

**CACAO & CIOCCOLATO**  
*Dolcezze per la salute*  
Firenze, 14 Dicembre 2019

## **Cacao biotech: il futuro del cioccolato?**

**Valentina Maggini**

Centro di ricerca e innovazione in Fitoterapia e Medicina Integrata  
CERFIT, AOU Careggi  
Dipartimento di Biologia, Università di Firenze  
[valentina.maggini@unifi.it](mailto:valentina.maggini@unifi.it)

**Apokalyptische Prognose: Aus für  
Schokolade ab 2050!**

**チョコレートは2050年までになくなる?**

**Entro i prossimi 30 anni il cioccolato  
potrebbe scomparire dalla faccia della Terra  
per colpa**

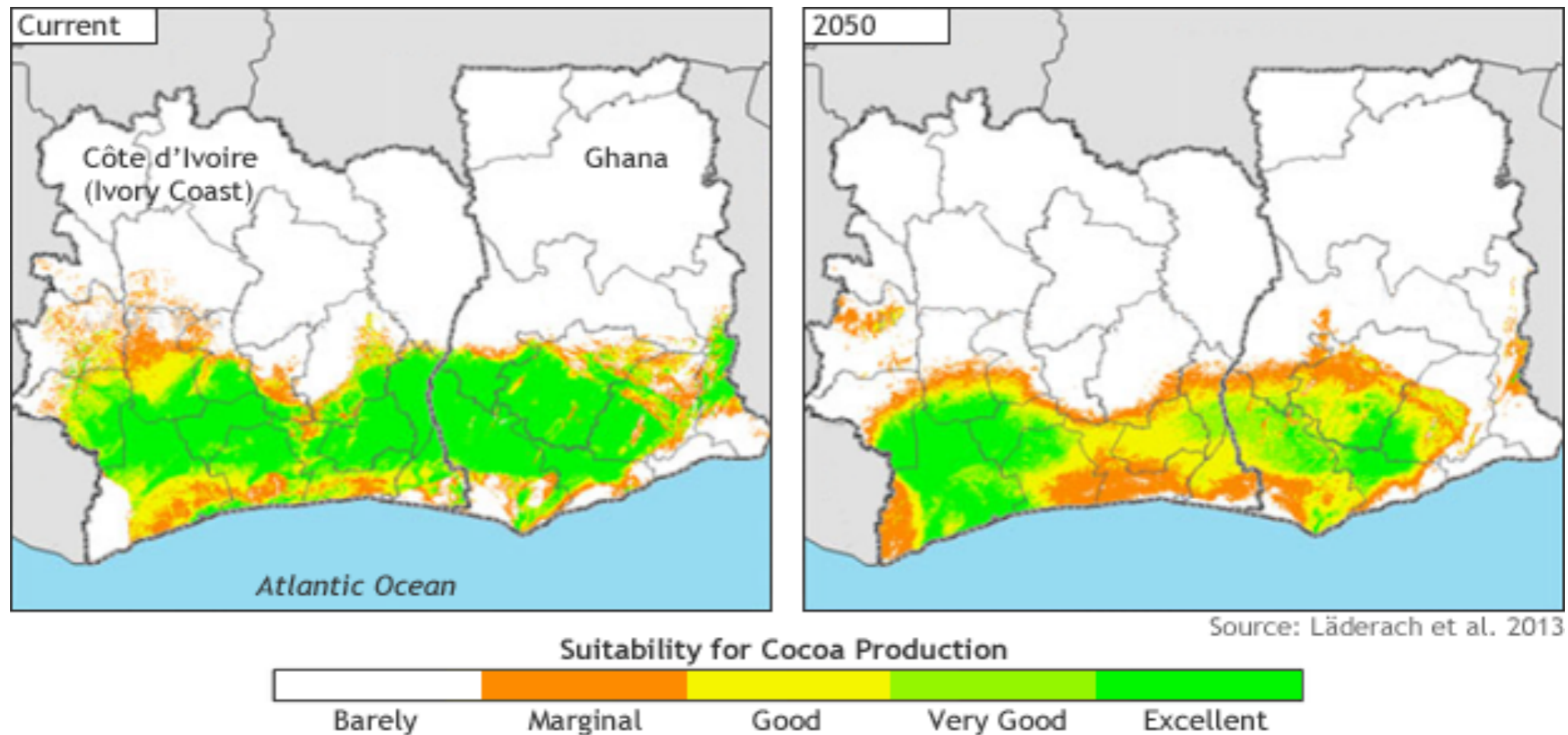
**Y aura-t-il encore du chocolat  
en 2050 ?**

