



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL



UNIVERSIDAD AGREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAAGES-2013-13

Autor:

Brayan Andrés Tabango Montaluisa

Director:

Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

IBARRA – ECUADOR
2020



INTRODUCCIÓN



Cambio
climático



Factor
antropogénico



Sistemas
agroforestales



Alternativa de
mitigación



Valor de las
especies



Aprovechamiento

OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar la cantidad de carbono aéreo almacenado en dos sistemas agroforestales de composición y estructura diferente.

Objetivos específicos:

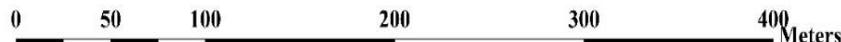
Estimar el carbono aéreo almacenado por el componente **forestal** de los dos sistemas estudiados.

Determinar el contenido de carbono del componente **cultivo** de los dos sistemas agroforestales.

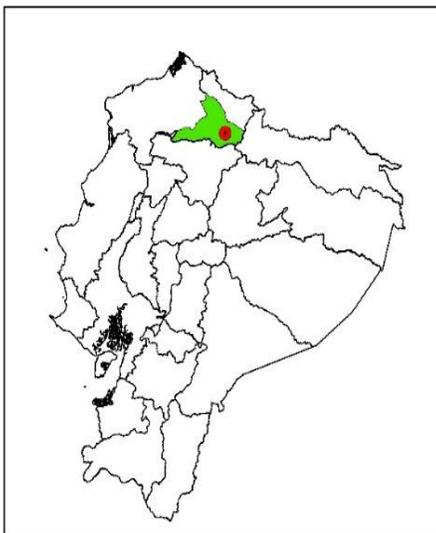


DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

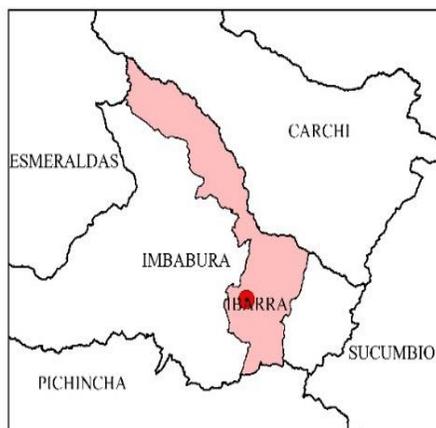
UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



UBICACIÓN EN LA PROVINCIA DE IMBABURA



UBICACIÓN EN EL CANTÓN IBARRA



SISTEMA AGROFORESTAL



Área : 376.5 m²

Edad: 15 años (árboles), 2 años (café)

Densidad: 6x6 m

Especies forestales: *Pinus patula*, *Cupressus macrocarpa*;
Pinus radiata, *Casuarina equisetifolia*

Especie agrícola: *Coffea arabica*

SISTEMA SILVOPASTORIL



Área : 3 653.5 m²

Edad: 8 años (árboles y pasto)

Densidad: 6x6 m y 3x3m

Especies forestales: *Eucalyptus globulus*, *Pinus patula*,
Cupressus macrocarpa; *Pinus radiata*, *Casuarina equisetifolia*

Especie agrícola: *Pennisetum clandestinum*

DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA ARBÓREA





DAP

HT, HC

Censo forestal

Selección y estimación (árboles muestra)

