



The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

# Agroforestry, Biomass, Soil, and livestock in a landscape context

Noel Gurwick  
Raymond von Culin  
Marit Wilkerson  
Moffatt Ngugi  
Stella Siegel

Contact: [NGurwick@usaid.gov](mailto:NGurwick@usaid.gov)

**Workshop on the Strategic Alignment in Climate, Agriculture, and the Environment**  
**Malawi · October 24 28, 2016**



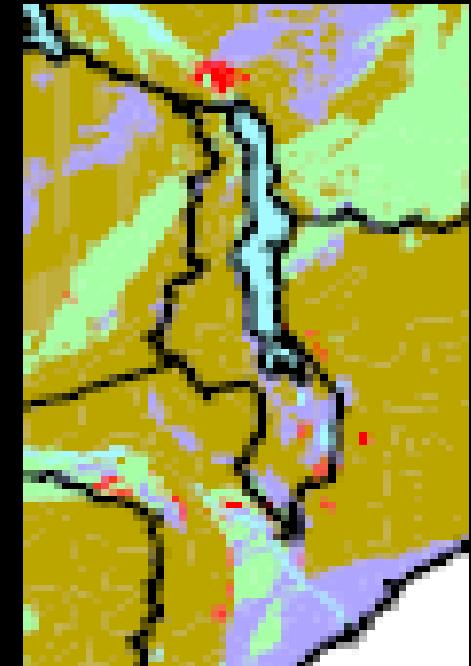
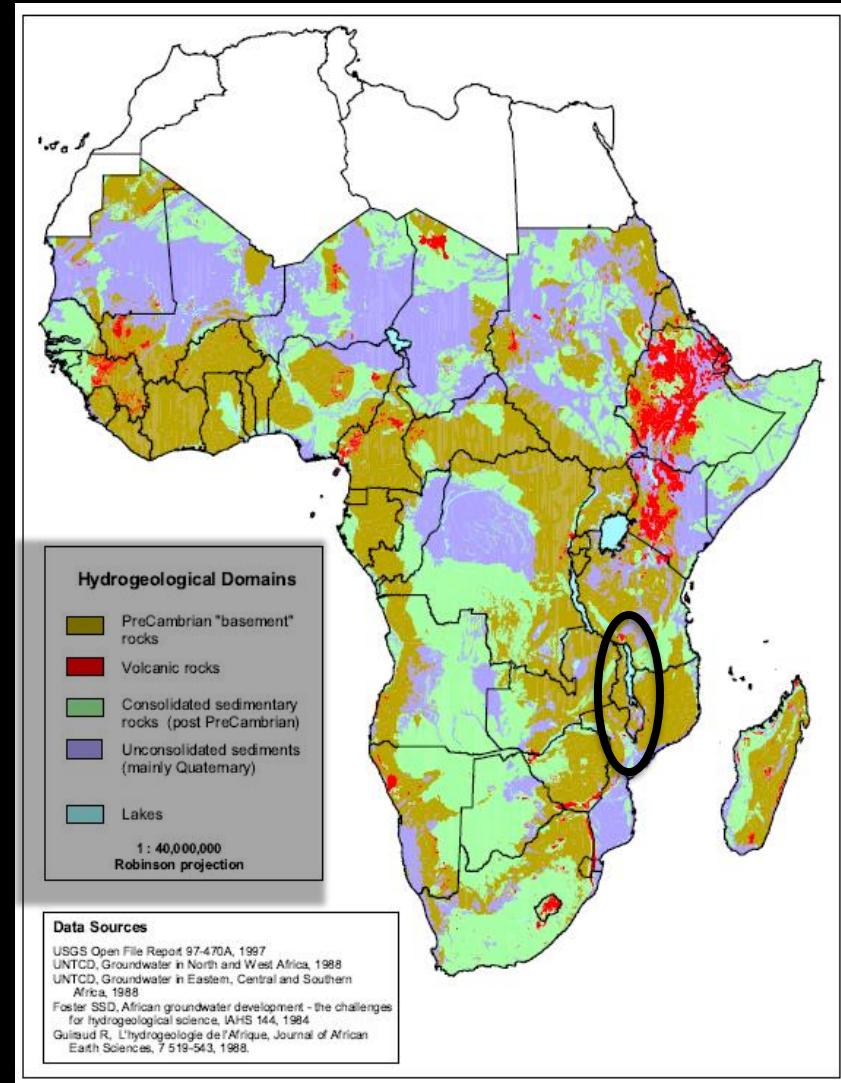
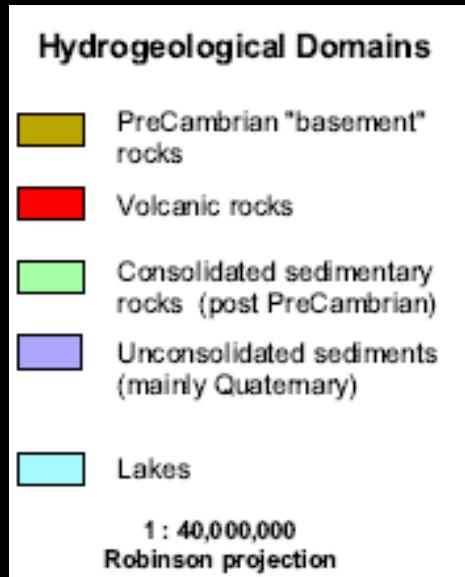
**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

# Hydrogeology of Sub-Saharan Africa



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

MacDonald and Davies 2004, Technical Report WC/00/33, Natural Environment Research Council, British Geological Survey



