivazioni pro capite. Tuttavia, le coltivazioni risentono molto dei cambiamenti atmosferici. Scarsità di acqua, carenza di sole, o mancanza di nutrienti nel suolo possono far sì che le coltivazioni non crescano. L'Unione europea produce in larga parte alcune tra le coltivazioni più richieste al mondo, incluso circa il 20% della produzione mondiale di grano e il 41% di orzo. Quindi, la mancata crescita di una coltura in Europa, dovuta a gelate, siccità o precipitazioni eccessive, può avere un effetto a cascata in tutto il mondo, mettendo a repentaglio l'approvvigionamento di cibo, scatenando crisi alimentari e infine destabilizzando i mercati con conseguente aumento delle speculazioni.

Il JRC effettua previsioni accurate sulla produzione agricola di oltre 12 colture in tutti i 28 stati membri dell'Unione europea. Tali previsioni permettono ai singoli e alle varie organizzazioni ad essere preparati alle possibili fluttuazioni dei raccolti. Questo processo è supportato da dati satellitari che forniscono informazioni sul reale status vegetativo e sui tassi di crescita (attività fotosintetica) di tutta la terra coltivabile in Europa.

L'immagine mostra una gelata importante avvenuta nell'inverno 2014 tra la Lettonia e la Lituania rilevata attraverso dati satellitari. La regione colpita (in rosso e arancione sulla mappa) è stata valutata grazie ad un indicatore di biomassa che confronta la situazione nel 2014 con la situazione media. La linea rossa nel grafico indica la situazione nel 2014 con una mancata ricrescita dopo l'inattività invernale, mentre la linea verde mostra la situazione media alla fine di marzo quando, se non ci sono stati danni, le colture iniziano a ricrescere.

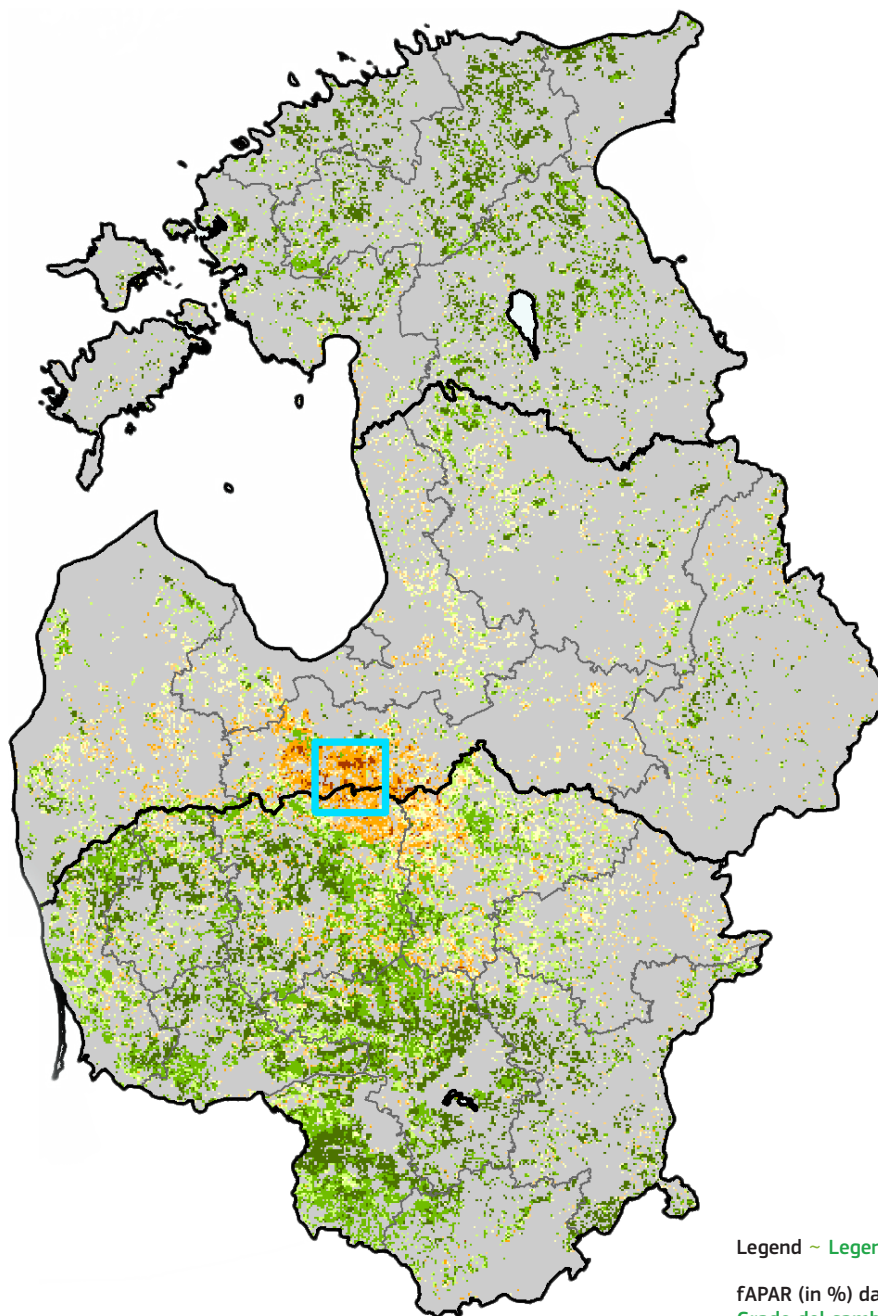
## Did you know...

