



Hacia la conservación y gestión de sistemas agroforestales resilientes a través del silvopastoralismo

LIFE21-CCA-ES-LIFE SILFORE/101074445

Lugo, 18 abril 2024





HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA FIJACIÓN DE CARBONO EN SISTEMAS SILVOPASTORALES

Maria Rosa Mosquera-Losada
Universidad de Santiago de Compostela





SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

Herramienta informática

Árbol

Pasto

Suelo

Emisiones



SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

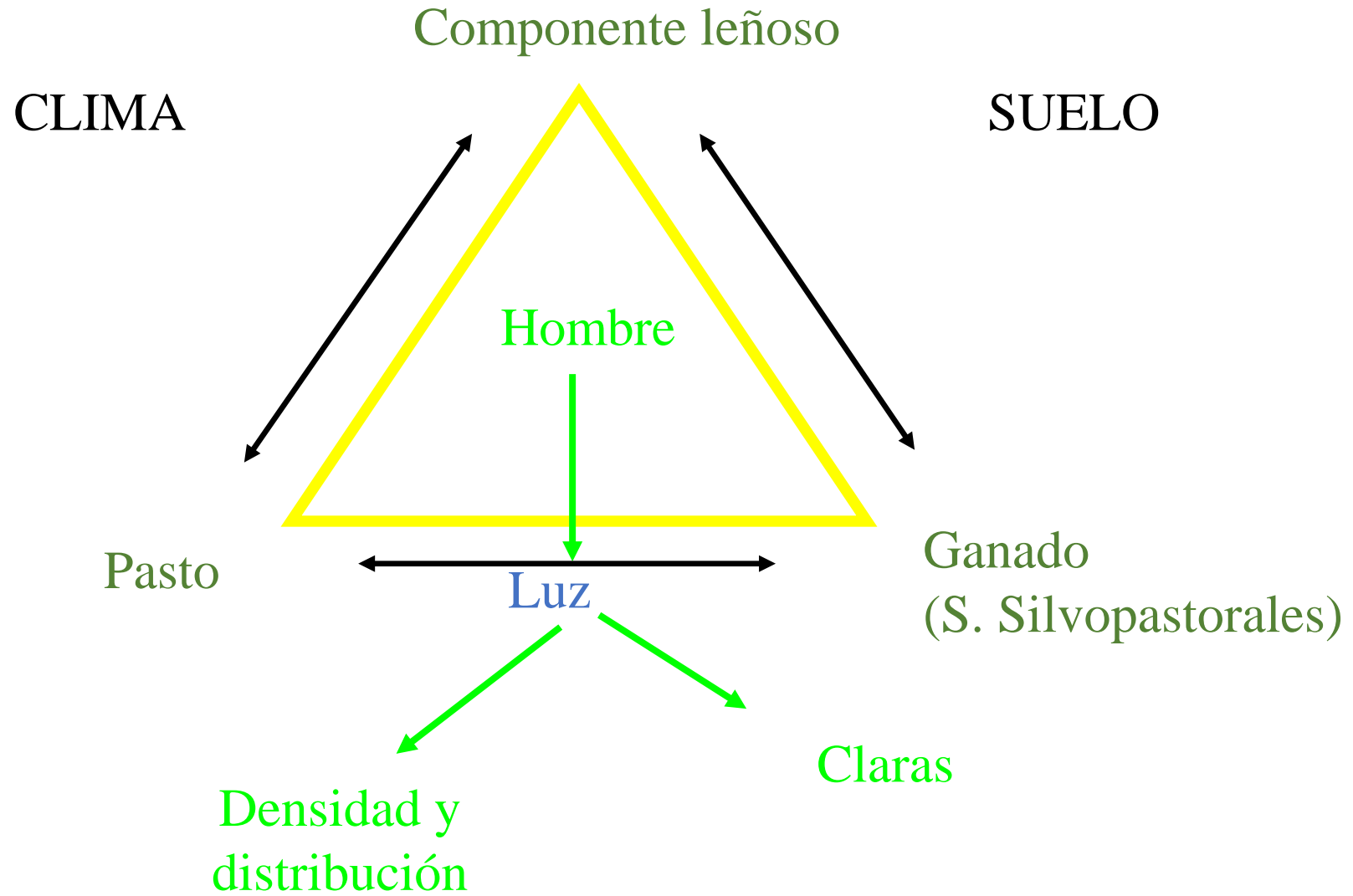
Herramienta informática

Árbol

Pasto

Suelo

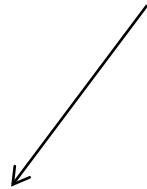
Emisiones



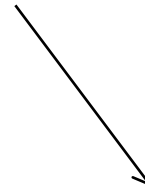
PRÁCTICAS AGROFORESTALES

Mejores herramientas para

MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO
ECOINTENSIFICACIÓN



Aéreo



Edáfico



SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

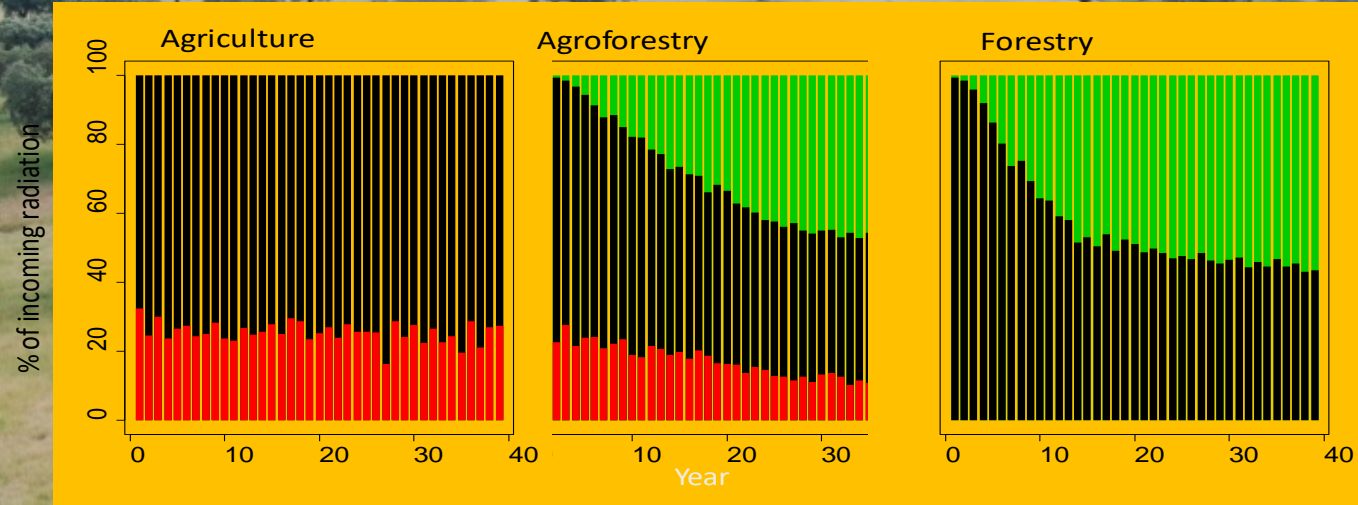
Herramienta informática

Árbol

Pasto

Suelo

Emisiones



- Walnut
- Wheat
- Not used

Dupraz and Liagre 2014

40% increase
(20-80%)



SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

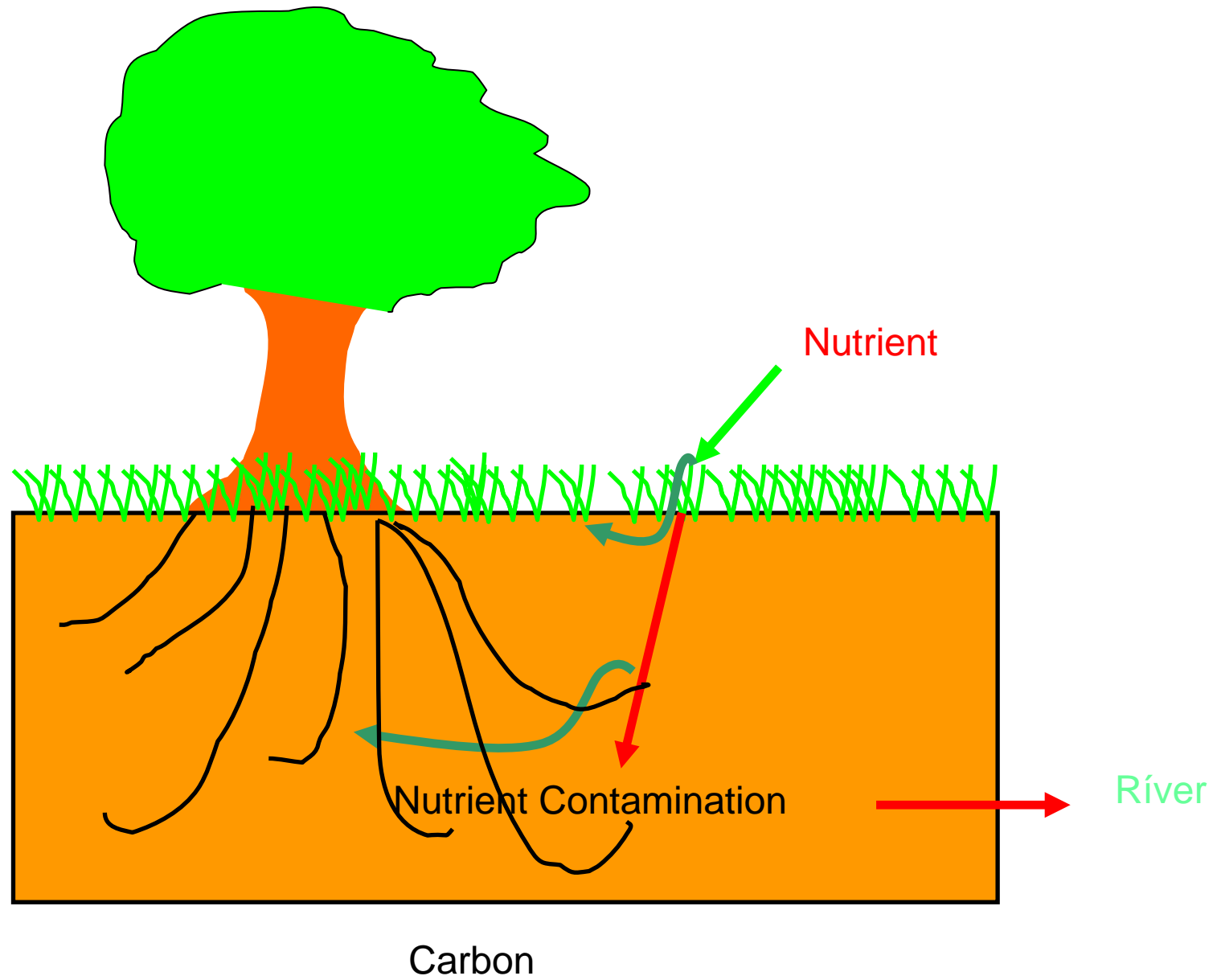
Herramienta informática

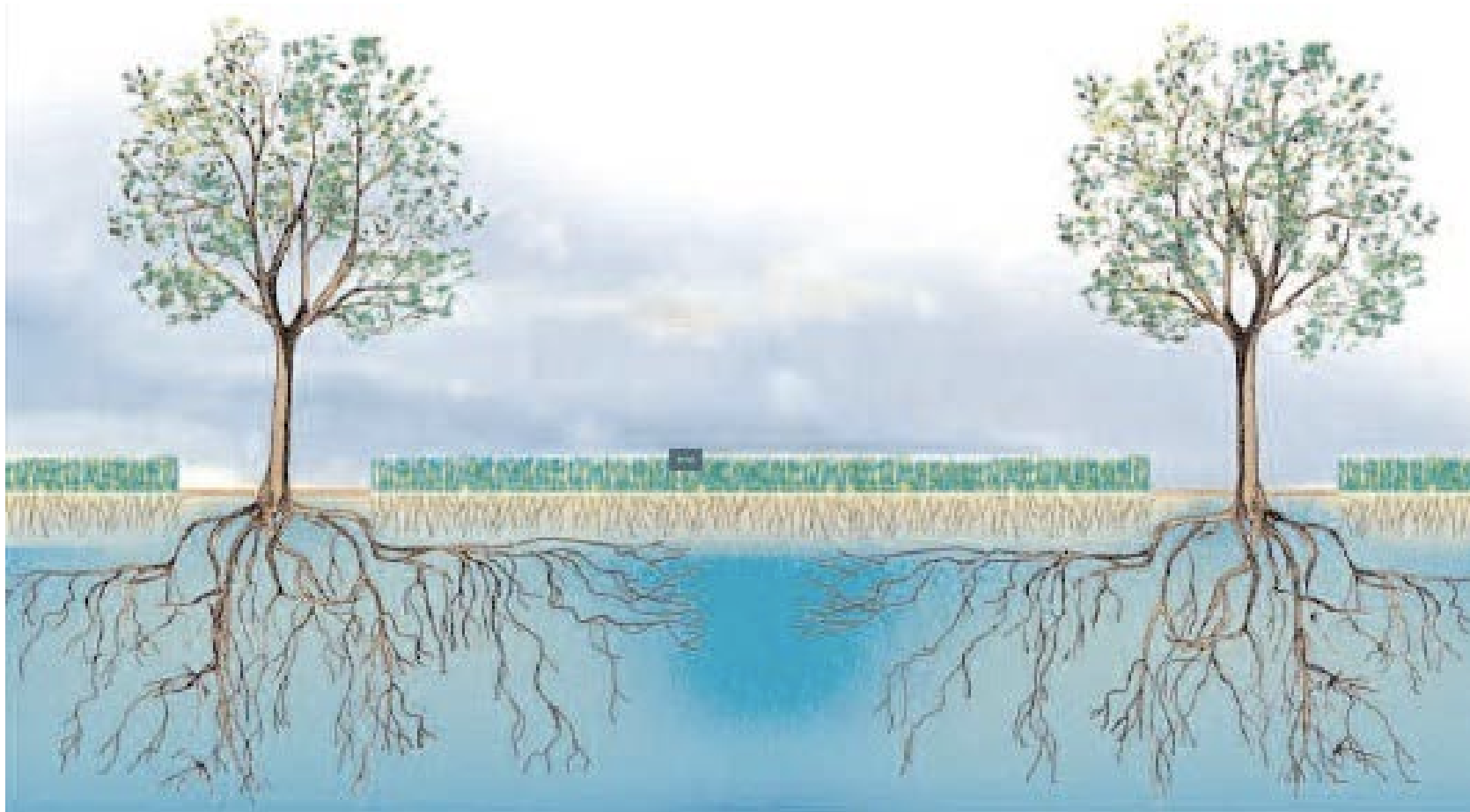
Árbol

Pasto

Suelo

Emisiones





(Dupraz and Liagre 2008)

