



Reservas de carbono en especies forestales como componente funcional de sistemas silvopastoriles



Ph. D. Jorge Luis Maicelo Quintana
Jefe Nacional - INIA
2019



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

I. Introducción



En América Latina, uno de los principales cambios en el uso de la tierra ha sido la deforestación de bosques para establecer la ganadería (McGroddy et al., 2015).

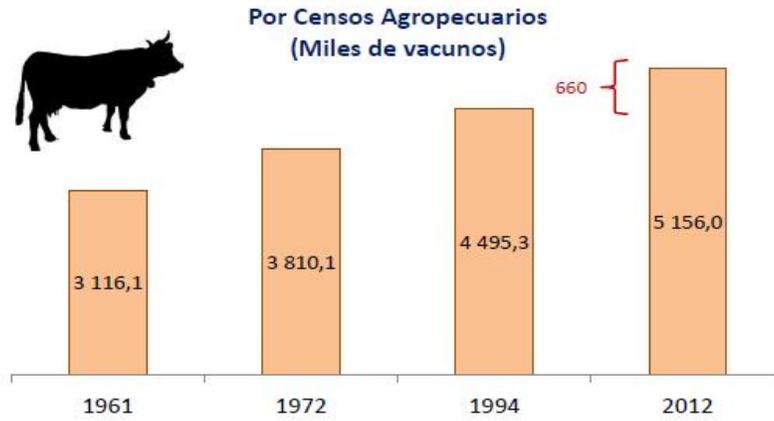
El 60% de las EGEI del Perú se generan producto de actividades, cambio de uso de suelo, silvicultura y la agricultura (MINAM, 2015).

Costa, Sierra y Selva

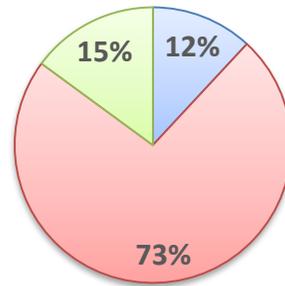
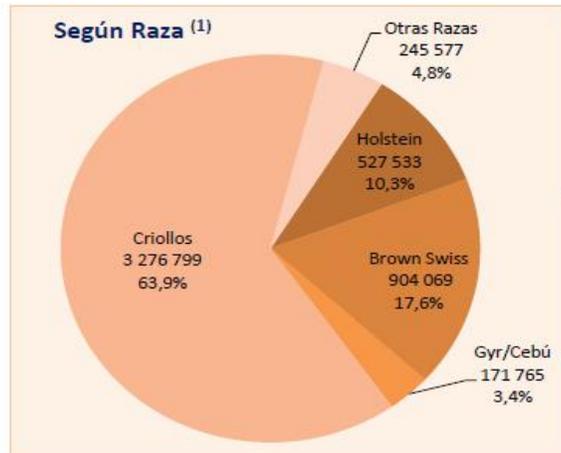
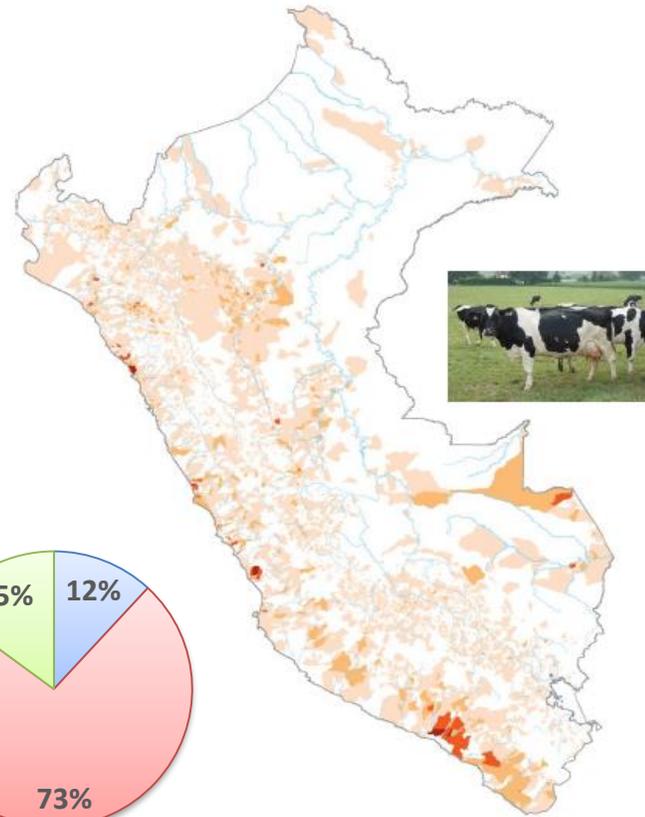
70% pequeños productores