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

# Landscape-scale vegetation dynamics

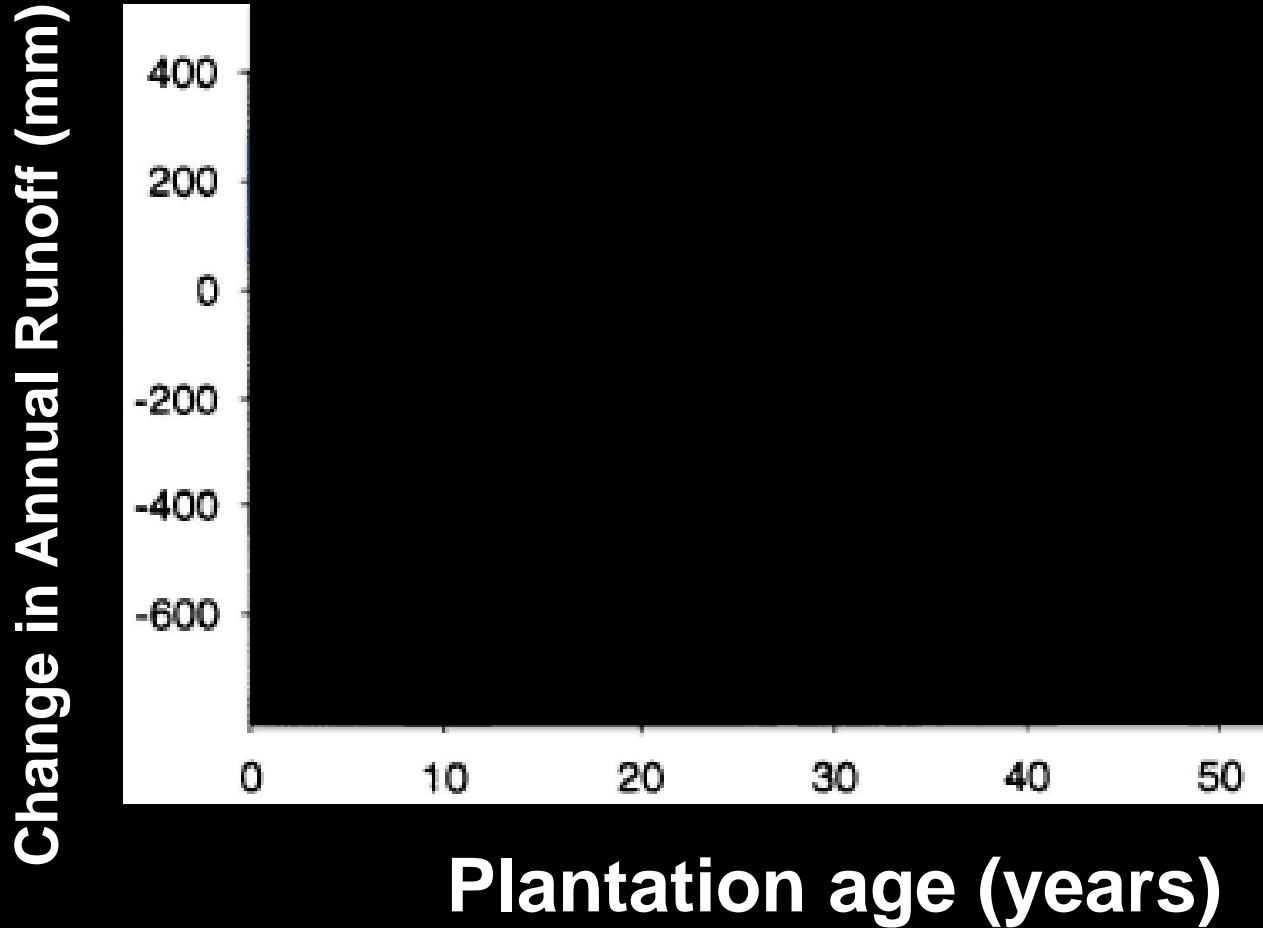


**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative



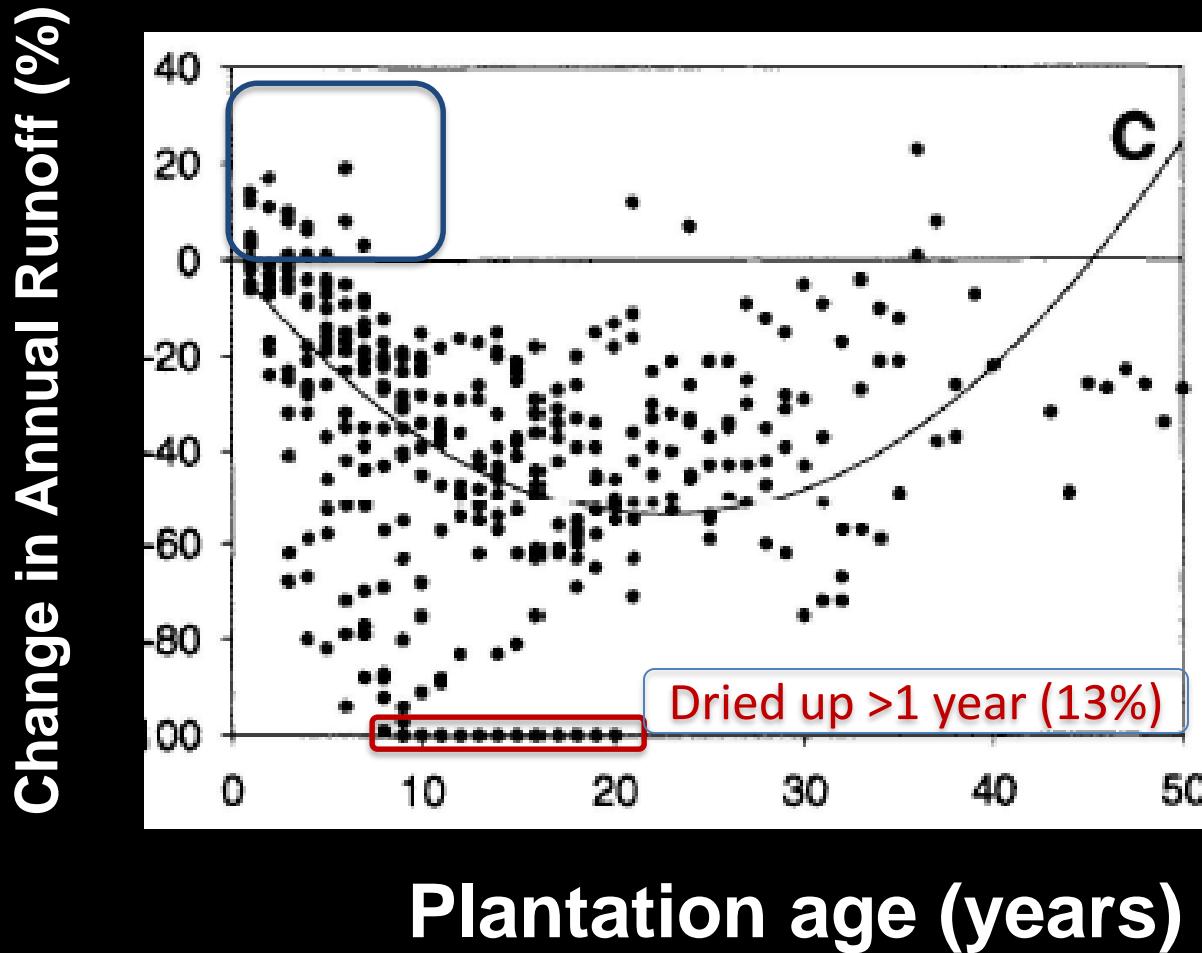
**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

*Jackson et al. (2005) Trading Water for Carbon with Biological Carbon Sequestration. Science 310: 1944-1947*



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative



Decline in streamflow

**Years 6-10**

155 mm/yr

(42% of streamflow)

**Years 10-20:**

227 mm/yr

(52% of streamflow)



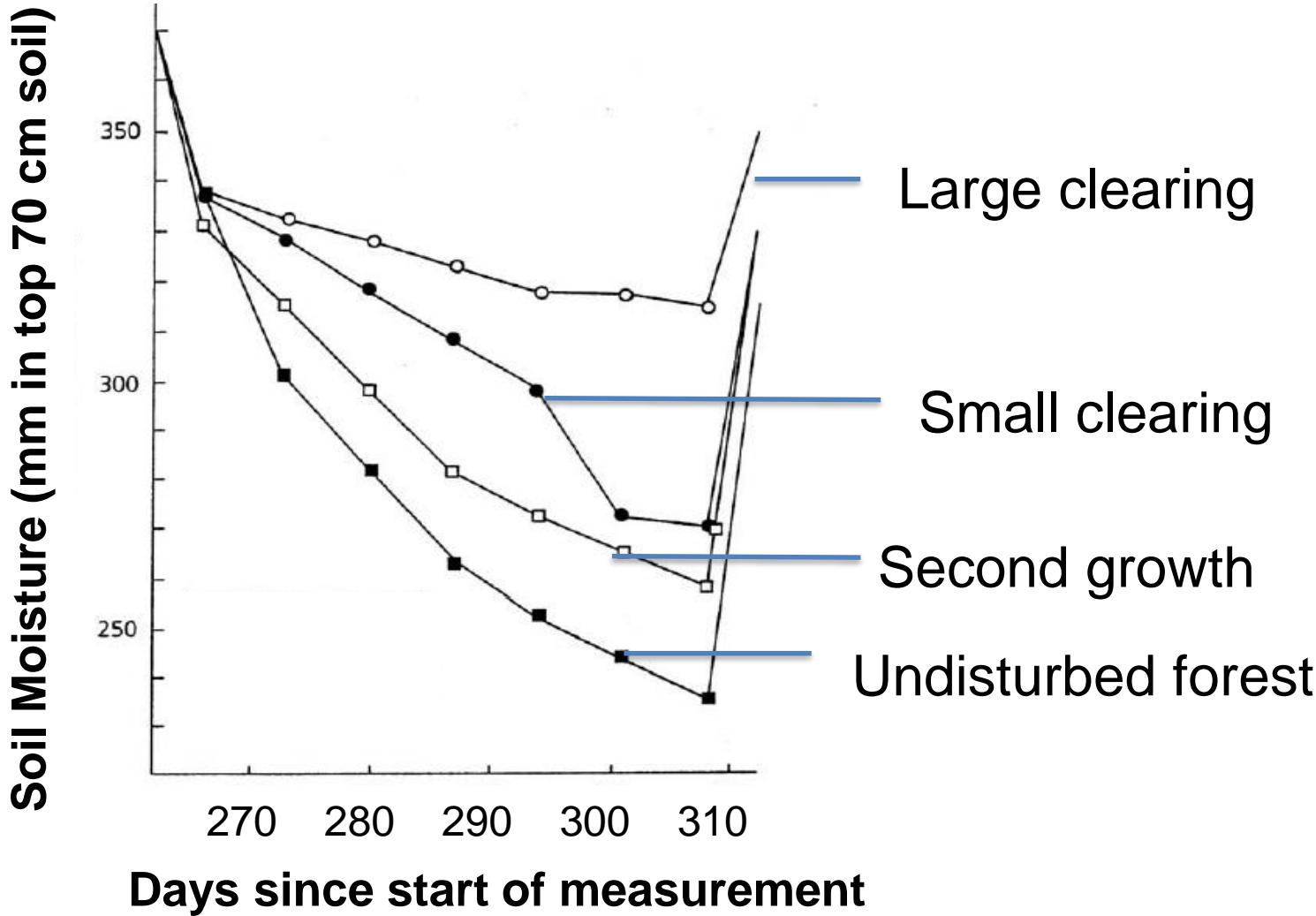
**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Jackson *et al.* (2005) Trading Water for Carbon with Biological Carbon Sequestration. *Science* 310: 1944-1947