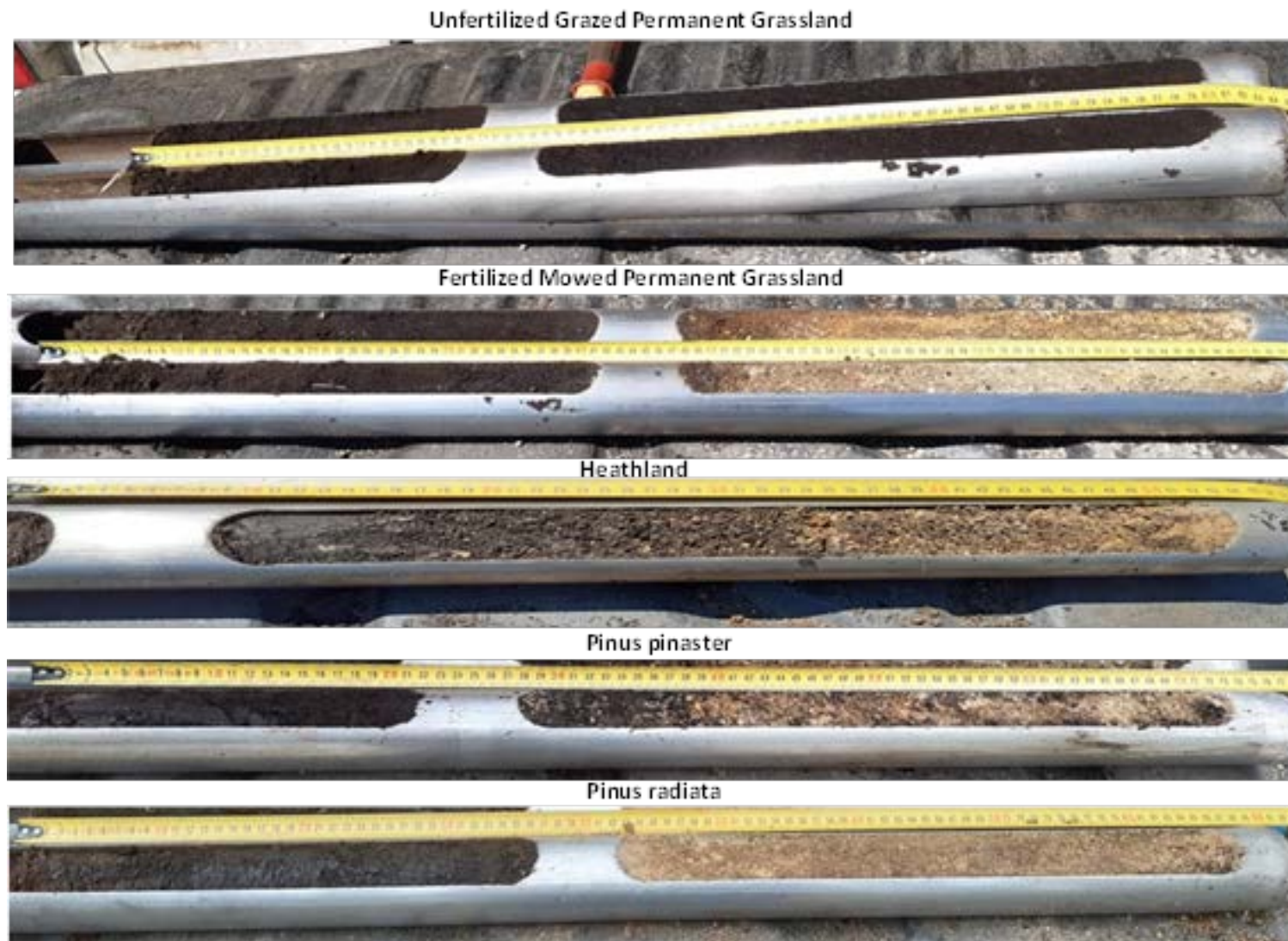
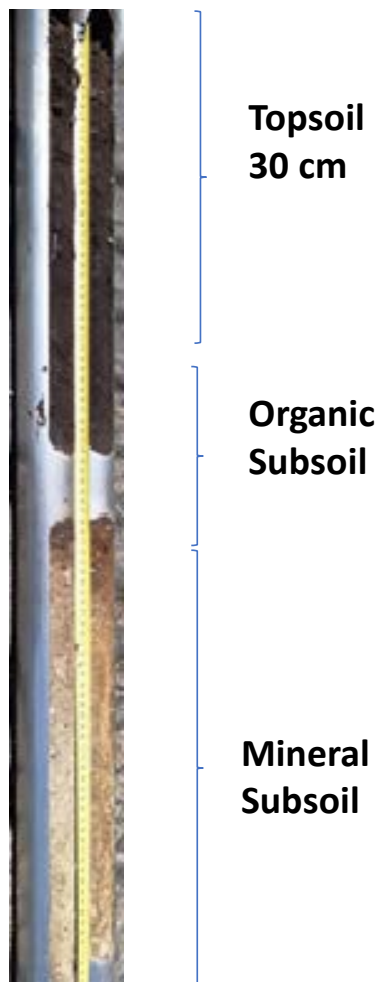


Fig.3. Soil and subsoil (organic and mineral or inorganic subsoil layer) 1 m depth soil sample tube (a) as affected by the historical soil management (b). Note that the larger subsoil organic layer is associated with grazed natural grassland, while mowing this grassland mechanically causes a strong reduction of the subsoil organic layer.



SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

Herramienta informática

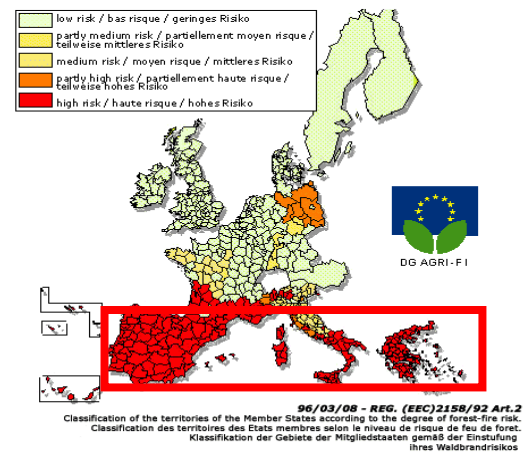
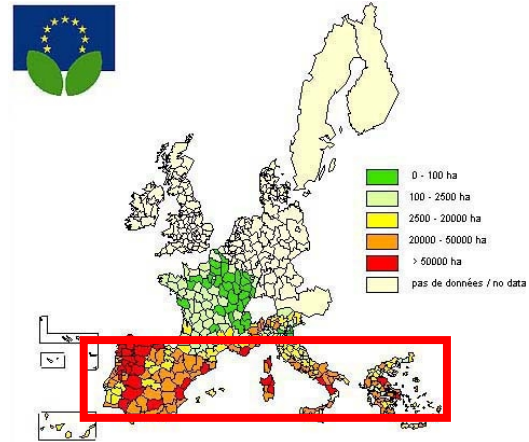
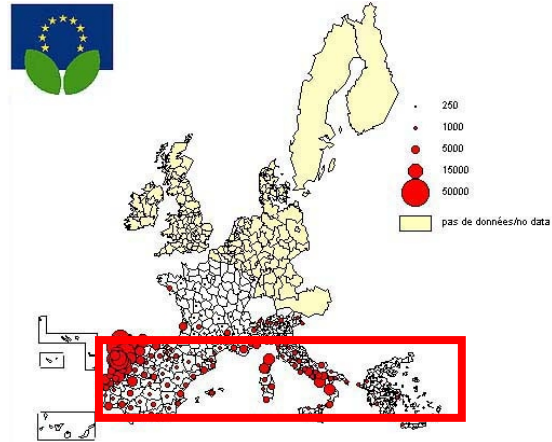
Árbol