Ganadería en el Perú



POBLACIÓN DE GANADO VACUNO HOLSTEIN



■ Costa ■ Sierra ■ Selva



(1) No incluye bueyes.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

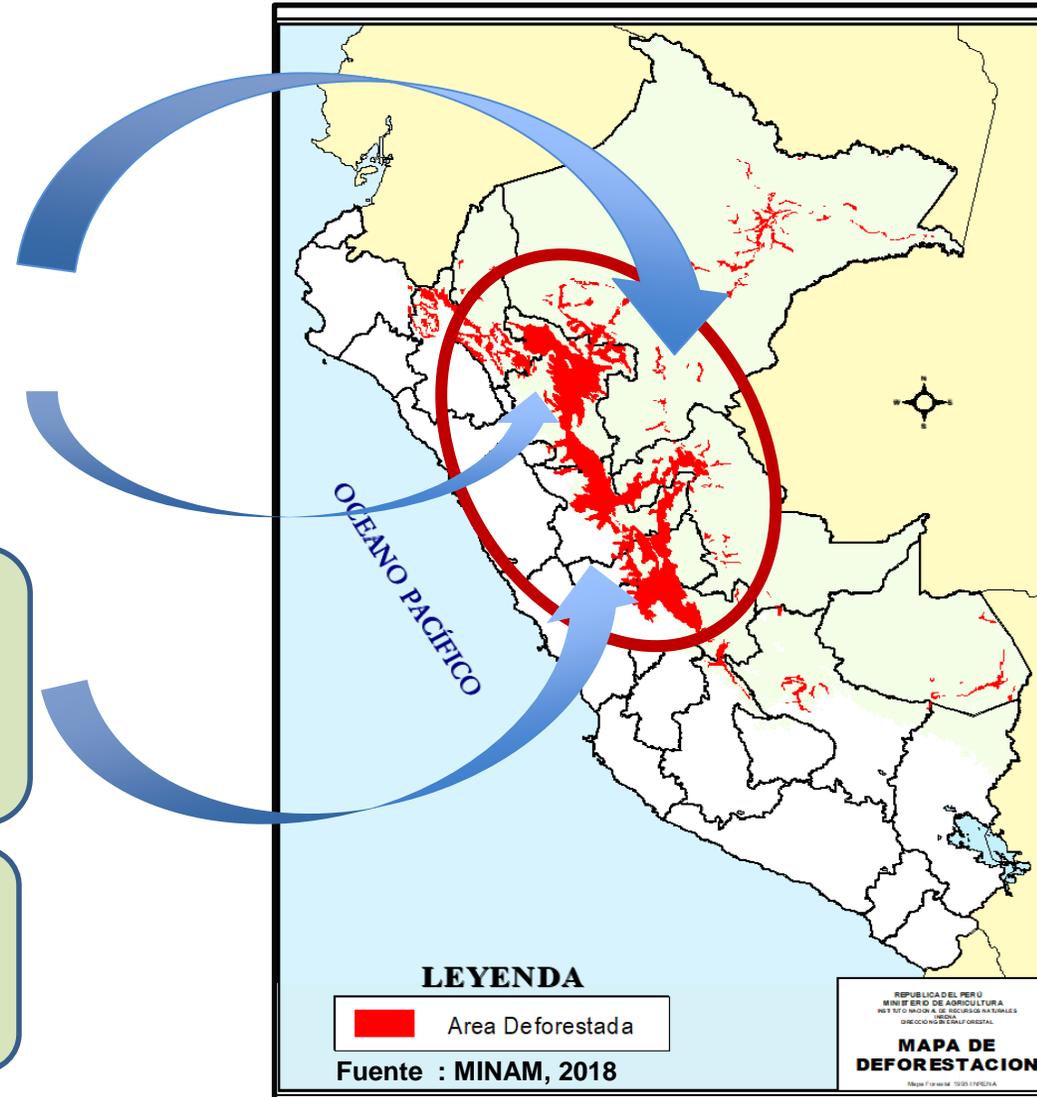
Superficie deforestada en el Perú

Superficie 38'742,465 Has, el 18% de superficie esta bajo riego y el 82% no agrícola (pastos naturales y bosques primarios) DG, 2019.

El área total deforestada en la selva amazónica, durante 1990-2017 fue de 12 399 577.08 ha, que representa el 12% (MINAGRI, 2018).