A full analysis on crop conditions and crop growth in Europe is published on a monthly basis in the MARS bulletins and can be downloaded for free under:

<https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/mars-agri4cast-bulletins>

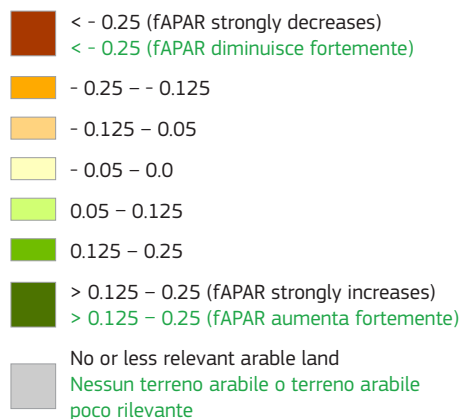
## Sapevi che...

Ogni mese pubblichiamo un'analisi delle condizioni e della crescita delle coltivazioni in Europa. Il bollettino MARS può essere scaricato gratuitamente da: <https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/mars-agri4cast-bulletins>



Legend ~ Legenda

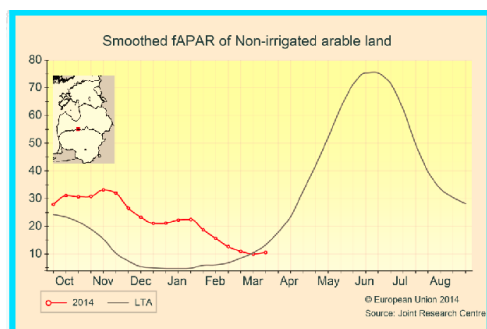
fAPAR (in %) daily change rate  
Grado del cambiamento fAPAR giornaliero (in %)



⌘ fAPAR change rate, non-irrigated arable land.

Considered period: 31 January 2014 - 31 March 2014

Grado del cambiamento fAPAR, terreno arabile non irrigato. Periodo considerato: 31 gennaio 2014 - 31 marzo 2014



Data source: MARS remote sensing database, SPOT-VGT, MSG-SEVIRI

Fonte dei dati: database di rilevazione remota di MARS, SPOT-VGT, MSG-SEVIRI

# Assessment of conflict impact on agricultural crop cultivation in Syria

As part of its support to food security assessments, the JRC performs ad-hoc country analysis with the support of satellite images to understand the impact of crises and conflicts on crop production. Until recently, such assessments were only possible with the use of low resolution satellite imagery (250-1000 m spatial detail, e.g. MODIS, SPOT-Vegetation), but with the advent of 'free and open' imagery in the high resolution domain (10-30 m, e.g. Landsat-8, the European Sentinels), such analysis is also possible at agricultural field scales. We derive indicators from these images which we can compare across regions and seasons, to understand how the situation is changing.

The image to the right illustrates a 'Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)' composite created with Landsat-8 imagery. The NDVI is a relative indicator derived from the satellite image, usually from the red and near-infrared channels, which relates to the vegetation cover and vigour of the target. The image shows a large difference in irrigated crop production at the North-Eastern border between Syria and Turkey. The key difference is related to access to water for irrigation. A multi-annual analysis shows a drastic reduction in irrigated crop area in Syria.