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

*Bruijnzeel (2004) Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? Agriculture, Ecosystems & Environment: 104, 185–228*

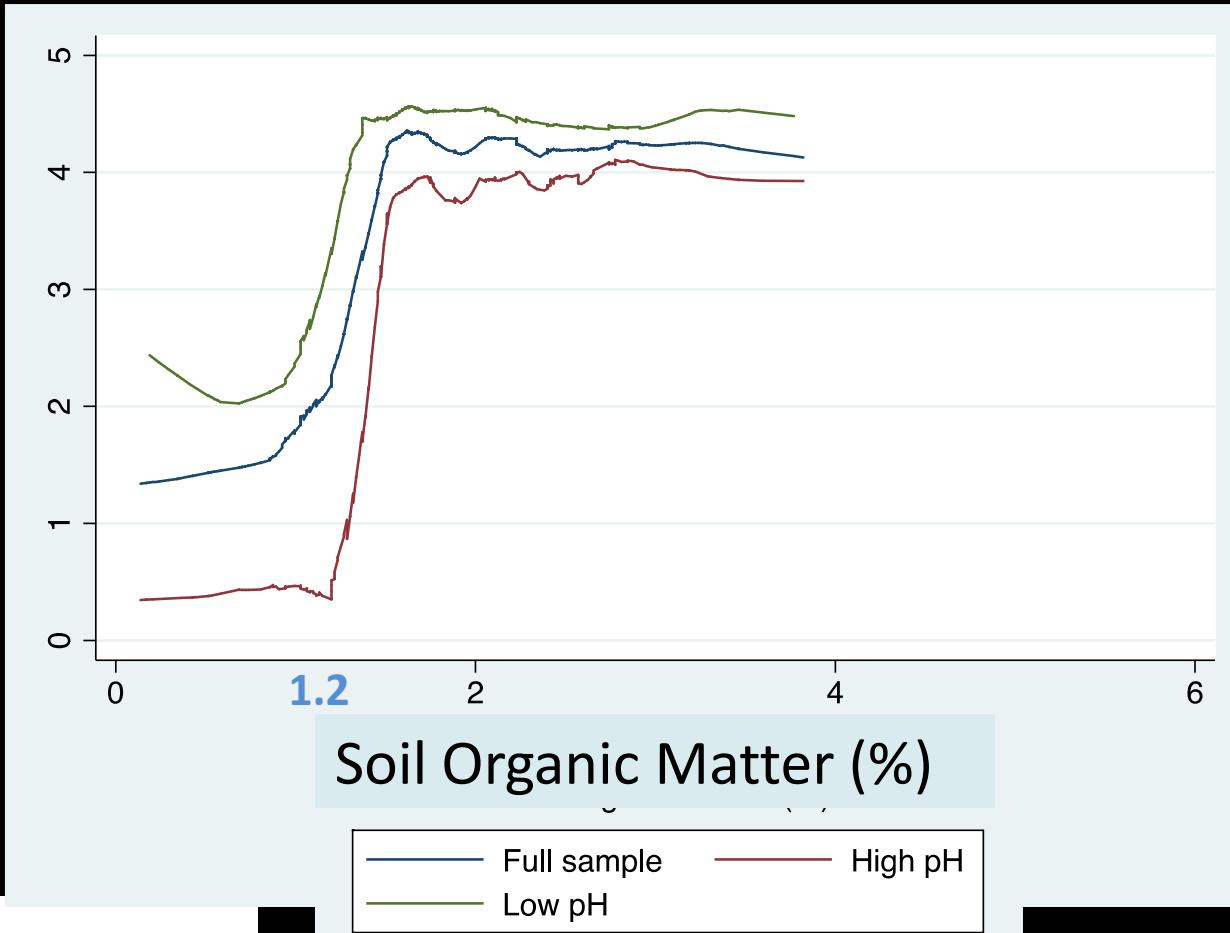


# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

## One Reason SOM Matters

Maize response to fertilizer



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Burke et al., Ms. Submitted, from S. Snapp



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

# Detecting SOM Change Not Easy



Edwin Grey, soil sampling, 1919



Archived soils from Park Grass, 1876



## Rothamsted, U.K.



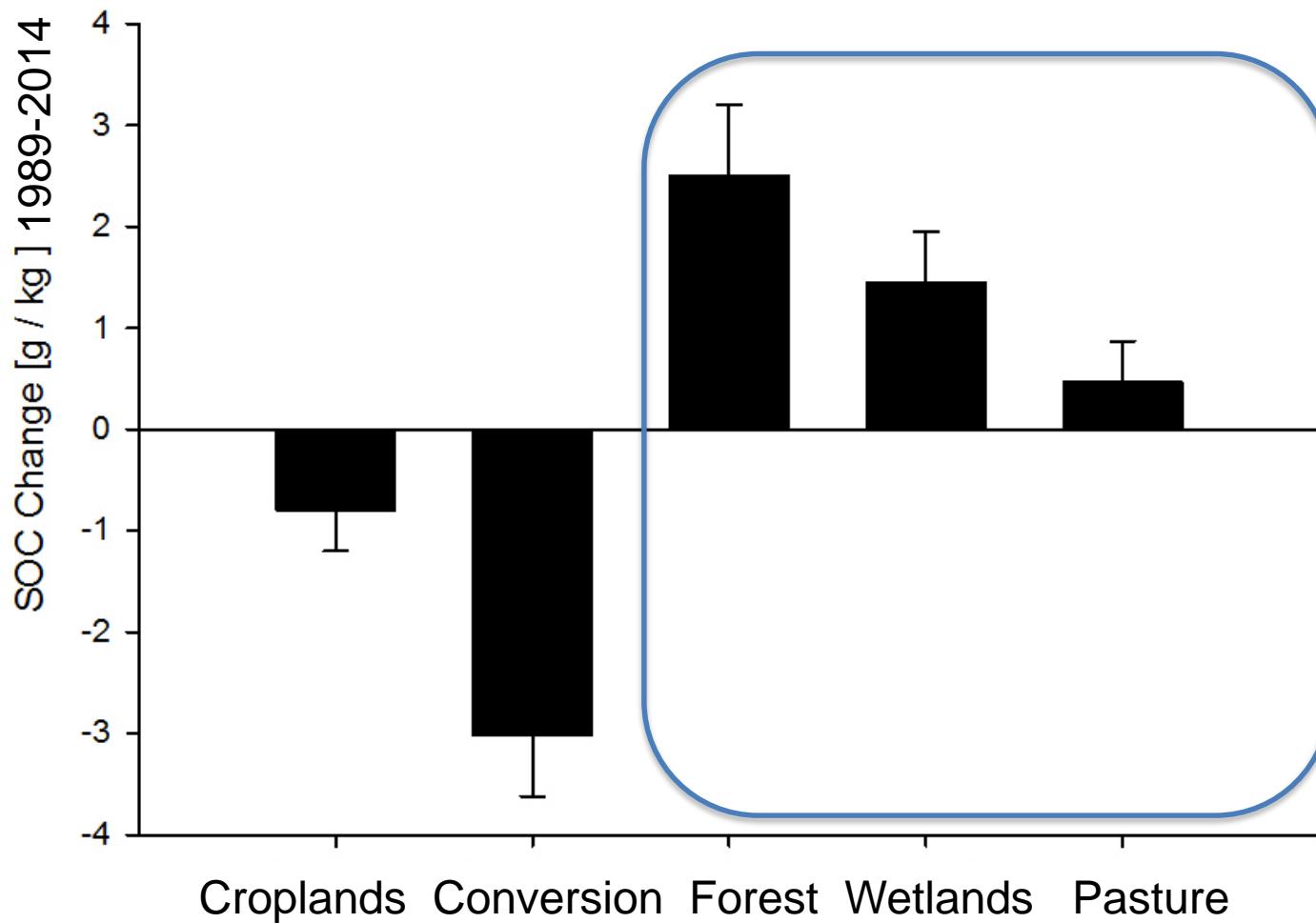
**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