La ganadería en Amazonas, asociada a la deforestación, baja productividad, altas tasas de degradación de suelos afectando la sostenibilidad de las áreas de producción (IIAP, 2006).

La región de Amazonas, sexta región con mayor deforestación con 8,455 ha/año (GRA, 2019).





PERÚ

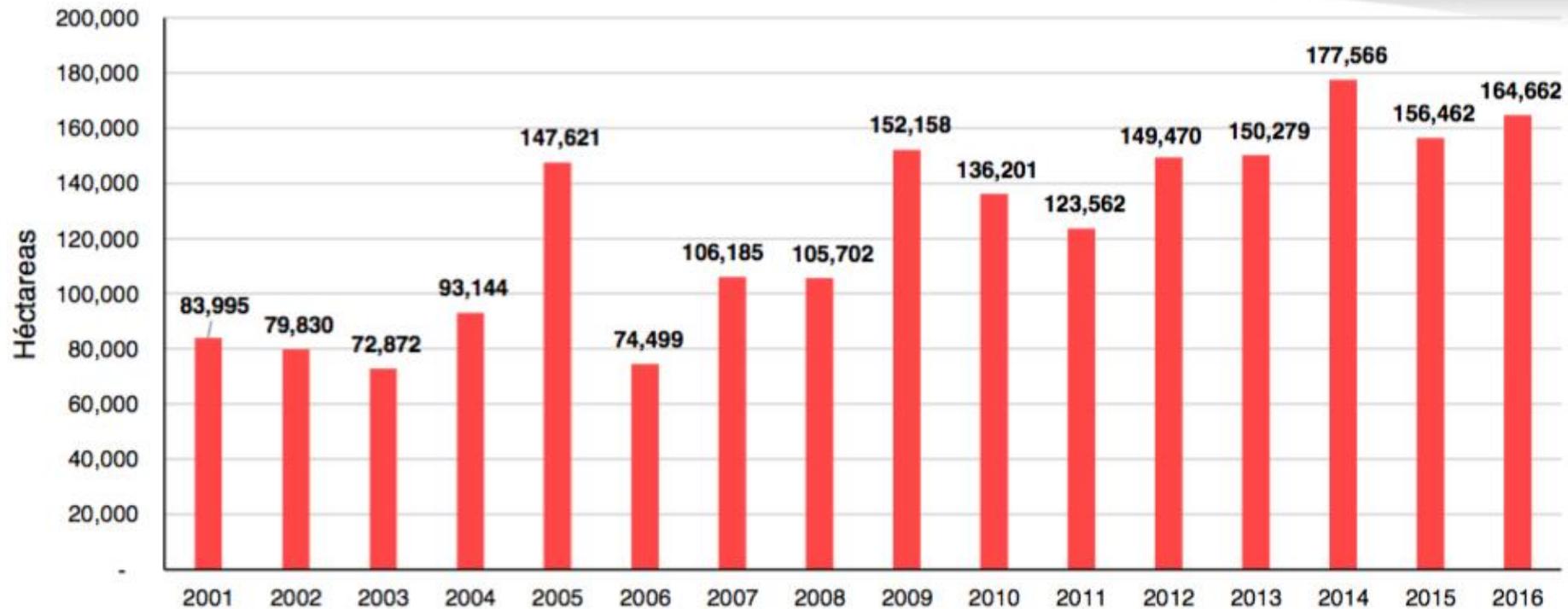
Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Perdidas de bosque del 2001 año 2018

Datos Nacionales



2017: 155,914 has.