Número de ramas

Área basal

Volumen del fuste

BIOMASA DEL FUSTE

Extracción



Pesaje



Medición

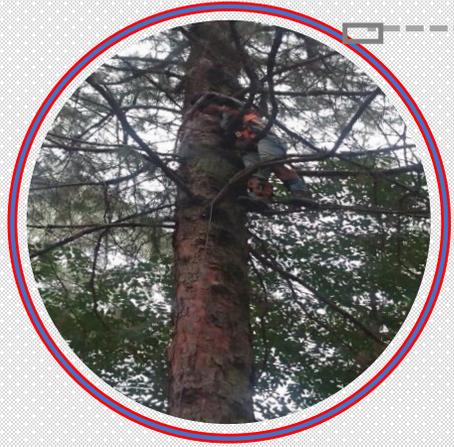


Secado

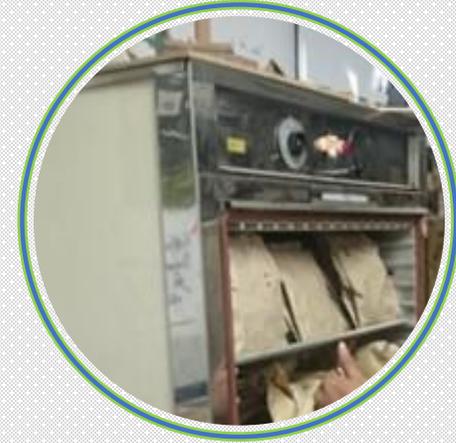


48 h
105 °C

BIOMASA DE RAMAS y HOJAS



Ramas



Selección

Obtención

Volumen

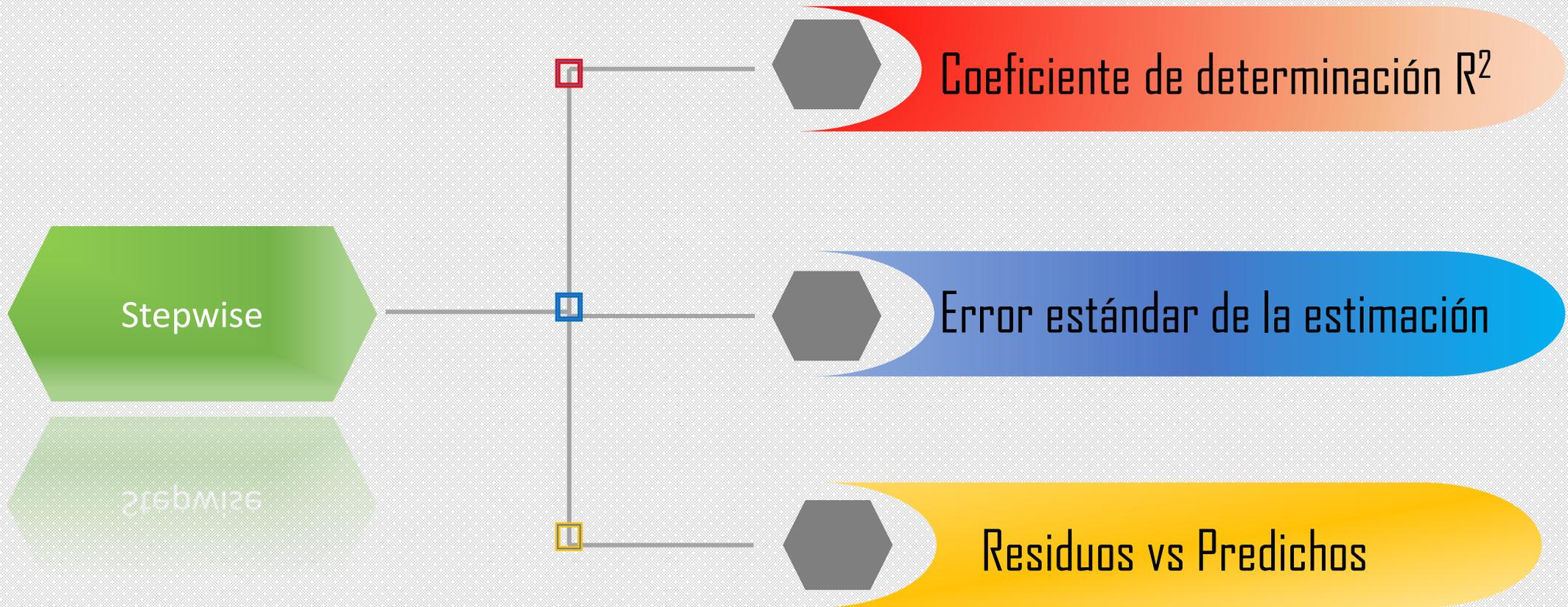
Secado

48 h
105 °C



Hojas

MODELOS ALOMÉTRICOS



BIOMASA DEL CAFÉ



$$Y = .2811D^{2.0635}$$

BIOMASA DE DETRITUS Y PASTO

Detritus



48 h
105 °C

Pasto

CARBONO DEL SUELO



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
BARRIO ESCOBAR

REPORTE DE ANALISIS DE %C EN SUELO

DATOS DEL PROPIETARIO NOMBRE: BRAYAN TABANGO CIUDAD: IQUITO TEL.FONO: 0986681337 C.A.S.	DATOS DE LA PROPIEDAD PROVINCIA: Iquitos CANTON: Iquitos PARROCIA: Carabaylva DISTRITO: Yagouan
DATOS DEL LOTE DISTRITO: Yagouan MUESTRA: 8540-8541 N. CAMPO: Suelo Lote 1 zona 2	DATOS DE LABORATORIO NO. REPORTE: N 9540-21 NO. MUESTRA: L 8540-41 FECHA DE MUESTREO: 12-10-2018 FECHA DE REPORTE: 18-10-2018

RESULTADOS

MUESTRA	TE. DE CARBONO	% C (HUMEDAD)
8540	Lote 1	2.10
8541	Lote 2	1.77

Método: Walkley & Black (Colorim. Cromatográfico)

[Firma]
Dr. Quím. Esteban M. Melis M.
RESPONSABLE DE LABORATORIO

LABORATORIOS NORTE
LABONORT
BARRIO ESCOBAR
BARRIO ESCOBAR, IQUITO

Laboratorio %C

RESULTADOS



CENSO FORESTAL

Variables dasométricas SAFI

Especie	Nº Individuos	Estadísticos	DAP (m)	HT (m)