## Valutare l'impatto del conflitto sulle coltivazioni in Siria

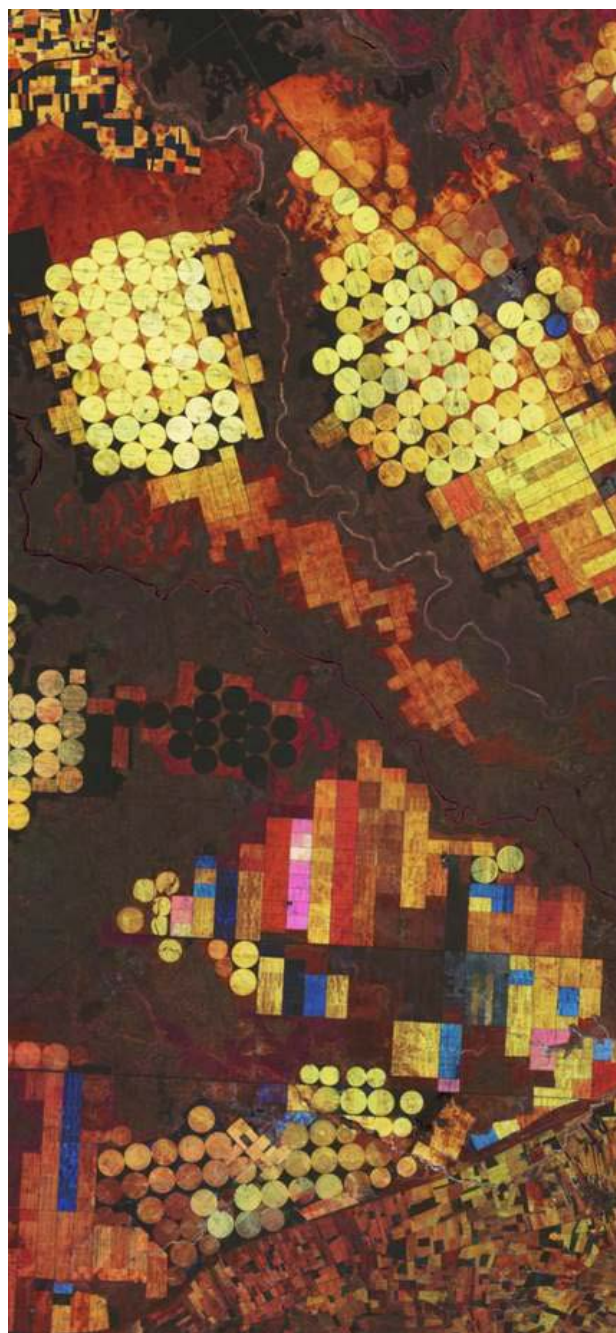
Nell'ambito del proprio lavoro sulla valutazione dell'approvvigionamento di cibo, il JRC effettua anche delle analisi ad hoc su paesi specifici, usando le immagini satellitari per comprendere l'impatto delle crisi e dei conflitti sulla produzione agricola. Fino a poco tempo fa, tali valutazioni erano possibili solo usando immagini satellitari a bassa risoluzione (250-1000 m di dettaglio spaziale, e.g. MODIS, SPOT-Vegetation), ma con l'avvento delle immagini ad alta risoluzione "gratuite e disponibili a tutti" (10-30 m, e.g. Landsat-8, the European Sentinels), tali analisi sono possibili anche a livello di singoli campi agricoli. Da queste immagini deriviamo degli indicatori che possiamo confrontare tra regioni e tra stagioni, per capire come evolve la situazione.

## Did you know...

Images from Landsat 8 and Sentinel-1 are freely available to any user. Combining 'free and open' access data with 'open source' software tools enables many new users to work with and analyse satellite images.

## Sapevi che...

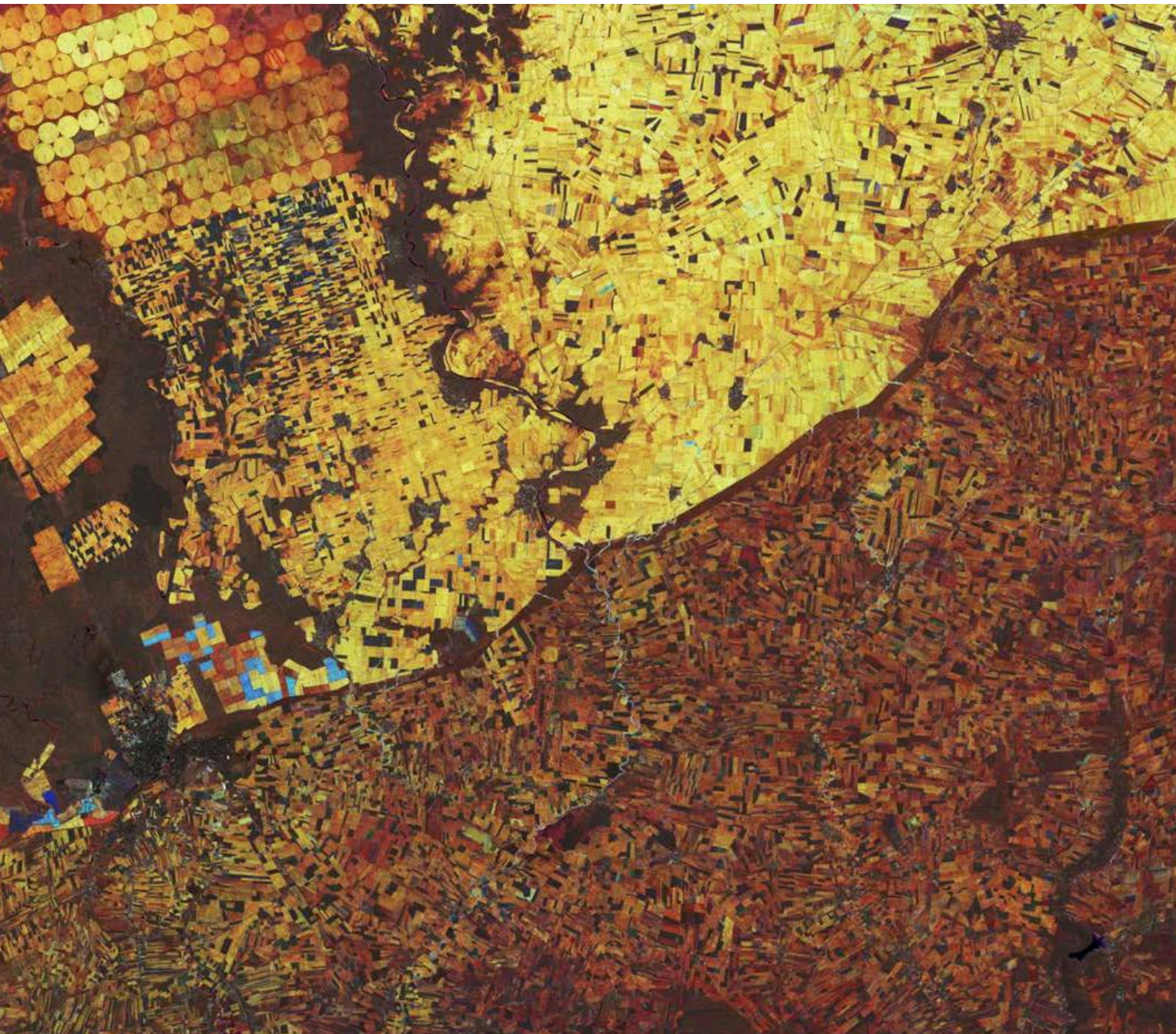
Le immagini dai satelliti Landsat 8 e Sentinel-1 sono liberamente disponibili per tutti e sono gratuite. I dati a libero accesso e i software "open source" permettono a molti nuovi utenti di lavorare con le immagini satellitari.