2018: 129,485 has.



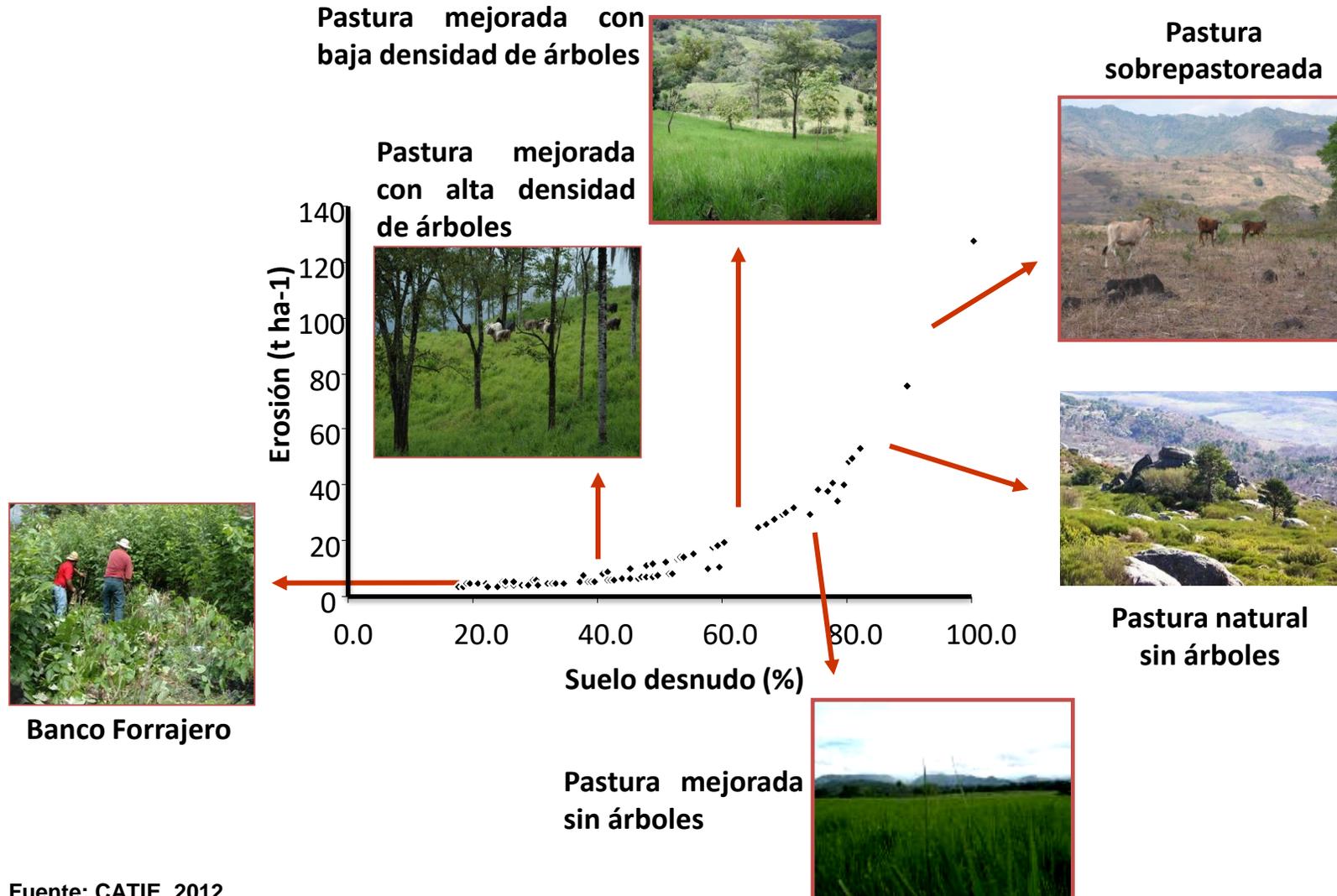
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Tasa de erosión en sistemas ganaderos