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	\bar{x}	0.33	16.50
<i>Cupressus macrocarpa</i>	6	\bar{x}	0.28	20.00
		CV	11.50	6.92
<i>Pinus patula</i>	10	\bar{x}	0.38	19.70
		CV	22.04	5.70
<i>Pinus radiata</i>	1	\bar{x}	0.38	18.50
Total	18			

Álvarez (2016) registró 0.17 m de DAP y 11.20 m de HT en una plantación de *Pinus patula* 15 años en condiciones de sitio similares.

Cuando la especie crece en asocio con coníferas y condiciones de sitio favorables, mejora su crecimiento dasométrico (Romo, 2014).

CENSO FORESTAL

Variables dasométricas SAF2

Especie	Nº Individuos	Estadísticos	DAP (m)	HT (m)
<i>Casuarina equisetifolia</i>	6	̄	0.07	7.00
		CV	47.69	32.99
<i>Cupressus macrocarpa</i>	24	̄	0.16	8.50
		CV	6.80	5.88
<i>Pinus patula</i>	54	̄	0.09	5.79
		CV	35.54	26.85
<i>Pinus radiata</i>	2	̄	0.17	12.75
		CV	12.75	22.45
<i>Eucalyptus globulus</i>	188	̄	0.21	15.93
		CV	34.42	24.04
Total	274			

Álvarez (2016) determinó 0.12 m de DAP y 9.00 m de altura en una plantación de *Pinus patula* de 10 años

Paredes *et al.* (2004), encontraron 0.15 m de DAP y 16.80 m de altura total para *Casuarina equisetifolia* en una plantación a los 12 años.

Coníferas asociadas en SAF con *Eucalyptus globulus* han demostrado reducir su desarrollo normal, debido a la capacidad elevada de adaptación del eucalipto a consumir recursos con mayor eficiencia, ya que dicha especie tiene gran capacidad de adaptación (Mijangos, Rojas, y Benavides, 2014).