**Los científicos alertan de que el chocolate  
se extinguirá en 2050**

**Chocolate May Be Extinct by 2050,  
According to Scientists**

# Riscaldamento globale e sostenibilità della coltivazione del cacao

Costa d'Avorio e Ghana producono oltre la metà del cioccolato mondiale.

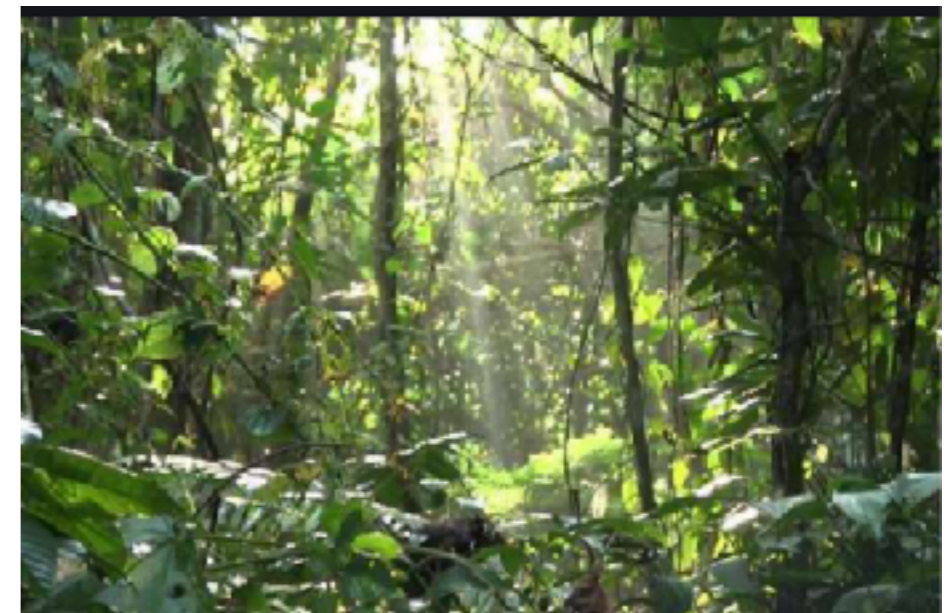


**Gli alberi di cacao prosperano nelle foreste pluviali**

**It's not the heat, it's the (lack of) humidity**

Gli alberi di cacao prosperano solo in condizioni specifiche:

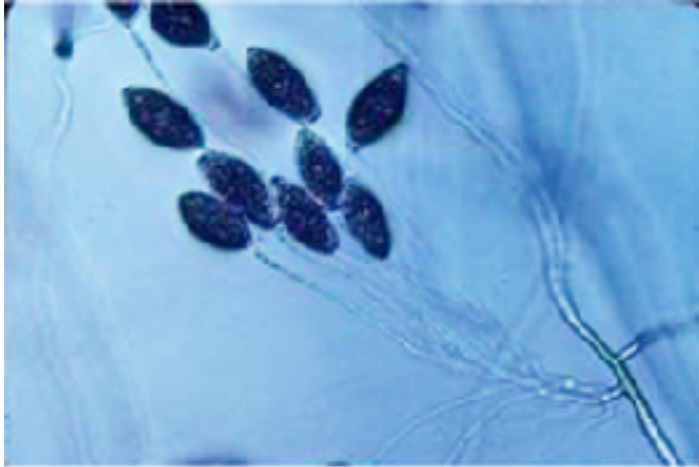
- temperature abbastanza uniformi
- elevata umidità e protezione dal vento
- terreno ricco di azoto



## Patogeni vegetali e sostenibilità della coltivazione del cacao

Ogni anno la produzione globale è fortemente limitata:

- il 20-30% delle cabosse di cacao muoiono prima della raccolta;
- le malattie fungine possono distruggere tutti i frutti di cacao in una singola fattoria.