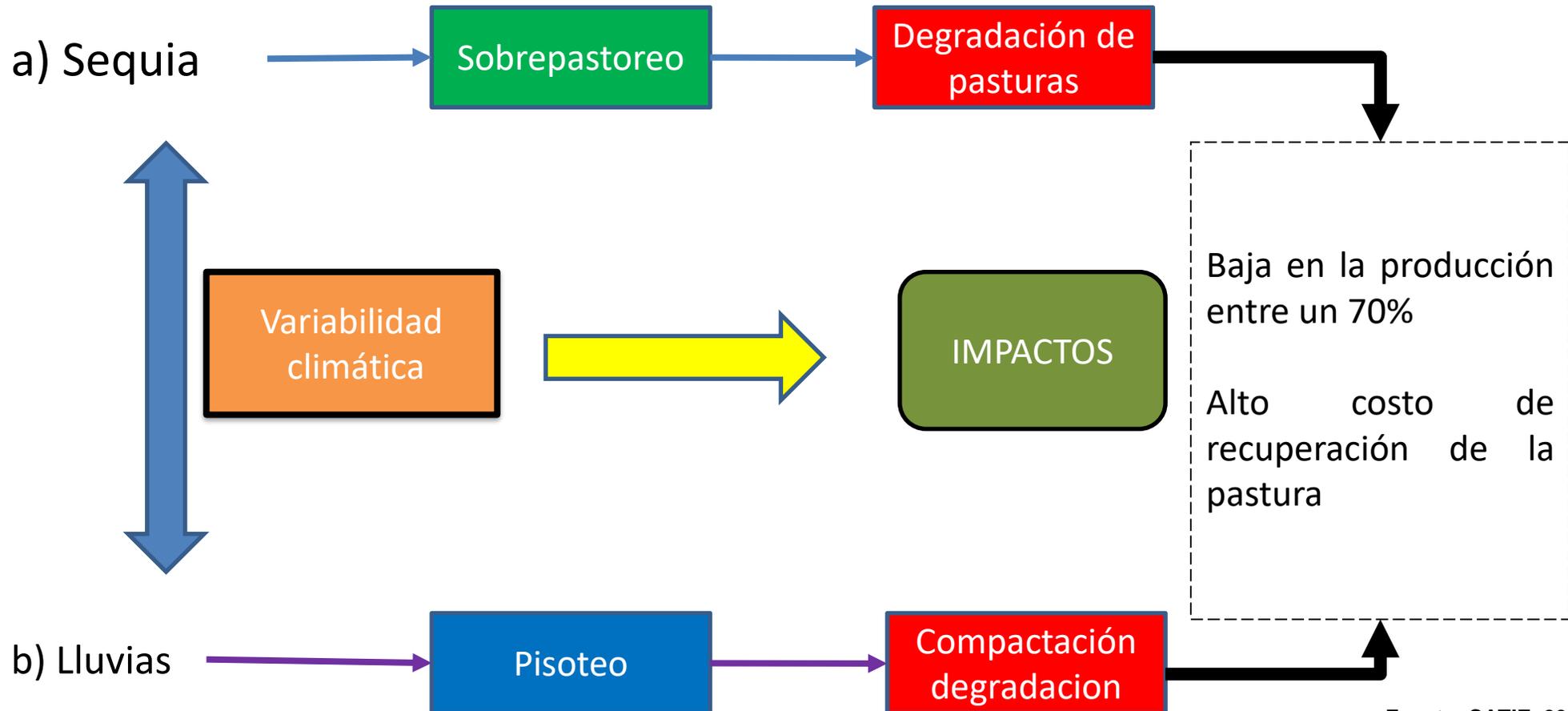
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