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO

m³/hectárea

SAF1 SAF2

443,80

251,36

26,91
0,45

138,98
5,00

4,53

38,11
1,17

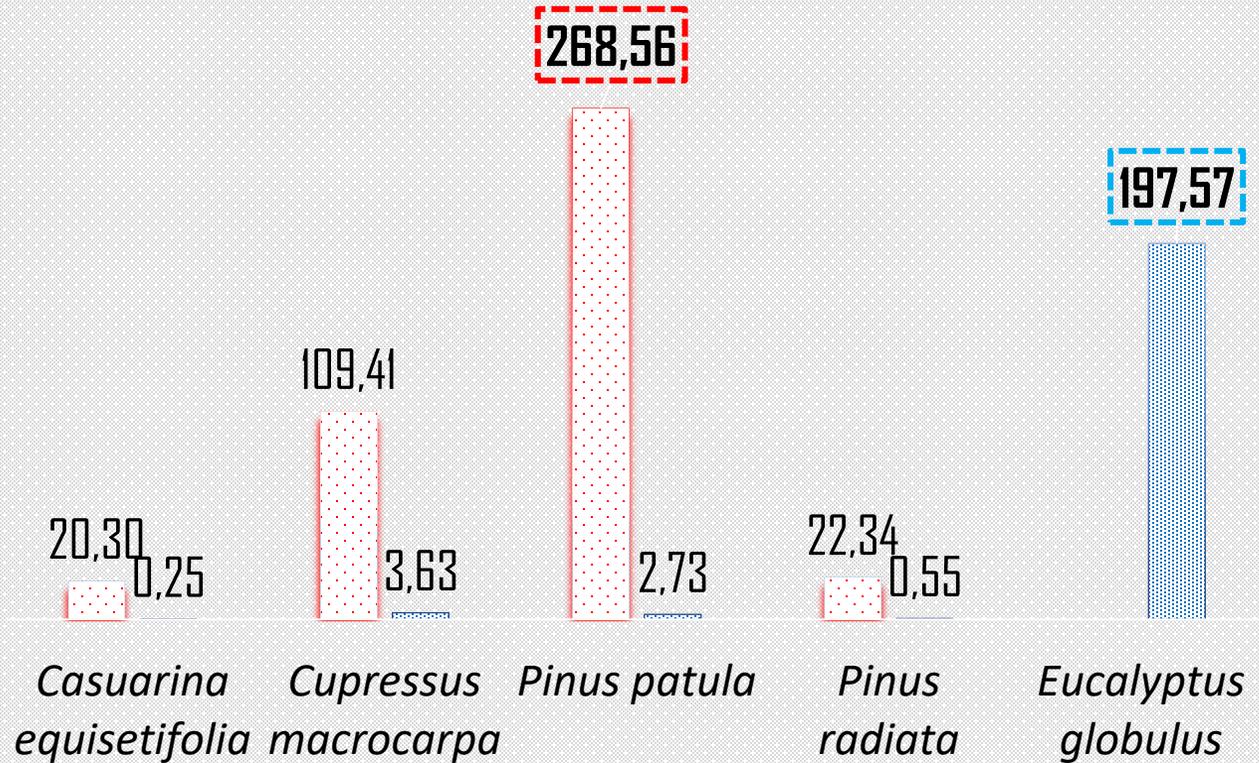
Casuarina equisetifolia *Cupressus macrocarpa* *Pinus patula* *Pinus radiata* *Eucalyptus globulus*

Especie	Autor	Edad (años)	Vol.
<i>Pinus patula</i>	Romo et al. (2014)	15	447.30
<i>Pinus patula</i>	García et al. (2015)	10	101.30
<i>Eucalyptus globulus</i>	Gamarra (2001)	10	273.20