## Degraded Soils – Land Use



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

*P. Mpeketula, PhD 2016, from S. Snapp, Michigan State University, preliminary findings*



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

## Degraded Soils - Fallow



### Biomass!



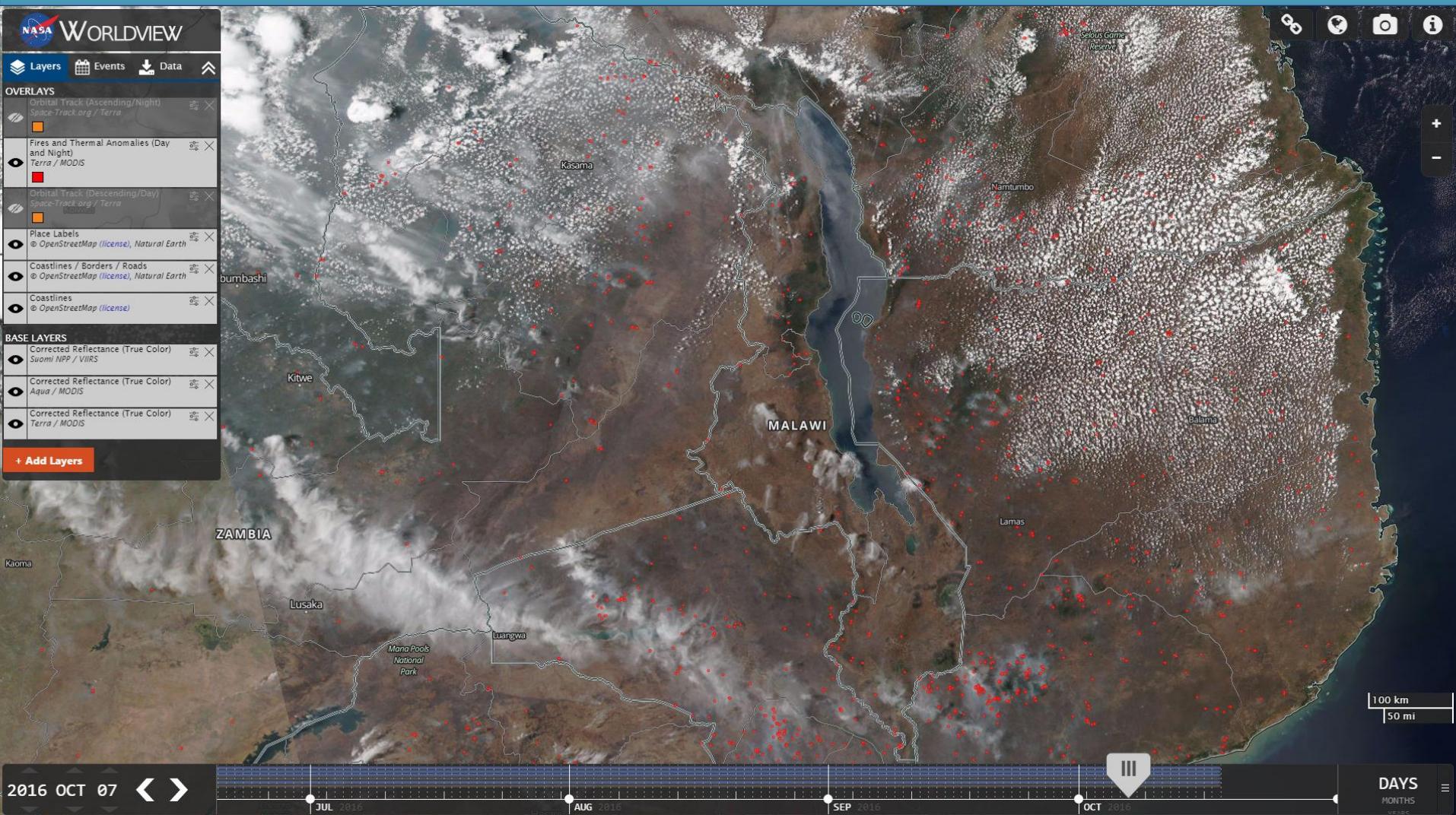
**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

## Degraded Soils - Field Burning

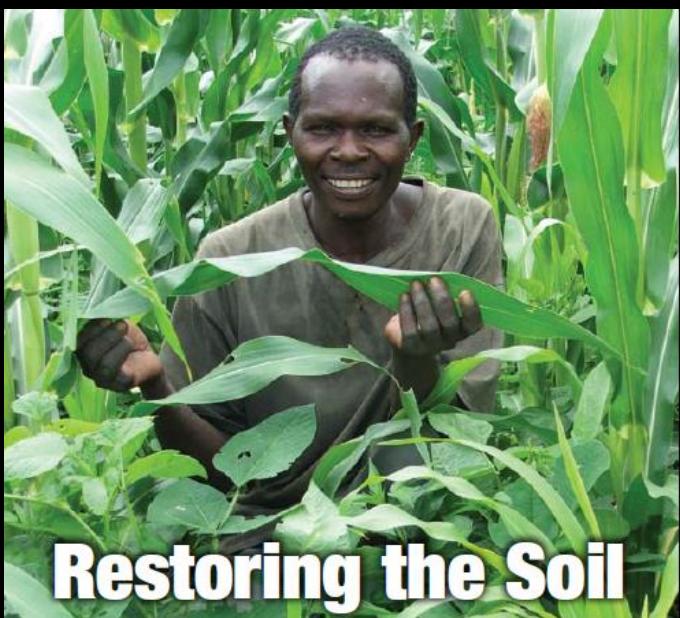


**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative



## Restoring the Soil

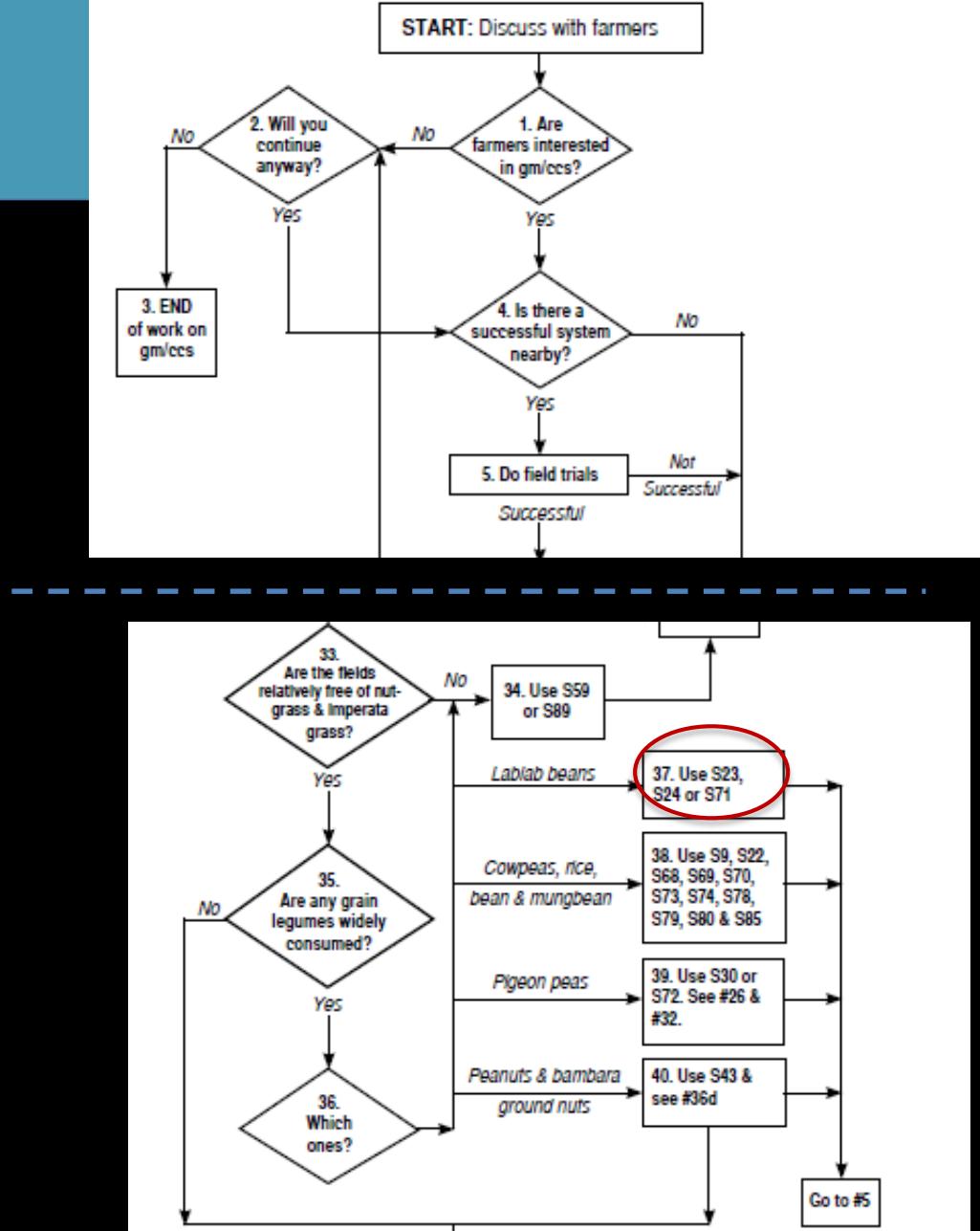
A Guide for Using Green Manure/Cover Crops to Improve the Food Security of Smallholder Farmers