L'esempio illustra una composizione "Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)" creata con immagini provenienti dal satellite Landsat 8. L'indicatore NDVI deriva dalle immagini satellitari, di solito dai canali del rosso e dell'infrarosso vicino, che sono relativi alla presenza di vegetazione e al vigore dell'obiettivo. L'immagine mostra una grande differenza nelle coltivazioni irrigate al confine nord-est tra la Siria e la Turchia. La differenza più importante riguarda l'accesso alle risorse idriche per l'irrigazione. L'analisi multi-annuale mostra una drastica riduzione delle coltivazioni irrigate in Siria.

Irrigation system in a semi-arid area - © Yio, Fotolia »  
Sistema di irrigazione in un'area semi arida  
© Yio, Fotolia





# Following agricultural land expansion and conversion in Africa

Due to the growing demand for food and feed in the world, the area of land under agricultural cultivation is expected to expand considerably in the coming years. Also, existing agricultural crop production will see a shift to other crop types and management practices (intensification). This process is likely to be most important in Africa, where population growth and development will need to be matched by increased access to food and feed. The JRC uses satellite imagery to develop methodologies to understand these land conversion processes. It works closely with colleagues in the affected countries, providing expertise, datasets and software tools to ensure that the information can be used directly by local policy makers.

The image shows a composite of Sentinel-1A SAR (synthetic aperture radar) imagery for the period October 2014 - January 2015 in Central-Eastern Ethiopia. This is partly during the rainy season, when it is virtually impossible to collect optical satellite data (e.g. Landsat 8) due to cloud cover. The coloured areas represent agricultural cultivation against a background of semi-arid natural vegetation and bare soil. Comparison with earlier years shows that the irrigated crop area has expanded considerably and that areas that had already been irrigated have been converted to rice cultivation.

## Monitorare l'espansione e la trasformazione dei terreni agricoli in Africa

A causa della crescente domanda di cibo in tutto il mondo, ci aspettiamo che nei prossimi anni la porzione di terra destinata all'agricoltura si espanda notevolmente. Inoltre, le attuali produzioni agricole saranno sostituite da altri tipi di coltivazioni e da modelli di gestione diversi (intensificazione). Questo processo, probabilmente, interesserà soprattutto l'Africa, dove la crescita della popolazione e dello sviluppo dovrà confrontarsi con una maggiore richiesta di cibo. Il JRC usa le immagini satellitari per sviluppare metodi che consentano di comprendere questi processi di trasformazione del territorio. Esso lavora a stretto contatto con i colleghi nei paesi interessati, fornendo conoscenza, dati e strumenti informatici per assicurarsi che l'informazione possa essere usata direttamente dai decisori politici locali.

L'esempio mostra un'immagine composita dal satellite Sentinel-1A SAR (radar ad apertura sintetica) per il periodo ottobre 2014 - gennaio 2015 nell'Etiopia centro-orientale. Questo periodo corrisponde in parte alla stagione delle piogge, quando è praticamente impossibile raccogliere dati satellitari ottici (ad esempio dal satellite Landsat8) per la presenza di nuvole. Le aree colorate mostrano le coltivazioni agricole su uno sfondo di vegetazione naturale semi-arida e terreno nudo. Il confronto con gli anni precedenti mostra che l'area coltivata irrigata si è espansa notevolmente e che le aree esistenti sono state convertite alla coltivazione di riso.