BIOMASA ARBÓREA POR HECTÁREA

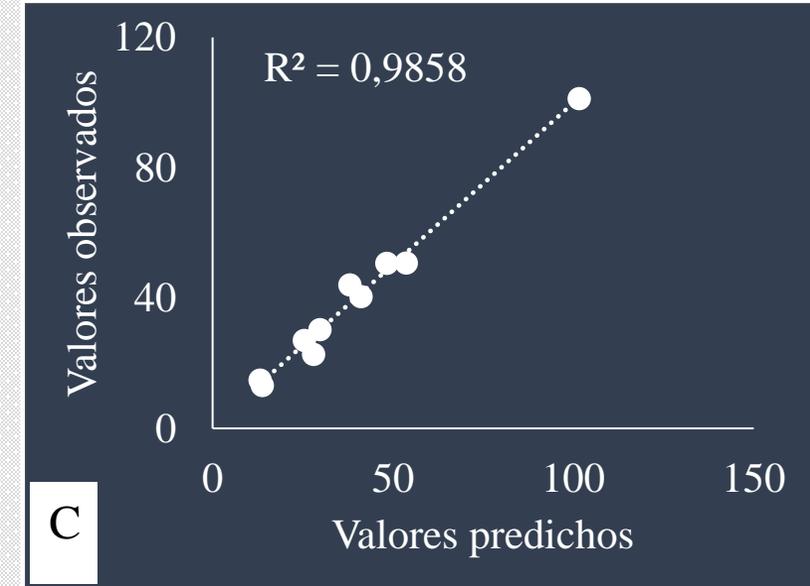
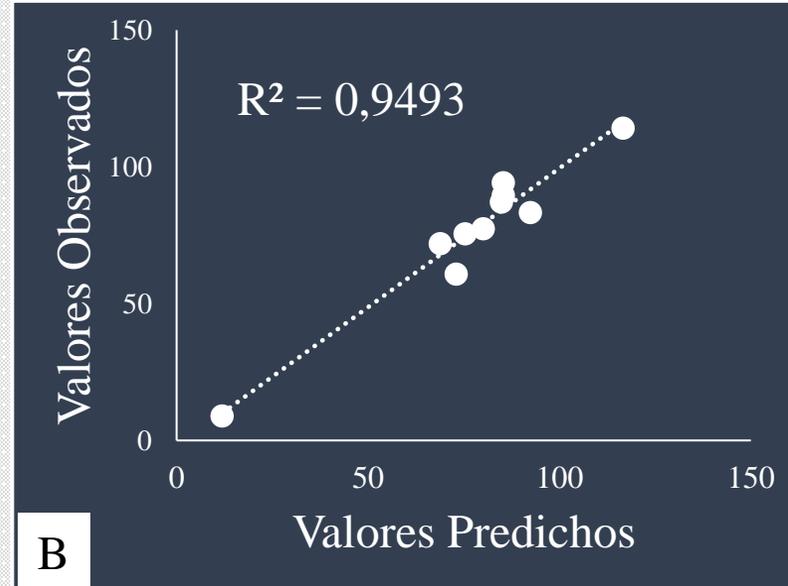
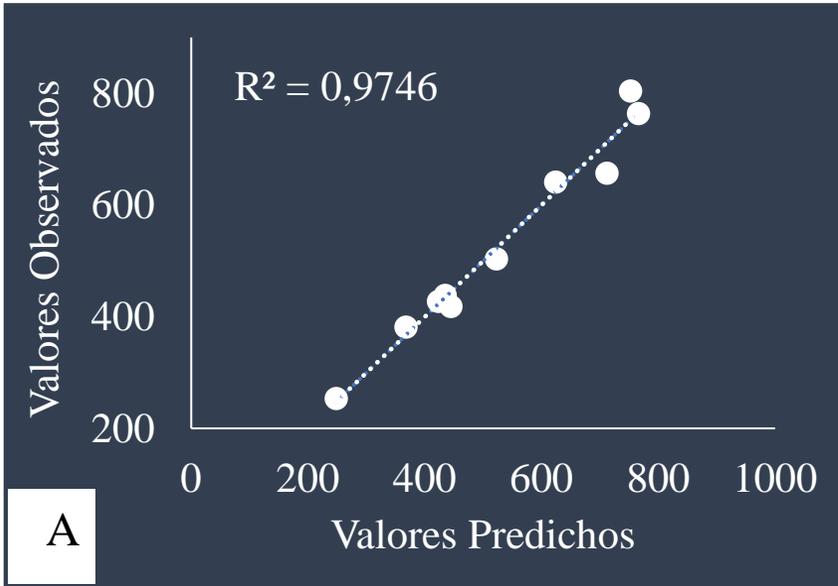
(Mg.ha⁻¹)