Roland Bunch



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

[http://www.fao.org/ag/ca/ca/publications/restoring\\_the\\_soil.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/ca/publications/restoring_the_soil.pdf)



## 23. Dispersed shade.

Διασκορπισμένα σκιά αναφέρεται σε ένα κάλυμμα φως δέντρο (περίπου 15% έως 20% σκιά) που διατηρείται πάνω από ένα πεδίο στις τροπικές πεδινές. Σε αυτές τις περιοχές, η ζέστη του μεσημεριού είναι τόσο έντονη που όλοι ασκίαστα καλλιέργειες σταματήσει να αυξάνεται για δύο ή τρεις ώρες στη μέση της ημέρας. Μια ελαφριά σκιά θα δημιουργήσει ένα ευνοϊκό μικροπεριβάλλον που μπορεί να αυξήσει την απόδοση των καλλιέργειών κατά περίπου 40%. Επιστημονικά πειράματα έχουν δείξει ότι το 15% σκιά θα αυξήσει επίσης την καλλιεργητική περίοδο των καλλιέργειών από τουλάχιστον μια εβδομάδα ή δύο. Αυτό συμβαίνει γιατί με την μειωμένη θερμοκρασία κάτω από τα δέντρα, τόσο ο ρυθμός της εξάτμισης και το ποσοστό διαπνοής μειώνονται. Ως εκ τούτου, το χώμα στεγνώνει πιο αργά επιτρέποντας την ανάπτυξη των φυτών πλέον. αζώτου στο έδαφος καίει, επίσης, από πιο αργά. Αυτές οι διαφορές συχνά σημαίνουν ότι οι αγρότες μπορούν, για παράδειγμα, την καλλιέργεια αραβοσίτου αντί για το σόργο.

Το όφελος για τις καλλιέργειες από τα δέντρα σκιά παρέχει μια win-win κατάσταση. Εκτός από τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιέργειών, τα δέντρα μπορούν να παράγουν φρούτα, ξυλεία, καυσόξυλα, φυσικά φυτοφάρμακα, ή / και τη γονιμότητα του εδάφους. Όλα αυτά τα πλεονεκτήματα έρχονται με την απλή κόστος της φύτευσης των δέντρων, την προστασία τους για ένα ή δύο χρόνια από ζώα (συμπεριλαμβανομένων των τερμίτες), και το κλάδεμα τους μία φορά το χρόνο (ή δύο φορές το χρόνο, αν υπάρχουν δύο βροχερές εποχές). Ακόμη και το κλάδεμα προσφέρει ένα όφελος για τις οικογένειες, επειδή η καυσόξυλα που παράγονται με αυτόν τον τρόπο συνήθως απαιτεί λιγότερη εργασία από την κοπή και μεταφορά καυσόξυλων από μακρινά δάση.

Τα περισσότερα συστήματα διασποράς σκιά αποτελούνται από δένδρα που φυτεύτηκαν 8 έως 12 m μεταξύ τους σε κάθε κατεύθυνση, δημιουργώντας ένα πληθυσμό περίπου 64-150 δέντρα / εκτάριο. Εάν μόνο θάμνοι που χρησιμοποιείται (για παράδειγμα, για την παροχή σκιά σε χαμηλής καλλιέργεια λαχανικών), η απόσταση μπορεί να είναι μόνο 1,5 έως 2,5 m μεταξύ τους θάμνους. Gm / CCS χρησιμοποιείται με αυτόν τον τρόπο περιλαμβάνουν τα μπιζέλια περιστέρι (Cajanus cajan) και tephrosia (είτε Tephrosia vogelii ή T candida). Διεσπαρμένα συστήματα δέντρο θα παρέχει επίσης σημαντική προστασία από τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Καθώς ο καιρός γίνεται θερμότερος, τα δέντρα μπορούν να κλαδευτούν λίγο λιγότερο, δημιουργώντας έτσι τις ίδιες ευνοϊκές θερμοκρασίες για τις παρακάτω τους καλλιέργειες. Πηγαίνετε στο # 24.

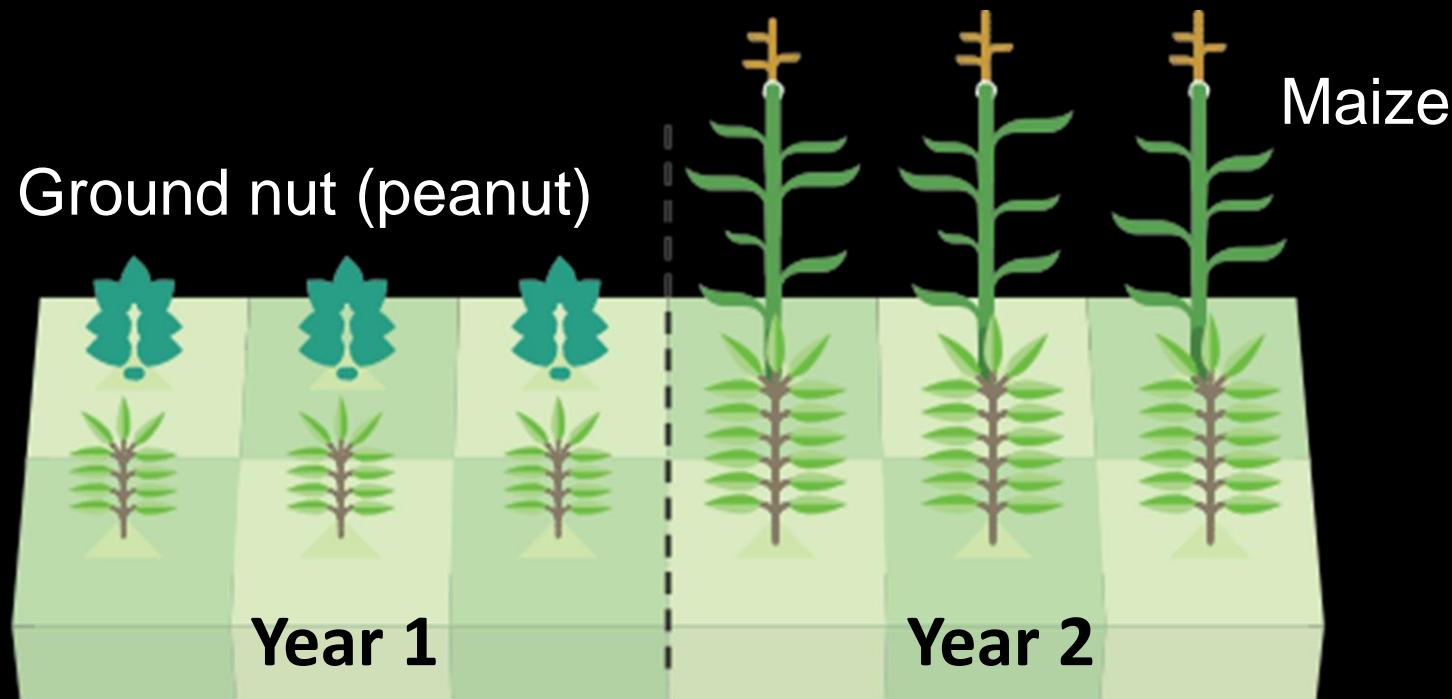




# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

## Doubled-up Legume System



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

(Glover et al. *Nature* 2012)