I frutti del cacao gialli e neri mostrano i sintomi dell'infezione fungina con *Phytophthora tropicalis*



## Migliorare la sostenibilità del cacao

Negli ultimi 20 anni l'aumento della produzione di cacao è stato ottenuto principalmente all'utilizzo di più terra e relativa deforestazione, con enormi consumi di risorse (acqua, fertilizzanti,..)

Per migliorare la sostenibilità occorrono piante più vigorose e resistenti a cambiamenti ambientali e malattie e che producano chicchi di qualità migliore.

### Cosa fanno i ricercatori?



## Biotech chiama...

Dalle colture *in vitro* di piante e relativa propagazione, passando per la produzione di sostanze in batteri e altri microrganismi, al miglioramento genetico delle piante, la ricerca sulla coltivazione del cacao non si ferma.

In particolare, le tecnologie di **GENOME EDITING** hanno migliorato la nostra capacità di apportare cambiamenti precisi nei genomi delle cellule eucariotiche.

Sono in grado di interrogare la funzione del genoma e possono potenzialmente essere utilizzate clinicamente per correggere o introdurre mutazioni genetiche per il trattamento di malattie refrattarie alle terapie tradizionali.



# **CRISPR/Cas la nuova frontiera?**

**Il sistema CRISPR/Cas è in grado di inserire, eliminare o sostituire alcuni nucleotidi in una data regione del genoma, agendo con precisione chirurgica e riproducibile**

**Vantaggi: facile utilizzo, alta efficienza e ampia applicazione**

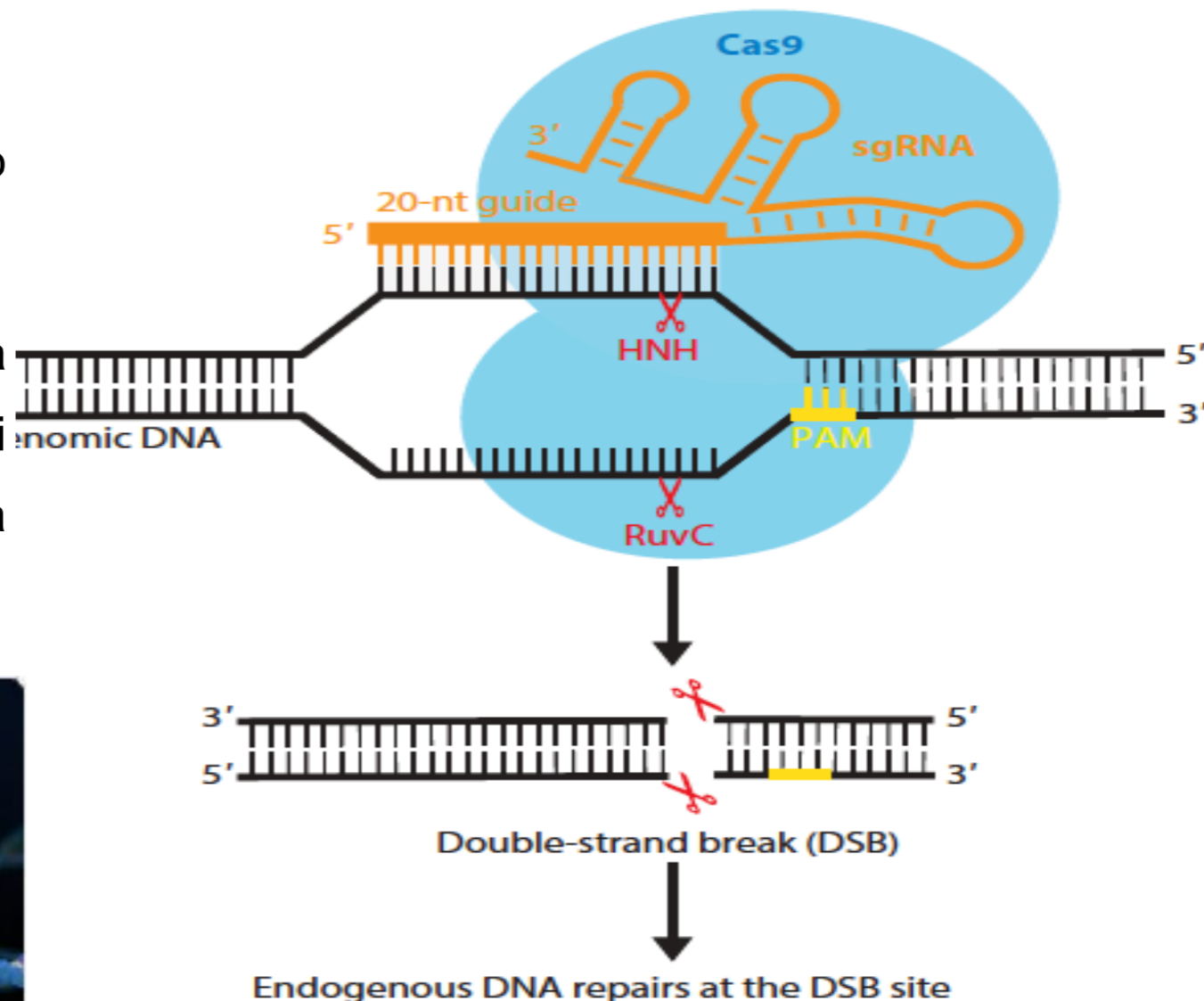
**Svantaggi: resta una manipolazione del DNA**

**Attualmente, CRISPR/Cas è considerato una tecnologia rivoluzionaria ed ha trovato rapidamente applicazione, con diverse prospettive future per il suo uso nello studio delle piante medicinali**

# CRISP/Cas una panoramica

Doudna e Charpentier (2012) hanno utilizzato questo componente del sistema immunitario dei batteri.

Il meccanismo si basa **sull'attività endonucleasica** della **proteina CAS**: come se fosse provvista di forbici molecolari taglia il pezzetto di DNA che si desidera modificare.



Questa proteina si posiziona esattamente sulla porzione di DNA bersaglio grazie ad un **filamento guida di RNA** (la cui sequenza è complementare a quella del DNA da raggiungere) ed esegue il taglio nel punto prescelto.

**A questo punto, la cellula riparerà il danno producendo mutazioni puntiformi, indistinguibili da quelle naturali, capaci di accendere un gene benefico o silenziarne uno dannoso**





# Transient Expression of CRISPR/Cas9 Machinery Targeting *TcNPR3* Enhances Defense Response in *Theobroma cacao*

Andrew S. Fister<sup>1</sup>, Lena Landherr<sup>1</sup>, Siela N. Maximova<sup>1,2</sup> and Mark J. Guiltinan<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Plant Science, Pennsylvania State University, University Park, PA, United States, <sup>2</sup> Huck Institutes of the Life Sciences, Pennsylvania State University, University Park, PA, United States



Il gene, noto come *TcNPR3*, sopprime la risposta alla malattia della pianta.

I ricercatori hanno ipotizzato che l'uso di CRISPR/Cas9 per eliminare questo gene avrebbe comportato una maggiore resistenza alle malattie.