SAF1 SAF2



Especie	Autor	Edad (años)	Vol.
<i>Pinus patula</i>	Barreto y León (2005)	20	328.18
	Oliva et al. (2017)	10	19.37
<i>Eucalyptus globulus</i>	Gamarra (2001)	10	144.24

REPRESENTACIÓN GRÁFICA MODELOS ALOMÉTRICOS



Modelo	Ecuación	R ²	Otros autores	R ²
A	$B = 102.42 + 316.25 * DAP^2 HT$	0.97	Goya, Frangi, y Dalla (1997)	0.99
B	$B = -20.76 + 518.72 * DAP + 210.02 * DAP^2 HC$	0.93	Cai, Kang y Zhang (2013)	0.94
C	$B = -22.78 + 136.51 * DAP^2 HT + 5.82 * HT$	0.98	Flores et al., (2007)	0.98

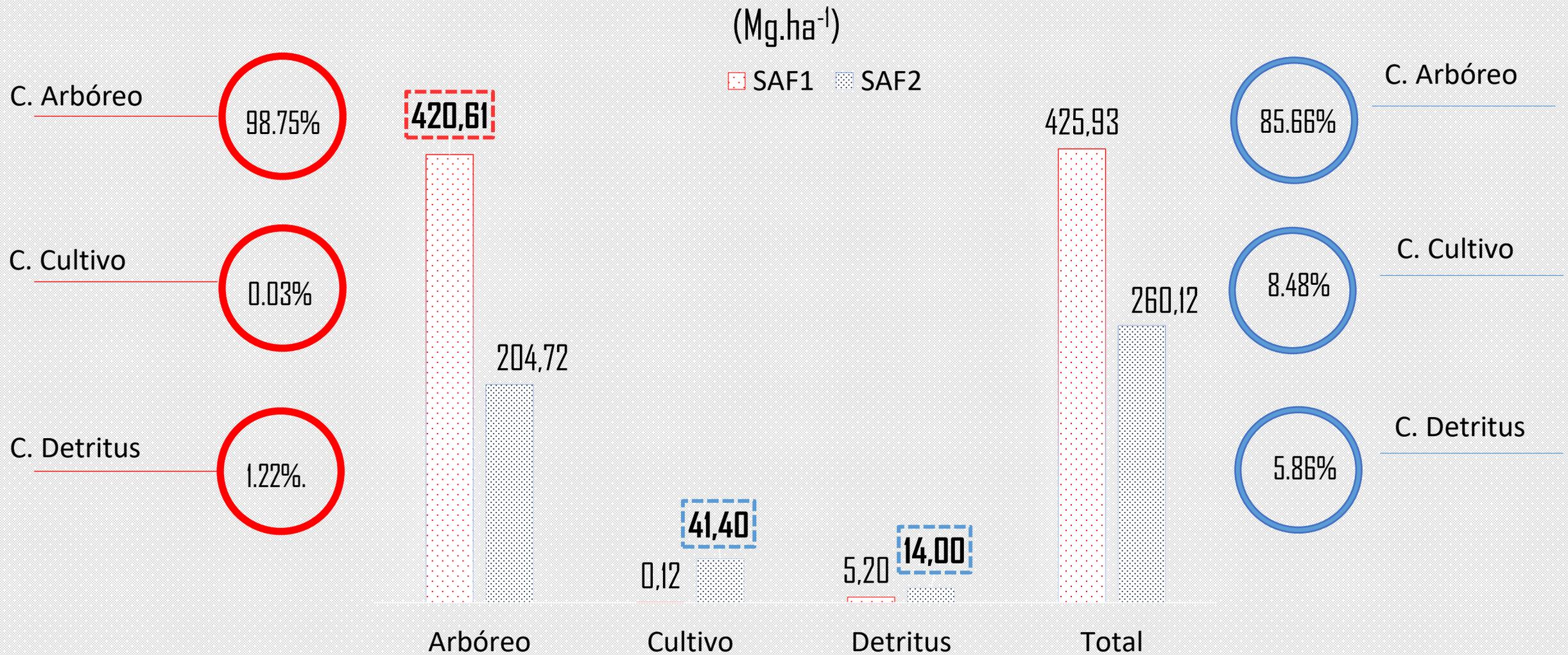
A: *Eucalyptus globulus*; B: *Cupressus macrocarpa*; C: *Pinus patula*; B: Biomasa; R²: Coeficiente de determinación