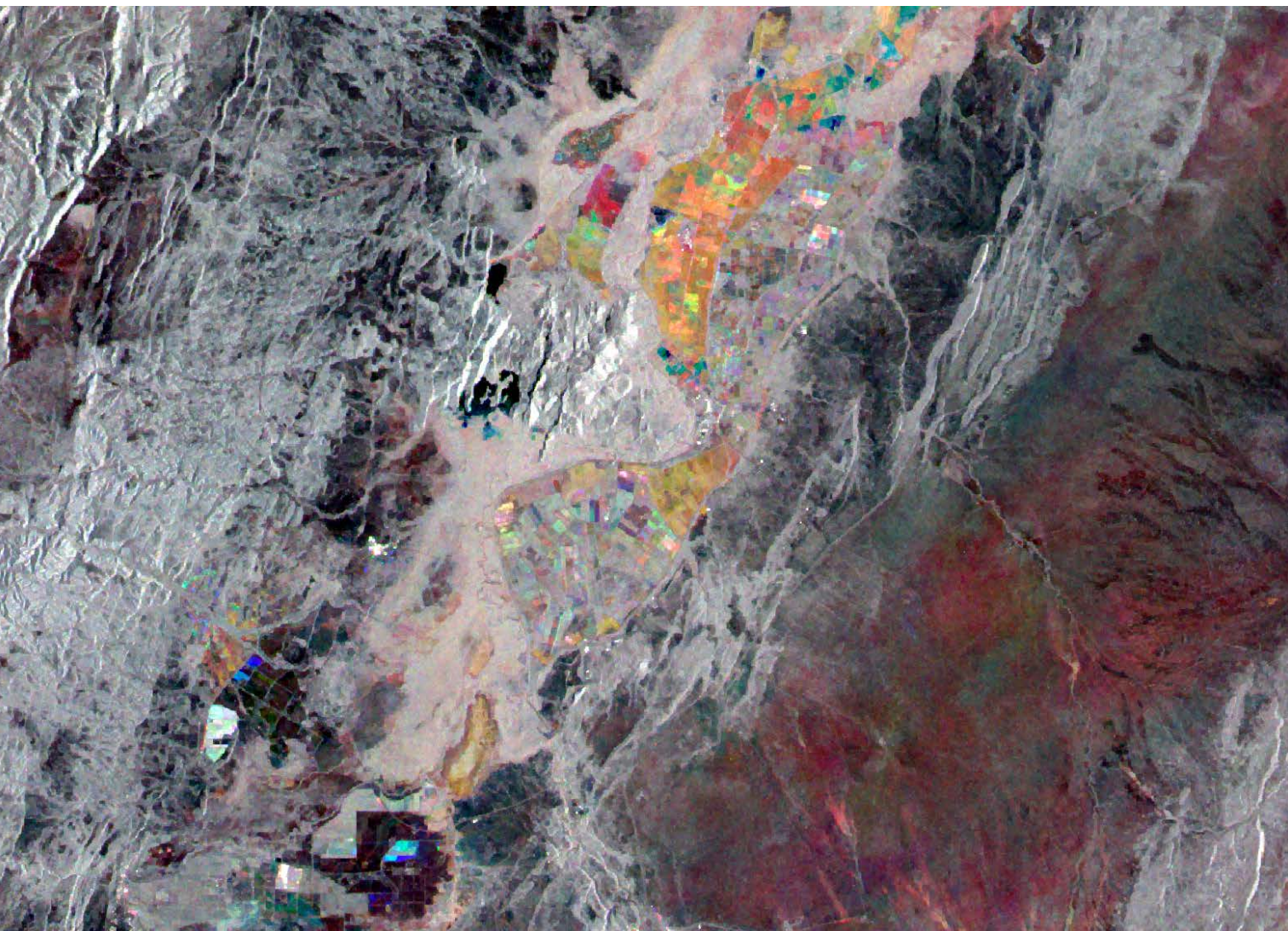
## Did you know...

The European Copernicus programme will become, with the launch of Sentinel-2A in June 2015, the most sophisticated Earth Observation programme in the high resolution (10-30 m) spatial domain. The data from the programme are 'free and open', i.e. they are available to anyone around the world for use in agricultural mapping. We expect that this will lead to a fantastic boost to our knowledge of global agricultural production systems.

## Sapevi che...

Con il lancio del satellite Sentinel-2A previsto in giugno 2015, il programma europeo Copernicus diventerà il più sofisticato programma di osservazione della Terra ad alta risoluzione (10-30 m). I dati provenienti da questo programma sono "gratuti e liberamente disponibili", quindi chiunque nel mondo può usarli per monitorare l'agricoltura. Ci aspettiamo che ciò darà un contributo importante alla conoscenza dei sistemi globali di produzione agricola.





« Crop cultivation in Africa  
©RenateWefers - Fotolia  
Coltivazioni in Africa  
©RenateWefers - Fotolia



# Assessing deforestation and forest degradation in the tropics

Forest cover and forest carbon density are rapidly changing in the tropics. These changes have a significant impact on forest functions and livelihoods in tropical regions and on the global environment. The European Commission has proposed that, at the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) negotiations, the EU calls for halting global forest cover loss by 2030 at the latest and reducing gross tropical deforestation by at least 50% from current levels by 2020.

JRC activities aim to build capacity to improve the assessment of global deforestation and forest degradation. In particular, the JRC aims to develop, share and adapt appropriate monitoring methods and to provide direct assessments of the status and evolution of tropical forest cover in support to forest policies and national and international negotiations on emission reductions and biodiversity conservation.

The images on the following page are Landsat satellite images (from 1973, 1990, 2000, 2009, 2014) of an area of 10km X 10km showing deforestation in the Brazilian Amazon. They show an area of untouched forest in 1973 and the gradual increase of agricultural areas until 2014. Green represents forest areas, purple and light brown represent deforested areas, the dark area in the middle of the 2014 image indicates burned areas.

## Valutare la deforestazione e la degradazione delle foreste nei tropici

Nelle aree tropicali la copertura delle foreste e la densità di carbonio derivante da esse stanno cambiando molto rapidamente. Questi cambiamenti hanno un significativo impatto sulle funzioni della foresta, sui mezzi di sostentamento nelle regioni tropicali e sull'ambiente globale. La Commissione europea ha proposto che, durante le negoziazioni della Convenzione sul Cambiamento climatico delle Nazioni Unite (UNFCCC), l'Unione europea chieda che entro il 2030 la perdita di foreste venga fermata e che entro il 2020 la deforestazione nelle aree tropicali sia ridotta almeno del 50%.

Le attività del JRC mirano a sviluppare metodi che migliorino la capacità di valutare la deforestazione globale e la degradazione forestale. In particolare ci si propone di sviluppare e condividere un metodo adeguato di monitoraggio e di fornire una valutazione diretta sullo stato e sull'evoluzione della copertura della foresta in sostegno alle politiche forestali e alle trattative nazionali e internazionali in materia di riduzione delle emissioni e di conservazione della biodiversità.

Le immagini prese dal satellite Landsat (negli anni 1973, 1990, 2000, 2009, 2014) mostrano la deforestazione nell'Amazzonia brasiliana in un'area di 10kmX10km. Viene evidenziata un'area di foresta intatta nel 1973 e la graduale espansione delle aree agricole fino al 2014. Il verde rappresenta la foresta, le aree in viola e marrone chiaro rappresentano le aree deforestate, l'area scura nel mezzo dell'immagine del 2014 mostra le aree incendiate.

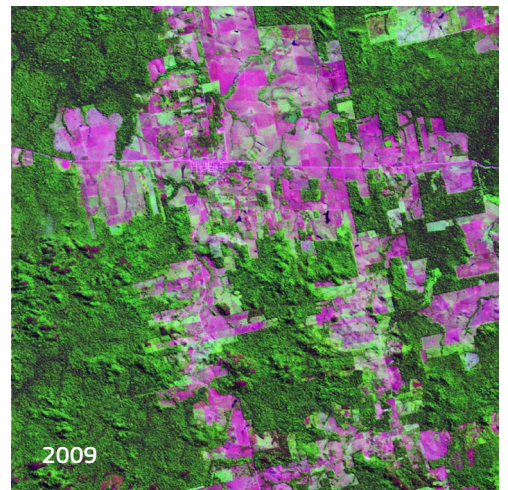
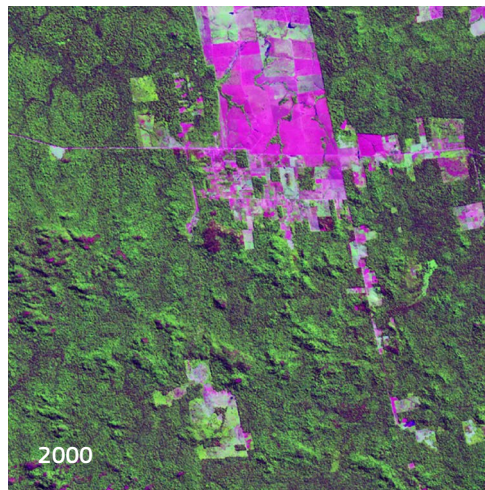
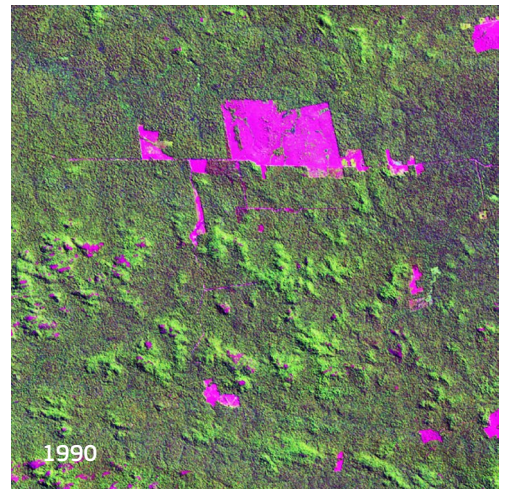
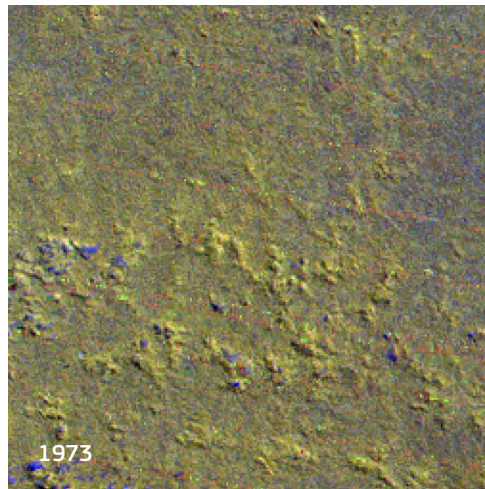
## Did you know...

Carbon losses from deforestation represent about 10% of carbon emissions from fossil fuel combustion and cement production.

## Sapevi che...

La perdita di carbonio dovuta alla deforestazione rappresenta circa il 10% delle emissioni di carbonio derivante dalla combustione del carburante fossile e dalla produzione di cemento.





✧ Deforestation in Brazil  
Deforestazione in Brasile





# Monitoring protected areas

Protected areas are a vital tool for sustainable resource management, biodiversity conservation and maintaining ecosystem services. They can also help to reduce poverty, by providing opportunities for local communities. African, Caribbean and Pacific (ACP) countries host a huge share of the planet's biological and cultural diversity. Yet, despite government efforts, there is still a high rate of biodiversity loss in ACP countries.

The JRC supports the monitoring, conservation and improved management of protected areas through the BIOPAMA (Biodiversity and Protected Areas Management) programme. The methods and tools developed within this programme allow for any park to be assessed in terms of its different habitats and the potential pressure affecting them as a result of changes in land use. For example, under the BIOPAMA programme, the JRC developed a methodology to identify natural areas, habitats and existing ecologically similar areas existing outside the Tanzanian Udzungwa Mountains National Park (UMNP). It also assessed the impact of human activities over 20 years through land cover conversions inside and surrounding the UMNP. The habitat and land cover monitoring approaches such as those promoted within the BIOPAMA project could greatly help development projects meet their goals of sustainably intensifying agriculture while conserving and reducing pressures on natural resources.

## *Did you know...*

Many of the world's current 35 biodiversity hotspots are situated in African, Caribbean and Pacific (ACP) countries – eight of them in Africa.

## *Sapevi che...*

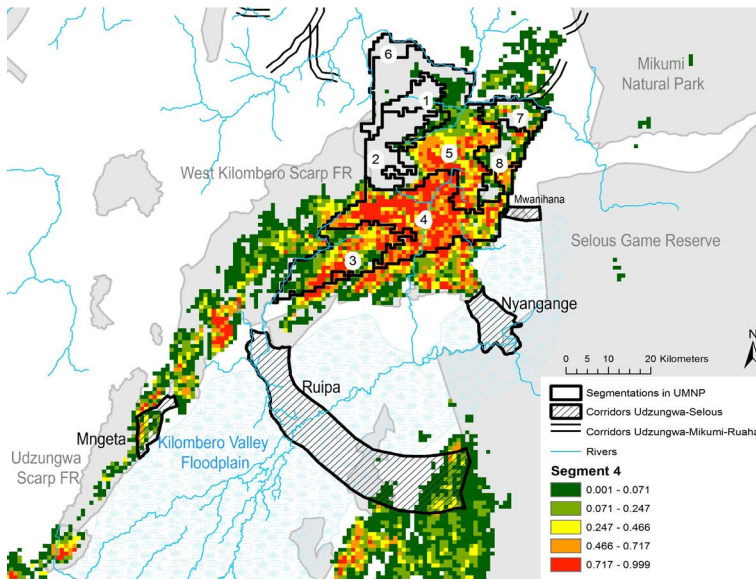
Tra i 35 attuali luoghi mondiali ad altissima biodiversità, molti sono situati nei paesi dell'Africa, dei Caraibi e del Pacifico, di cui otto in Africa.

## Monitorare le aree protette

Le aree protette sono strumenti importanti per la gestione sostenibile delle risorse, la conservazione della biodiversità e per mantenere i servizi ecosistemici. Inoltre, esse possono aiutare a ridurre la povertà in quanto forniscono opportunità di sviluppo per le comunità locali. Una buona parte della diversità biologica e culturale del mondo è situata nei paesi dell'Africa, dei Caraibi e del Pacifico (i cosiddetti Paesi ACP). Eppure, nonostante gli sforzi dei governi, c'è ancora un alto tasso di perdita di biodiversità in questi paesi.