**In caso di infezione da *Phytophthora tropicalis*, un patogeno naturale di cacao e altre piante, le foglie trattate con CRISPR mostrano una maggiore resistenza alla malattia**

## **Biotech: il futuro del cioccolato?**

**Le tecniche di genome editing sono utilizzabili nelle piante medicinali per studiare e modificare i geni coinvolti nella sintesi di composti bioattivi per aumentare l'efficacia o ridurre la tossicità della pianta**

## CRISPR produce OGM o no?

- Secondo molti ricercatori, il procedimento assomiglia alle pratiche agricole convenzionali di miglioramento genetico più che all'ingegneria genetica, che invece prevede lo spostamento di interi geni da un organismo all'altro (transgenici).
- La modifica è inoltre **indistinguibile** da una mutazione casuale che può avvenire in natura, come ne avvengono continuamente.
- L'editing consente, però, di sapere esattamente cosa si va a cambiare, e permette di farlo **in modo mirato**, mentre gli ibridatori convenzionali modificano i genomi senza sapere esattamente quali mutazioni trasferiscono e selezionano.

## Dipende anche dal luogo in cui ci si trova

Da un punto di vista applicativo, l'ultima parola andrà ovviamente agli esperti e alle attività regolatorie

- Una sentenza della Corte Europea del 2018 stabilisce che le piante modificate con le nuove tecniche di editing genomico **debbono essere considerate OGM** (organismi geneticamente modificati) e regolamentate come tali.
- In USA, Brasile, Argentina e Giappone le varietà realizzate attraverso il gene editing non sono considerate OGM, dunque non devono sottostare a particolari controlli.

# Altre possibilità alternative e/o complementari

Una famosa multinazionale ha intrapreso il progetto “Sustainability in a generation”, investendo 1 miliardo di dollari per migliorare la sostenibilità della coltivazione del cacao.

Altre realtà guardano ad altri territori di approvvigionamento (Sud America) per produzioni di numeri più piccoli e maggiore qualità, spesso con micro piantagioni di proprietà di famiglie di contadini, con filiera controllata e certificata.

The infographic is titled "SUSTAINABLE in a GENERATION plan" and features a central graphic of a wind turbine, sun, and trees. It is divided into three main sections: "healthy planet", "thriving people", and "nourishing wellbeing". Each section contains three key initiatives with icons and brief descriptions. At the bottom, there are social media icons for Twitter, Facebook, Instagram, and LinkedIn, along with the text "Follow @marsglobal".

**SUSTAINABLE in a GENERATION plan**

The new Sustainable In a Generation Plan from Mars features three interconnected ambitions – informed by science – that will allow the company to address significant environmental and social challenges facing our planet.

**#GenerationforChange**

Follow @marsglobal

### healthy planet

Our goal is to reduce our total environmental impact in line with what science says is necessary to keep the planet healthy.

- Climate Action**: Reduce the total GHG emissions across our full value chain by 27% by 2025 and 52% by 2030.
- Water Stewardship**: Eliminate water use in excess of sustainable levels in our value chain by 2030.
- Land Management**: Hold flat the total land area associated with our value chain.

### thriving people

Our goal is to meaningfully improve the working lives of one million people in our value chain to enable them to thrive.

- Increasing Income**: Ensure everyone working within our extended supply chain earns a sufficient income.
- Respecting Human Rights**: Everyone touched by our business is treated with fairness, dignity and respect.
- Unlocking Opportunities for Women**: In our workplaces, workplaces and supply chains.

### nourishing wellbeing

Our goal is to advance science, innovation and marketing to help billions of people and pets lead healthier, happier lives.

- Food Safety**: Mitigate food safety risks around the world.
- Product Renovation**: Invest in science and product design to improve the nutrition and portions of our products.
- Responsible Marketing**: Market our products in ways that will help billions of people lead healthier, happier lives.



# TAKE HOME MESSAGE



- Sviluppare sistemi agricoli sostenibili con impatti ridotti sui cambiamenti climatici.
- Generare nuove conoscenze e biotecnologie per il miglioramento della qualità delle colture e dei prodotti.
- Contribuire a **diminuire** lo sfruttamento e la povertà in tutto il mondo