BIOMASA POR COMPONENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Componente	SAF1 (Mg)	SAF2 (Mg)
• Arbóreo	15.83	74.50
• Cultivo	0.004	15.09
• Detritus	0.20	5.11
Total	17.02	94.70



BIOMASA POR COMPONENTE POR HECTÁREA



Autor	Sistemas	Acumulación
Zanabria y Cuellar (2015)	<i>Pinus patula, Eucalyptus globulus</i>	Arbóreo, detritus, cultivo

CARBONO DEL SUELO

	SAF1	SAF2
Porcentaje de carbono (%)	2.30	1.47
Densidad aparente (g.cm ⁻³)	1.45	1.32

Oliva *et al.* (2017) obtuvo 3.29% de carbono a una profundidad de 10 cm, en un sistema silvopastoril conformado de *Pinus patula* y especies herbáceas.

Una de las causas de los valores de este trabajo pudo ser que la acumulación de biomasa superficial de ramas y hojas para la descomposición e incorporación de materia orgánica al suelo (Sánchez *et al.*, 2011).

La acumulación de carbono en el suelo, es la baja incorporación de compuestos orgánicos al mantillo, con características hidrofóbicas, presentes en hojas de coníferas (Galicía *et al.*, 2016).

CARBONO EN EL **Á**REA DE ESTUDIO

Componente		Nº ind.		C (Mg) AE	
		SAF1	SAF2	SAF1	SAF2
Arbóreo	<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	6	0.38	0.05
	<i>Cupressus macrocarpa</i>	6	24	2.06	0.66
	<i>Pinus patula</i>	10	54	5.06	0.50
	<i>Pinus radiata</i>	1	2	0.42	0.10
	<i>Eucalyptus globulus</i>		188		36.09
Agrícola	<i>Coffea arabica</i>	77		0.004	
	<i>Pennisetum clandestinum</i>		n		7.11
Detritus	Detritus			0.08	2.05
Suelo	Suelo			1.25	7.07
Total				9.25	53.63

En el SAF1 la fijación de carbono en *Casuarina equisetifolia* fue baja pudiendo deberse a la alelopatía que el eucalipto suele generar (Rodríguez *et al.*, 2018).

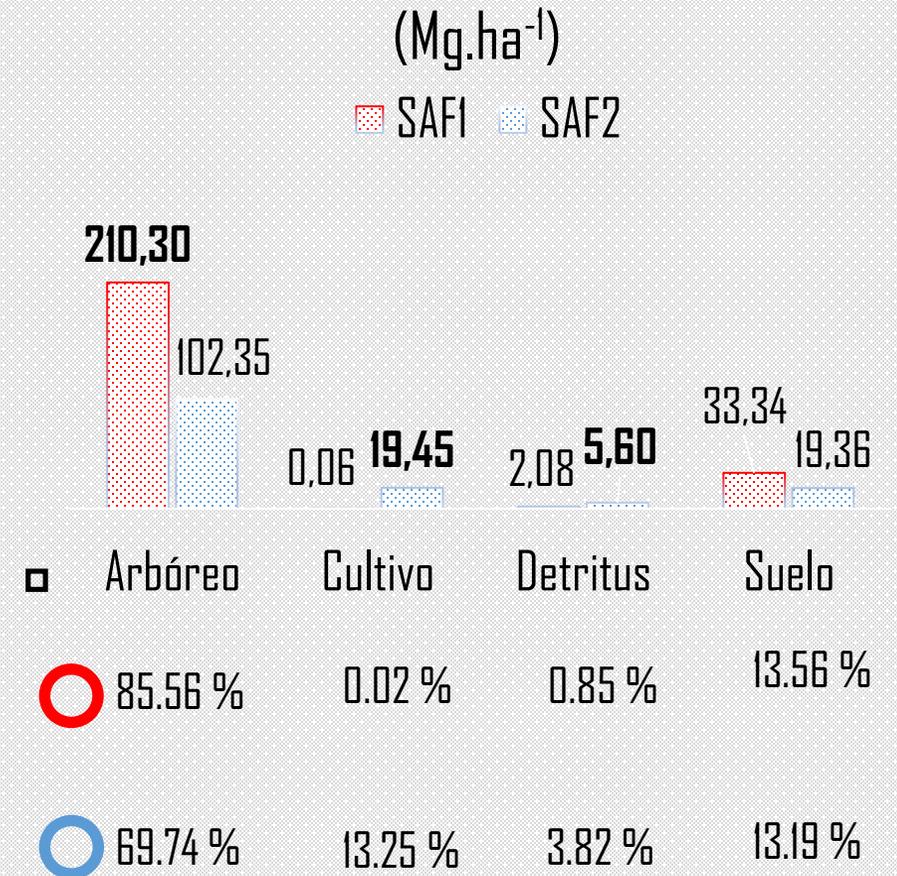
En el SAF2 la baja fijación de carbono en *Pinus patula* puede atribuirse a la deficiencia de macro y micronutrientes en el suelo ocasionado por el atrofio radicular en suelos pedregosos (Aguirre y Jiménez, 2019).