Il JRC supporta il monitoraggio, la conservazione e una migliore gestione delle aree protette attraverso il programma BIOPAMA (Gestione della Biodiversità e delle Aree Protette). I metodi e gli strumenti sviluppati in questo ambito permettono di valutare le aree protette in termini dei loro differenti habitat e della potenziale pressione che devono sopportare a causa dei cambiamenti nell'uso del territorio. Ad esempio, nell'ambito di BIOPAMA, il JRC ha sviluppato una metodologia per identificare le aree naturali, gli habitat e le aree ecologicamente simili presenti fuori dal Parco Nazionale della Tanzania "Udzungwa Mountains" (UMNP). Il JRC ha anche valutato l'impatto che le attività umane hanno avuto negli ultimi 20 anni a causa della trasformazione del territorio all'interno e nei dintorni del parco. Il metodo proposto dal programma BIOPAMA per il monitoraggio dell'habitat e dell'uso del territorio può essere di grande aiuto per far sì che i progetti di sviluppo raggiungano i loro scopi: intensificare l'agricoltura in modo sostenibile e allo stesso tempo conservare le risorse naturali e ridurre le pressioni sulle stesse.



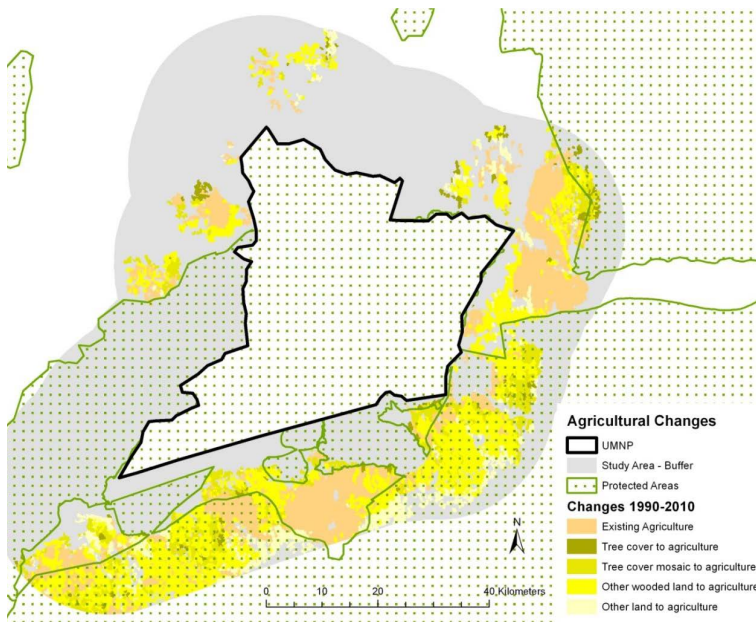


«Habitat discrimination in the Udzungwa Mountains National Park and identification of similar habitats and corridors outside the park

Red: very similar; green: less similar

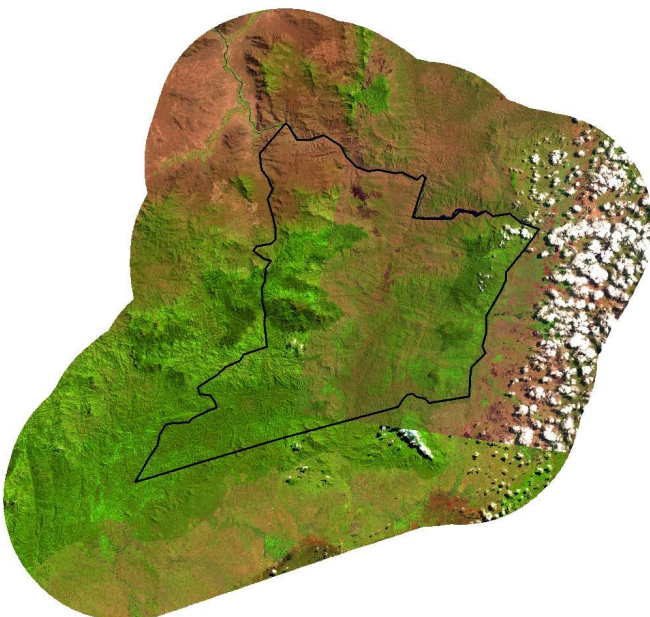
Differenziazione degli habitat nel Parco Nazionale dei monti Udzungwa e identificazione di habitat e corridoi simili al di fuori del parco

Rosso: molto simile; verde: meno simile



«Loss of natural vegetation due to agricultural expansion from 1990-2010 in the Udzungwa Mountains National Park protected area

Perdita di vegetazione naturale dovuta all'espansione agricola dal 1990-2010 nell'area protetta del Parco Nazionale dei monti Udzungwa



«Landsat image mosaic of the Udzungwa Mountains National Park in Tanzania for the year 2010

Mosaico di immagini Landsat del Parco Nazionale dei monti Udzungwa in Tanzania per l'anno 2010



## JRC Mission

As the Commission's in-house science service, the Joint Research Centre's mission is to provide EU policies with independent, evidence-based scientific and technical support throughout the whole policy cycle.

Working in close cooperation with policy Directorates-General, the JRC addresses key societal challenges while stimulating innovation through developing new methods, tools and standards, and sharing its know-how with the Member States, the scientific community and international partners.

*Serving society  
Stimulating innovation  
Supporting legislation*



JRC Science Hub: [ec.europa.eu/jrc](https://ec.europa.eu/jrc)



Publications Office

ISBN 978-92-79-56984-5  
doi:10.2760/38850