Pasto

Suelo

Emisiones

Riesgo de incendios













SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

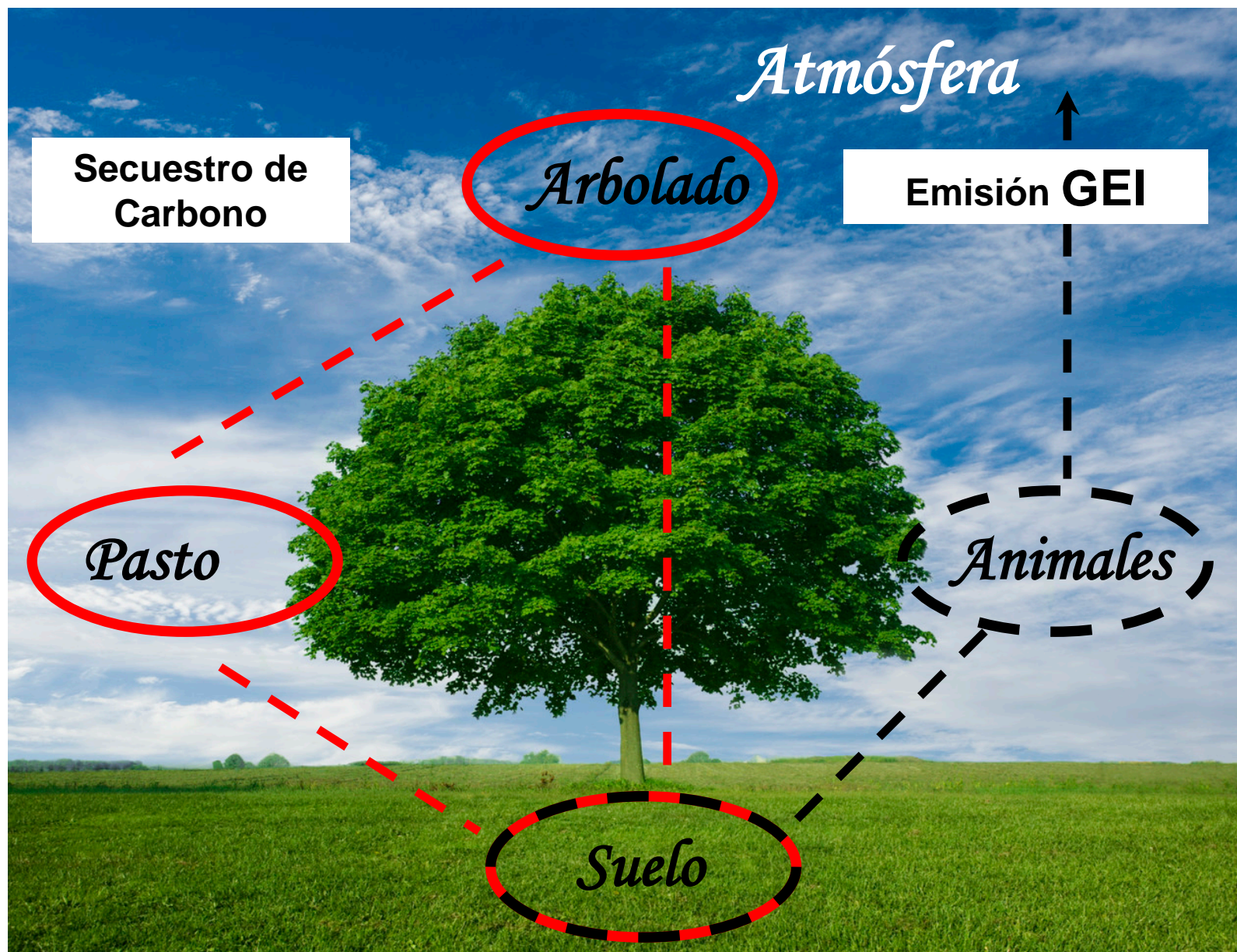
Herramienta informática

Árbol

Pasto

Suelo

Emisiones



Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp

Fertilización

Fertilization N Kg N/ha year

Compartimento Arbolado

Density ee/ha

Diameter cm

Compartimento Pasto

Pasture production t DM/ha

Compartimento Suelo

Carbon %

Soil density g/cm³

Depth m

Calcular

Tree **Pasture** **Soil**

Carbon: t C/ha

Almacén Carbono

Livestock emissions **SoilEmissions**

CH₄ Emissions:

Enteric fermentation: Kg CH₄/ha

Manure management: Kg CH₄/ha

Gases Efecto Invernadero

EMISIONES

Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp:

Compartimento Arbolado

Density: tree/ha

Diametre:

Calcular

Tree | Pasture | Soil

Trunk:
 Branches > 7 cm:
 Branches 2 - 7 cm:
 Branches < 2 cm:
 Leaves:
 Root:

Total:

Betula alba L. (abedul) & Pinus radiata D. Don (pino)

Biomasa aérea & biomasa radical

$$Y = e^{SEE^2/2} \times e^a \times d^b$$

Biomasa

Tronco = 20 t DM/arbol
 Ramas = 10 t DM/arbol
 Hojas = 10 t DM/arbol
 Raices = 10 t DM/arbol

Pinus radiata D. Don

b	R ² _{adj}	SEE
2,1173	0,746	0,61540
1,75877	0,939	0,30954
2,05803	0,746	0,61540
2,14449	0,939	0,30954

Σ Biomasa = 50 t DM/árbol

50 % C

25 t C/árbol

2500 t C/ha

Betula spp.