CARBONO TOTAL ACUMULADO

Oliva *et al.* (2017) determinaron 92.13 Mg.ha⁻¹ de carbono almacenado en un sistema silvopastoril de 10 años con *Pinus patula*, en donde el **suelo** fue el sumidero de mayor acumulación de carbono, seguido del componente arbóreo.

Acosta, Carrillo, y Díaz (2009), encontraron en un SAF con *Abies sp* y *Pinus sp.* 301.90 Mg.ha⁻¹ de carbono, siendo el suelo el sumidero que más fijación tuvo, seguido del componente forestal.

CARBONO - (Mg.ha ⁻¹)	
SAF1	SAF2
10.15	0.13
54.70	1.81
134.28	1.36
11.17	0.27
---	98.78
0.06	---
---	19.45
2.08	5.60
33.34	19.36
245.78	146.76



CONCLUSIONES

*La tasa de acumulación del carbono aéreo del **SAF1** fue mayor a la registrada en el **SAF2**. Si bien existe un mayor número de individuos en el segundo, esto no influyó para que sus valores sean superiores al primero. La diferencia de resultados puede explicarse a la mayoría de edad del componente forestal del SAF1 y el asocio con el café, lo cual contribuyó a que el crecimiento dasométrico de los árboles sea mejor.

*El componente **forestal** fue aquel que mayor cantidad de carbono fijado aporta a cada uno de los sistemas, en donde *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus* son las especies que sobresalen en el SAF1 y SAF2 respectivamente.

*Las ecuaciones alométricas generadas en el presente estudio mostraron resultados satisfactorios al predecir la cantidad de carbono almacenado. Esto ratifica la efectividad de usar el **DAP, HT y HC** como variables regresoras en sistemas agrosilvopastoriles.

*La biomasa producto de la producción primaria del café es inferior a la registrada por los pastos. Pese a que las plantas de café muestran una mayor estructura y densidad, la distribución del pasto sobre el área hace que se almacene mayor cantidad de carbono.

RECOMENDACIONES

- Los valores de carbono almacenado de los sistemas en estudio pueden ser empleados como información referencial para determinar la capacidad de fijación de dicho elemento en sistemas agroforestales y silvopastoriles en condiciones edafoclimáticas similares.
- Se recomienda determinar la biomasa de raíces del componente arbóreo para disponer de información real que favorezcan, además, la construcción de modelos alométricos para el cálculo del carbono fijado.
- Se recomienda establecer los mecanismos necesarios para la implementación del pago de servicios ambientales en el mercado de carbono, y aprovechar las capacidades socioeconómicas que los sistemas agroforestales pueden brindar a la carrera de Ingeniería Forestal de la UTN.

GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN