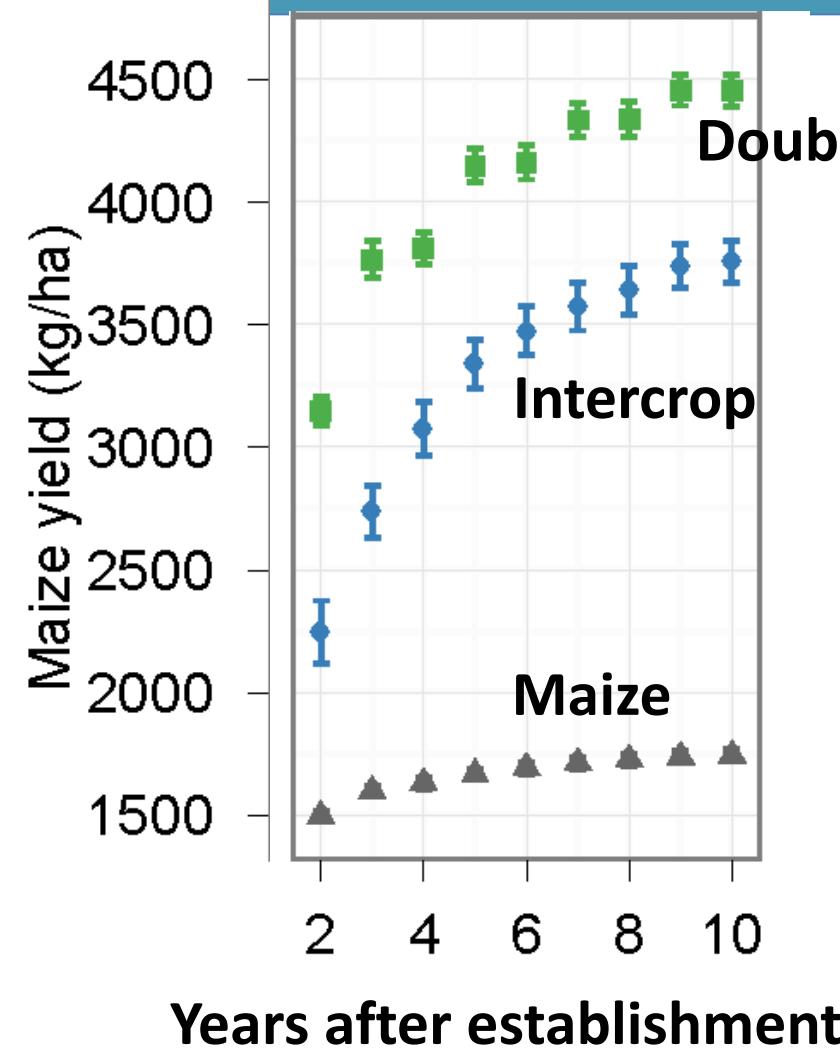
# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Maize/pigeon pea intercrop plus cattle manure – 3<sup>rd</sup> year  
(Zambia). Expecting 4 or 5 ton maize yield & 600 kg pigeon pea



**Doubled-up pigeon pea rotation**

**More biomass =**

**more SOM =**

**resilient + fertile soils =**

**higher, more reliable yields**



# FEED THE FUTURE

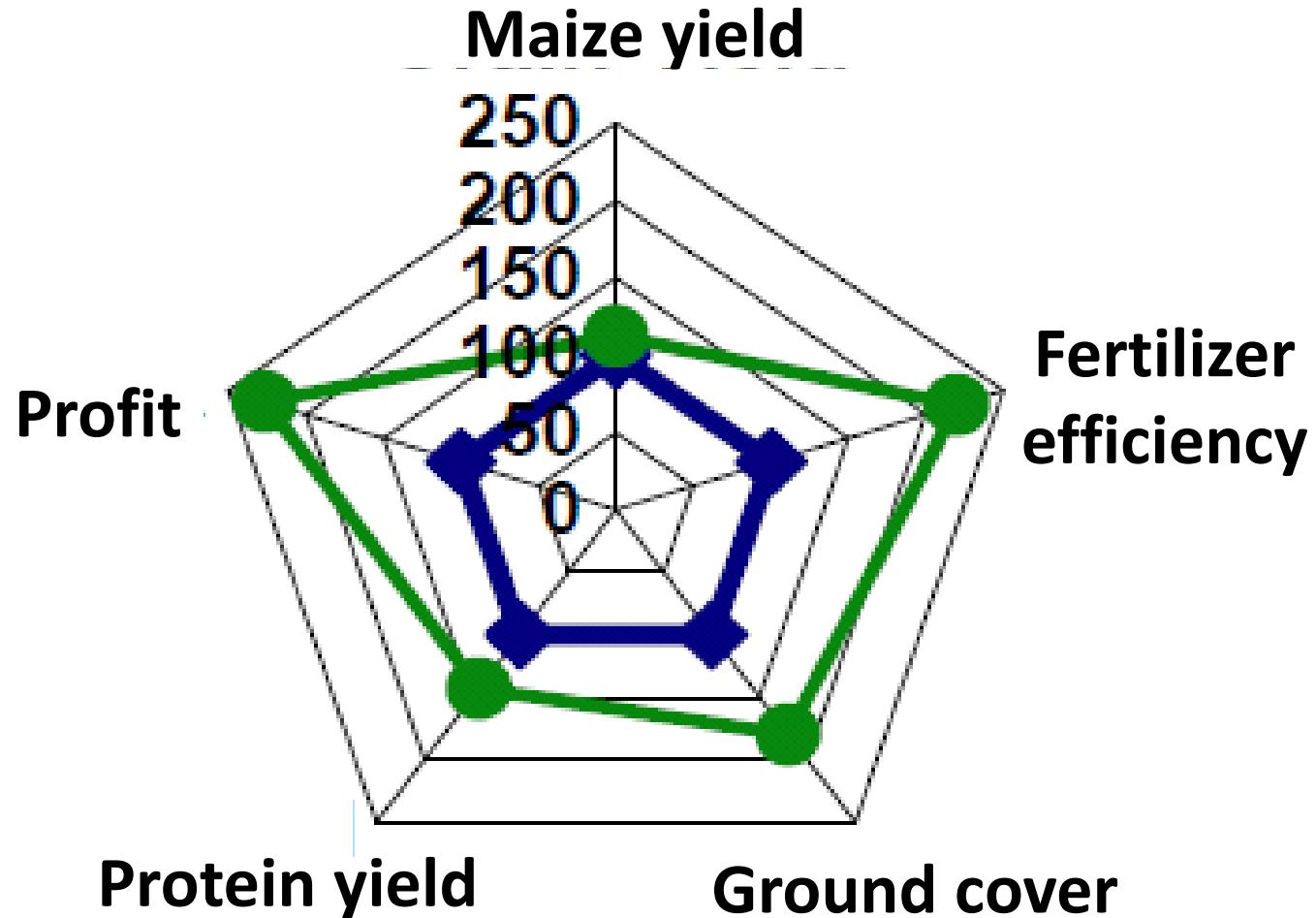
The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative



**Sole maize + recommended fertilizer**



**Doubled-up pigeon pea rotation + ½ fertilizer**



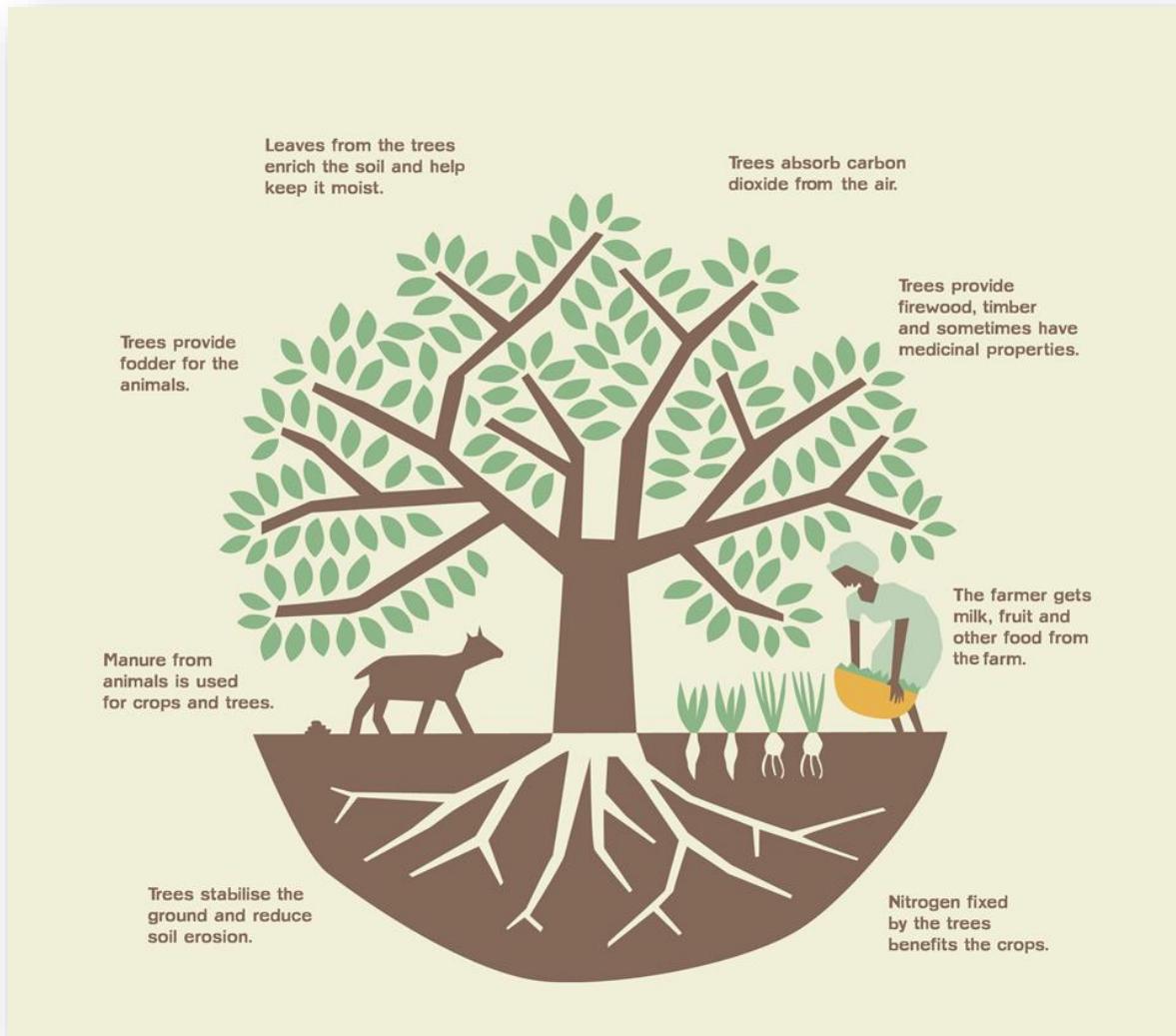
**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

# Trees for NRM: Agroforestry & silvopastoralism



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative



## FARMER MANAGED NATURAL REGENERATION

TRAINERS' GUIDE FOR EXTENSION WORKERS AND  
LEAD FARMERS IN MALAWI



Sosola, B.G., A.O. Mulwafu, B. Nyoka, J. Njoloma and S. Mn'gomba (2016)  
*Farmer Managed Natural Regeneration: Trainers' Guide for Extension  
Workers and Farmers and in Malawi*, World Agroforestry Centre, Lilongwe,  
Malawi.



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

## Silvopastoralist practices in Malawi

- Intentional combination of trees, forage and livestock
- Managed as a single integrated practice
- Perennial grasses and/or grass-legume mixes are planted between trees for livestock pasture





# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

## Acronymn and Abbreviation Quiz !!!

Techs

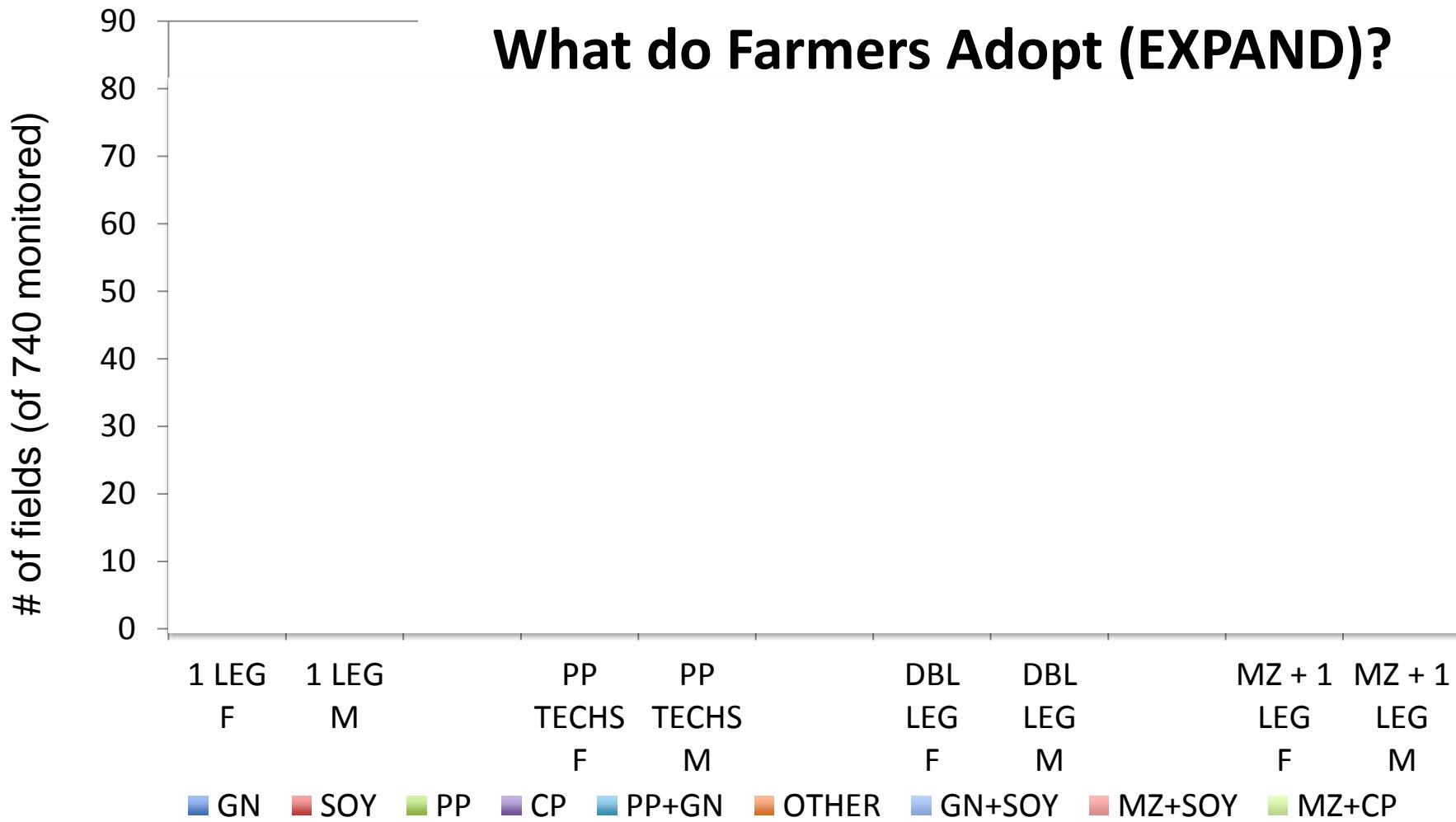
SOY      PP      M      F      MZ  
Leg      Dbl Leg      GN CP