Y	a	b	R ² _{adj}	SEE
BF	-2,09231	2,32560	0,970	0,161110
BR ₇	-7,84245	3,20114	0,970	0,161110
BR ₂₋₇	-2,70462	1,90114	0,970	0,161110
BR ₂	-2,65716	1,64983	0,747	0,373270
BH	-3,28444	1,59452	0,720	0,386253
Br	-2,41805	2,01124	0,775	0,402970

Montero et al., 2005



SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

Herramienta informática

Árbol

Pasto

Suelo

Emisiones

Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp

Fertilización

Fertilization N Kg N/ha year

Compartimento Arbolado

Density ee/ha

Diametre cm

Compartimento Pasto

Pasture production t DM/ha

Compartimento Suelo

Carbon %

Soil density g/cm³

Depth m

Calcular

Tree | Pasture | Soil

Carbon: t C/ha

Almacén Carbono

Livestock emissions | **SoilEmissions**

CH₄ Emissions:

Enteric fermentation: Kg CH₄/ha

Manure management: Kg CH₄/ha

Gases Efecto Invernadero

EMISIONES



Parte aérea C

- * Biomasa aérea

Parte subeerránea C:

- * Biomasa raíces

Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp

Fertilización

Fertilization

N

Kg N/ha year

Compartimento Arbolado

Density

tree/ha

Diametre

cm

Compartimento Pasto

Annual pasture prod

t DM/ha

Compartimento Suelo

Carbon

%

Soil density

g/cm3

Depth

m

Calcular

Tree

Pasture

Soil

Stoking rate grazing:

sheep/ha

Stocking rate:

sheep/ha

Annual pasture prod:

t DM/ha

Needs of silage:

t DM/ha

Total Pasture:

t DM/ha

C aboveground:

t C/ha

C belowground:

t C/ha

Livestock emissions

SoilEmissions

CH4 Emissions:

Enteric fermentation:

Kg CH4/ha

Manure management:

Kg CH4/ha

N2O Emissions:

Kg N2O/ha

Total:

t CO2/hayear



SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

Herramienta informática

Árbol

Pasto

Suelo

Emisiones

Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp

Fertilización

Fertilization N Kg N/ha year

Compartimento Arbolado

Density ee/ha

Diametre cm

Compartimento Pasto

Pasture production t DM/ha

Compartimento Suelo

Carbon %

Soil density g/cm³

Depth m

Calcular

Tree **Pasture** **Soil**

Carbon: t C/ha

Almacén Carbono

Livestock emissions **SoilEmissions**

CH₄ Emissions:

Enteric fermentation: Kg CH₄/ha

Manure management: Kg CH₄/ha

Gases Efecto Invernadero

EMISIONES

Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp

Fertilización

Fertilization N Kg N/ha year

Compartimento Arbolado

Density tree/ha

Diametre cm

Compartimento Pasto

Annual pasture prod t DM/ha

Compartimento Suelo

Carbon %

Soil density g/cm3

Depth m

Calcular

Tree **Pasture** **Soil**

Carbon: t C/ha

Livestock emissions **SoilEmissions**

CH4 Emissions:

Enteric fermentation: Kg CH4/ha

Manure management: Kg CH4/ha

N2O Emissions: Kg N2O/ha

Total: t CO2/hayear

Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp

Fertilización

Fertilization N Kg N/ha year

Compartimento Arbolado

Density ee/ha

Diametre cm

Compartimento Pasto

Pasture production t DM/ha

Compartimento Suelo

Carbon %

Soil density g/cm³

Depth m

Calcular

Tree **Pasture** **Soil**

Carbon: t C/ha

Almacén Carbono

Livestock emissions **SoilEmissions**

CH₄ Emissions:

Enteric fermentation: Kg CH₄/ha

Manure management: Kg CH₄/ha

Gases Efecto Invernadero

EMISIONES



SAF, intensificación y capacidad de secuestrar carbono

Definición de SAF y la Eointensificación

Secuestro aéreo

Secuestro edáfico

Reducción Riesgo de Incendios

Herramienta informática

Árbol

Pasto

Suelo

Emisiones

Emisión de Gases EFECTO INVERNADERO



Arbolado

Animales

IPCC

(Intergovernmental Panel on Climate Change)

Suelo

Emisión de Gases EFECTO INVERNADERO



Arbolado

Animales

IPCC

(Intergovernmental Panel on Climate Change)

Suelo

CH₄ Emisiones

Dependerá del peso del animal y la calidad y cantidad de alimento

Fermentación Entérica (procesos digestivos)

$$E_{fer} = CG * F1$$

Manejo del estiércol (Condiciones anaeróbicas)

$$E_{est} = CG * F2 * Pestb$$

N₂O Emisiones

Procedentes del manejo del estiércol

Manejo del estiércol

$$N_{ex} = CG * nex * Pestb; N_2O = Nex * F3 * 44/28$$

Pastoreo

Estimadas en el SUELO

Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp

Fertilización

Fertilization N Kg N/ha year

Compartimento Arbolado

Density tree/ha

Diametre cm

Compartimento Pasto

Annual pasture prod t DM/ha

Compartimento Suelo

Carbon %

Soil density g/cm3

Depth m

Calcular

Tree **Pasture** **Soil**

Stoking rate grazing: sheep/ha

Stocking rate: sheep/ha

Annual pasture prod: t DM/ha

Needs of silage: t DM/ha

Total Pasture: t DM/ha

C aboveground: t C/ha

C belowground: t C/ha

Livestock emissions **SoilEmissions**

CH4 Emissions:

Enteric fermentation: Kg CH4/ha

Manure management: Kg CH4/ha

N2O Emissions: Kg N2O/ha

Total: t CO2/ha/year

Emisión de Gases EFECTO INVERNADERO

Arbolado

Animales



IPCC

(Intergovernmental Panel on Climate Change)

Suelo



SUS-SOIL

Estimación emisiones GEI

N₂O Emisiones Directas (IPCC)

Fertilización

$$F_{SN} = N_{FERT} \times (1 - \text{Frac}_{GASF}); N_2O = F_{SN} \times FE_1 \times 44/28$$

Animales

Manejo Estiércol

$$N_{ex} \text{ (kg N/año ha)} = CG \times n_{ex};$$

$$FE = N_{ex} \times [1 - (\text{Frac PAST} + \text{Frac GASM})]$$

$$N_2O = F_E \times FE_1 \times 44/28$$

Pastoreo

$$N_2O = N_{ex} \times 0.02 \times 44/28$$

N₂O Emisiones Indirectas

Deposición Atmosférica

$$N_2O = ((N_{FER} \times \text{Frac}_{GASF}) + (N_{ex} \times \text{Frac}_{GASM})) \times FE_4 \times 44/28$$

Lixiviación

$$N_2O = ((N_{FER} + N_{ex}) \times \text{Frac}_{Lix} \times FE_5) \times 44/28$$

Estimación de la capacidad de Secuestro de Carbono en Sistemas Silvopastorales (Versión 0.1)

Tree sp

Fertilización

Fertilization

N

Kg N/ha year

Compartimento Arbolado

Density

tree/ha

Diametre

cm

Compartimento Pasto

Annual pasture prod

t DM/ha

Compartimento Suelo

Carbon

%

Soil density

g/cm3

Depth

m

Calcular

Tree

Pasture

Soil

Stoking rate grazing:

sheep/ha

Stocking rate:

sheep/ha

Annual pasture prod:

t DM/ha

Needs of silage:

t DM/ha

Total Pasture:

t DM/ha

C aboveground:

t C/ha

C belowground:

t C/ha

Livestock emission

SoilEmissions

Directs:

- Fertilization:

Kg N2O/ha

- Livestock:

Kg N2O/ha

Indirects:

- Atmospheric deposition:

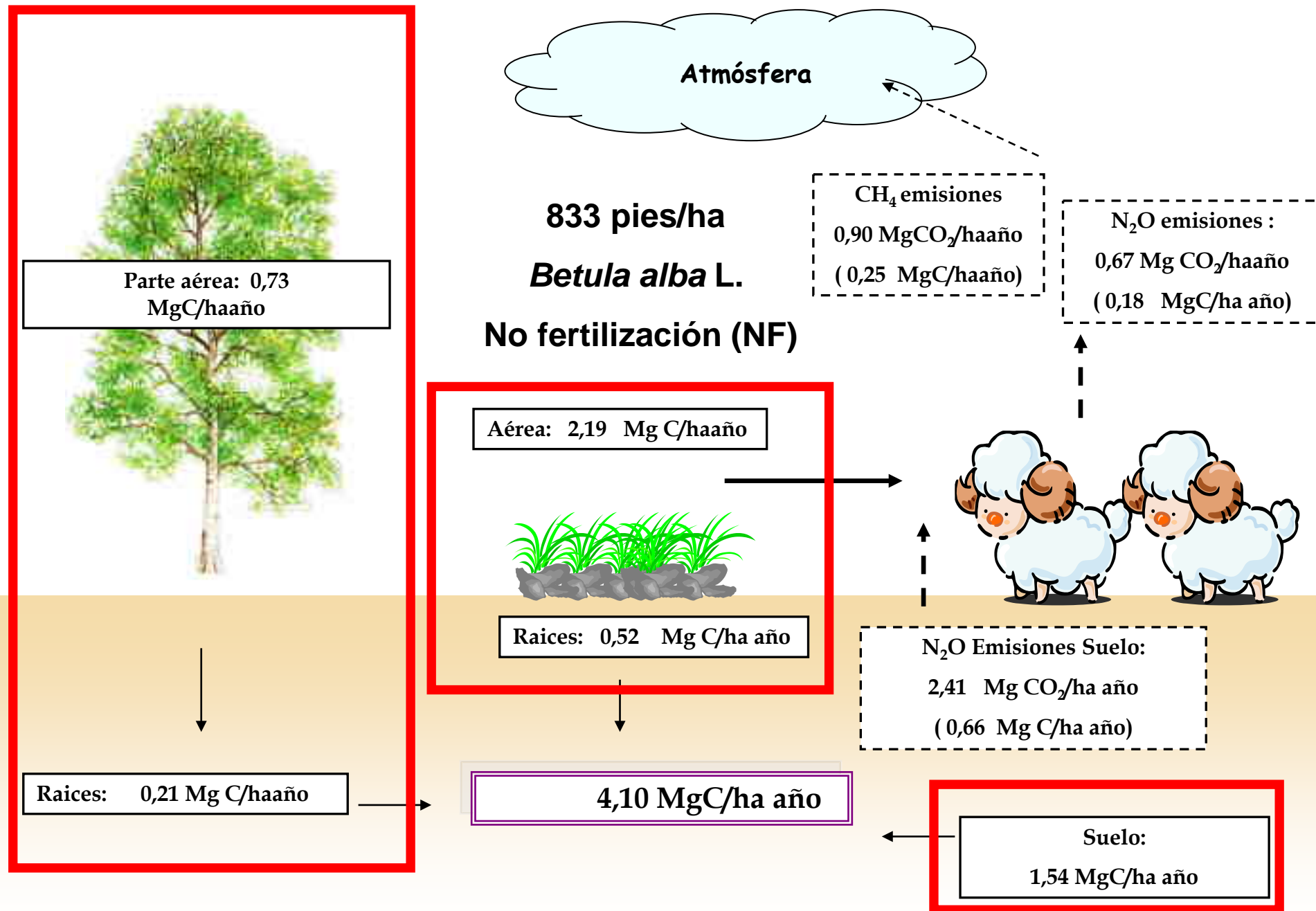
Kg N2O/ha

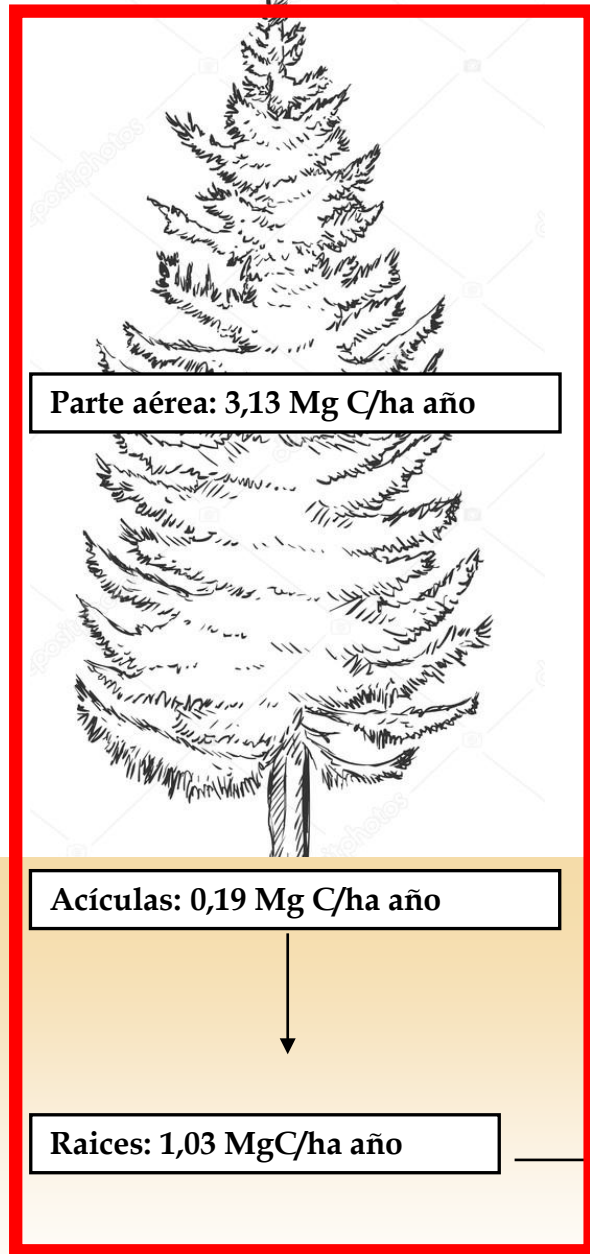
- Lixiviation:

Kg N2O/ha

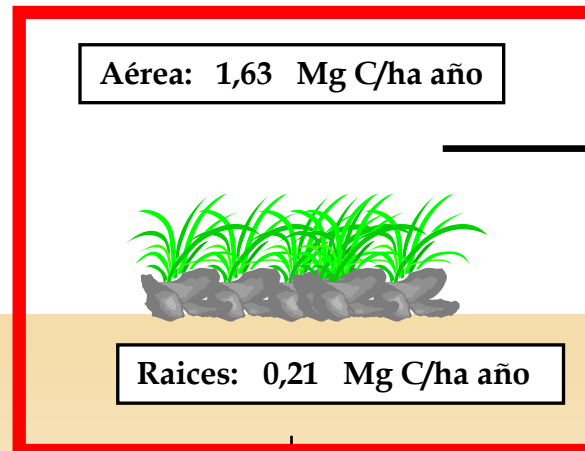
Total:

t CO2/hayear





833 pies/ha
Pinus radiata D. Don
No fertilización (NF)

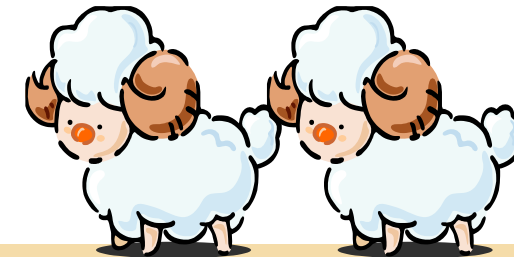


9,40 Mg C/ha año



CH₄ emisiones
0,69 Mg CO₂/haaño
(0,19 Mg C/haaño)

N₂O emisiones :
0,51 Mg CO₂/ha
(0,14 Mg C/haaño)



N₂O Emisiones Suelo:
1,84 Mg CO₂/haaño
(0,50 Mg C/haaño)

Suelo: 4,04 Mg C/haaño

MUCHAS GRACIAS!



Grupo de Investigación de Sistemas Silvopastorales (Universidad de Santiago de Compostela)

https://www.usc.es/es/investigacion/grupos/sistemas_silvopastorais/index.html

antonio.rigueiro@usc.es // mrosa.mosquera.losada@usc.es // nuria.ferreiro@usc.es

Eskerrik asko!
Moitas grazas!
Muito obrigada!
¡Muchas gracias!