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



## What do Farmers Adopt (EXPAND)?



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

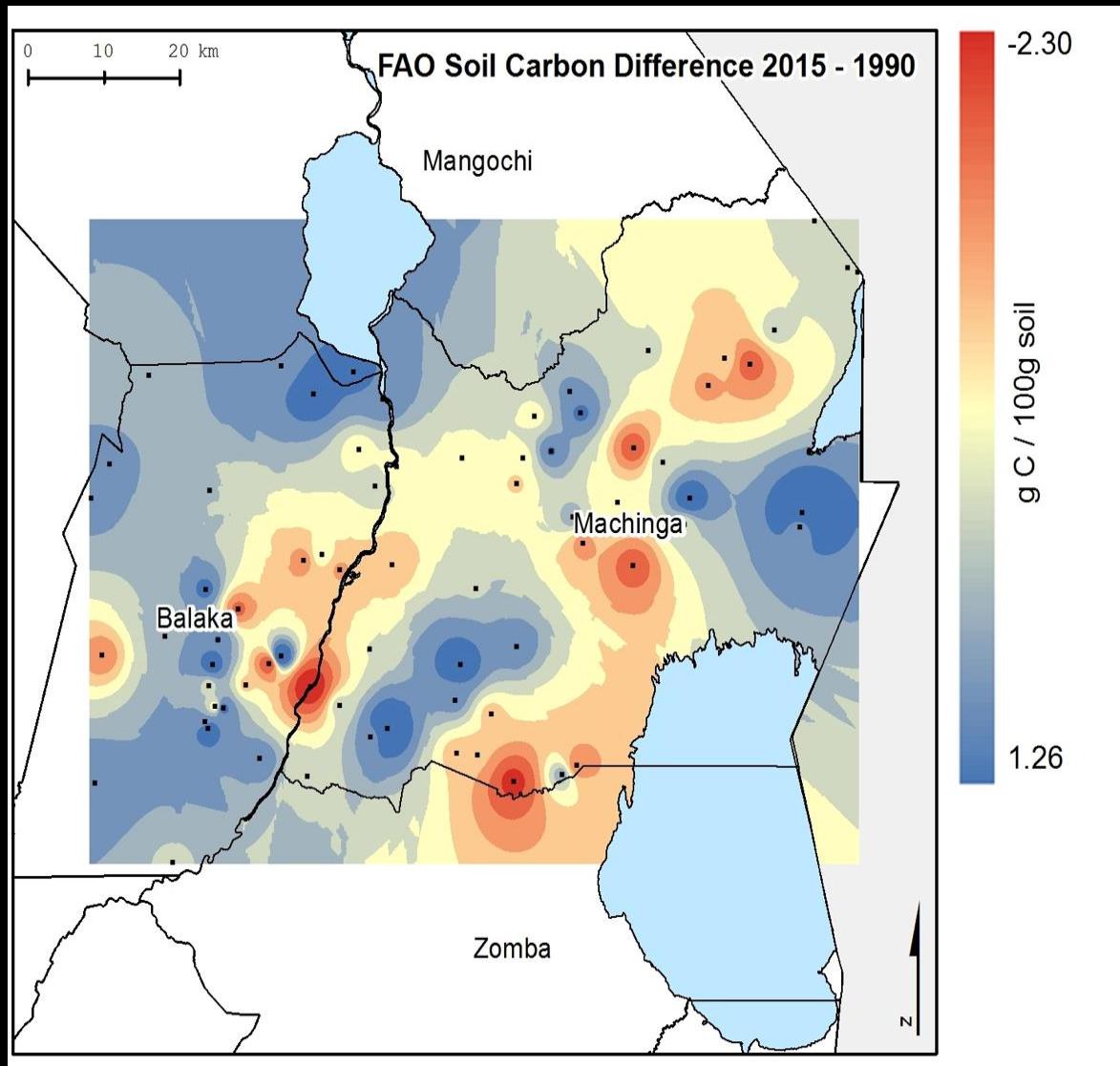
Africa RISING Farmer Adoption in 2014 Anders PhD



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

# Soil C: Down and Up



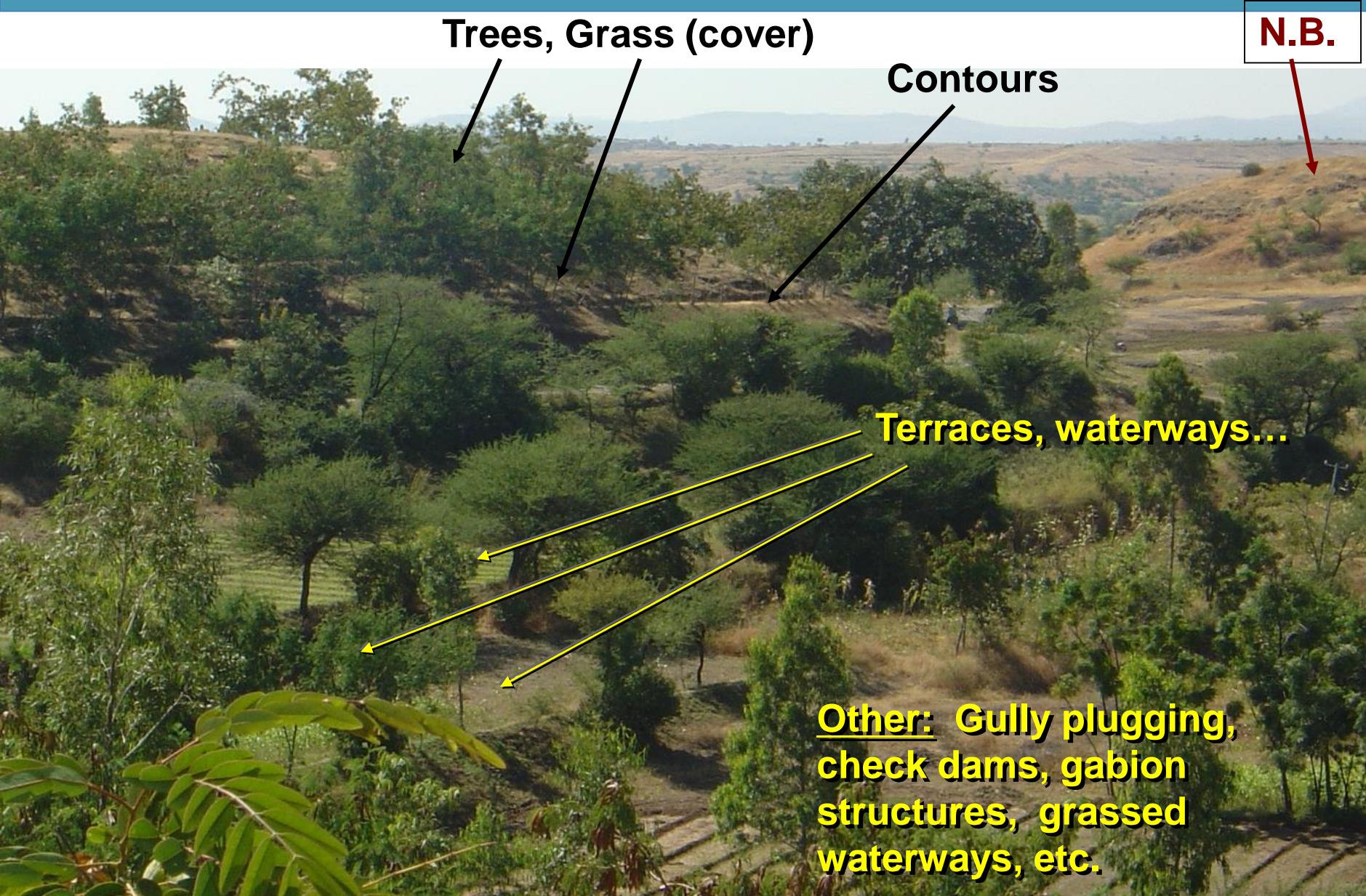
**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

P. Mpeketula, PhD 2016, Michigan State University, from S. Snapp



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative





# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



# FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

## How Will Plant-Soil Systems Behave in the Future?



- Extra CO<sub>2</sub>
- Heat lamps
- N Fertilizer
- Sprinklers (extra rain)



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

# Soil Carbon Data for LDCs is Scarce



# Conclusions re tropical forestation: What can be achieved hydrologically? - 2



Uldarico Padecio  
(Philippines)

- Positive trade-off between changes in plant water use and soil infiltration after reforesting degraded land appears possible.
- Flow improvements greatest in highly degraded areas with high rainfall.
- Field experiments for better model parametrization (tree species, age) and regional analyses required for more realistic assessments.

“Drought-prone areas should be made less vulnerable to drought-associated problems through soil moisture conservation measures, water harvesting practices, minimisation of evaporation losses, development of the ground water potential including recharging and the transfer of surface water from surplus areas where feasible and appropriate. Pastures, **forestry** or other modes of development which are **relatively less water demanding** should be encouraged. In planning water resource development projects, the needs of drought-prone areas should be given priority.” (**Government of India**, 2002, National Water Policy)