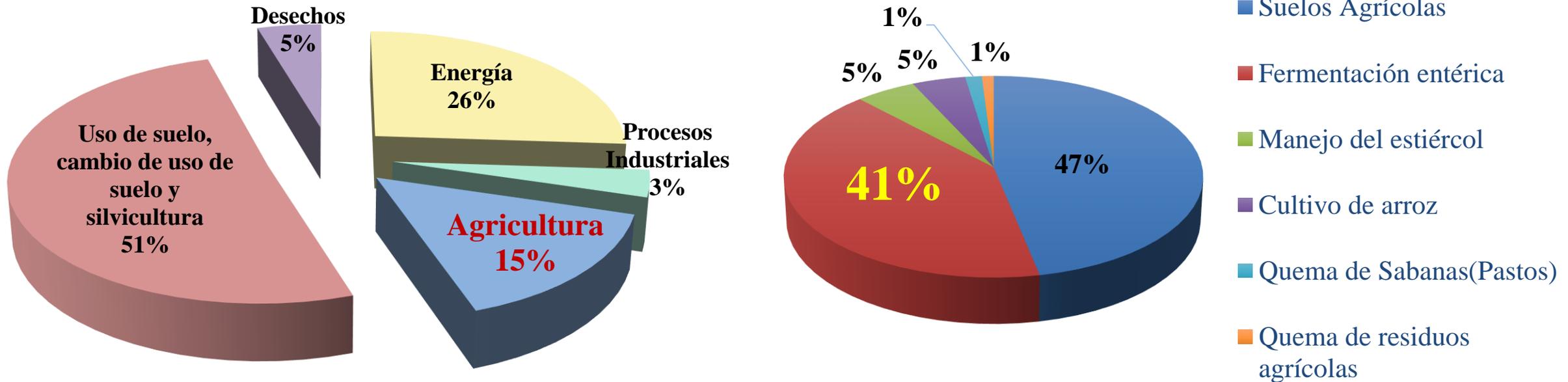
Instituto Nacional de Innovación Agraria

La variabilidad climática tiene serios impactos en el capital natural y en la ganadería





Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI)





PERÚ

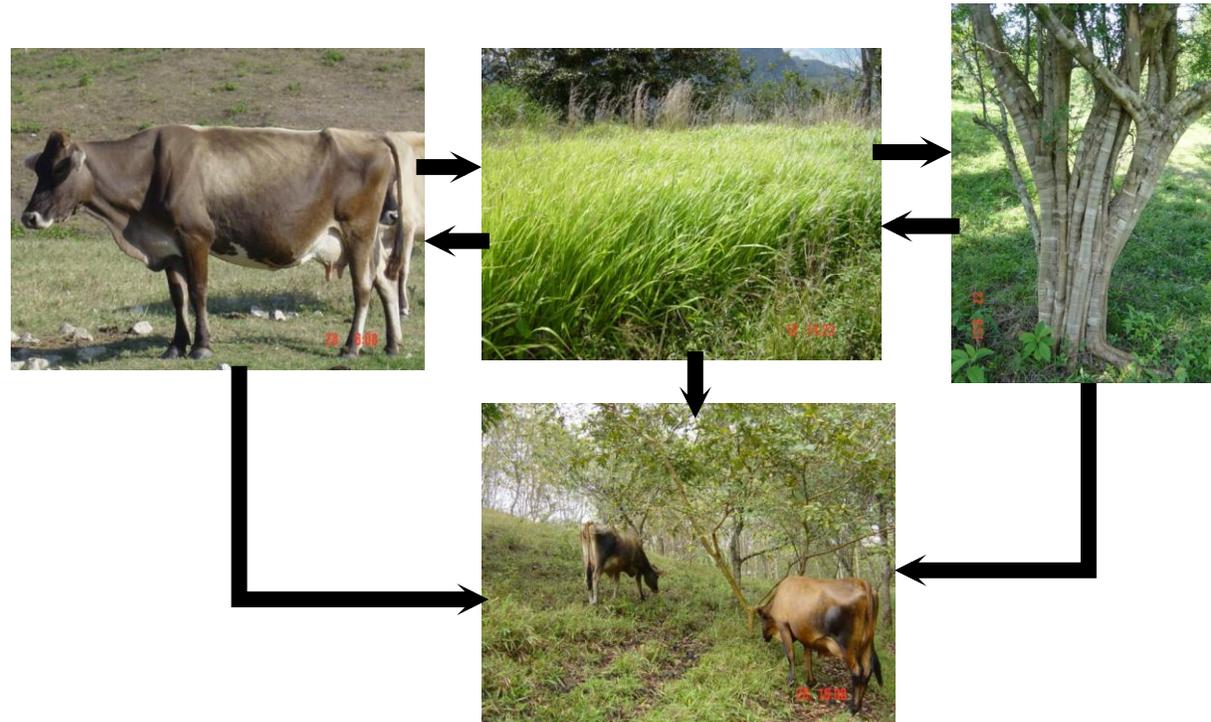
Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

¿Qué es un Sistema Silvopastoril?

“Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria donde las leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras y animales) bajo un sistema de manejo integral.





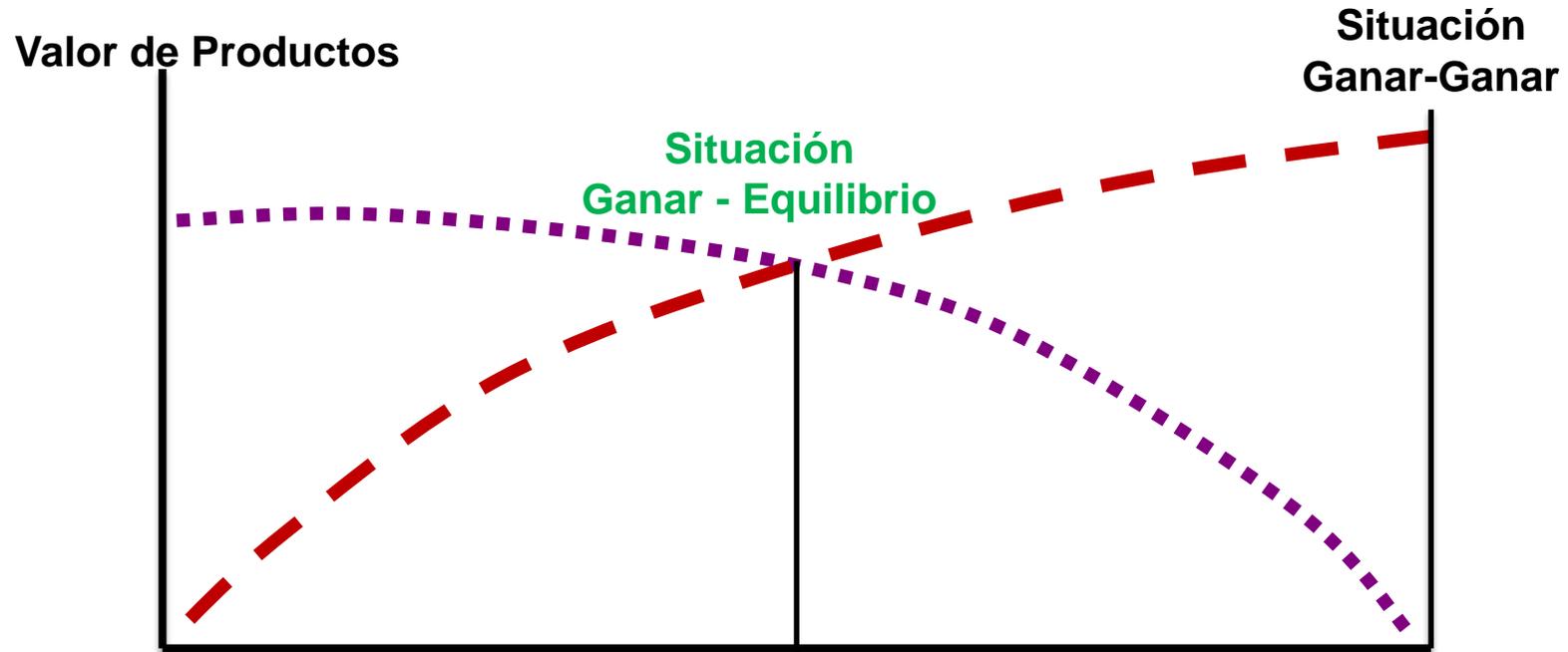
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Valor de un sistema silvopastoril



Sistema tradicional



SSP



Conservación





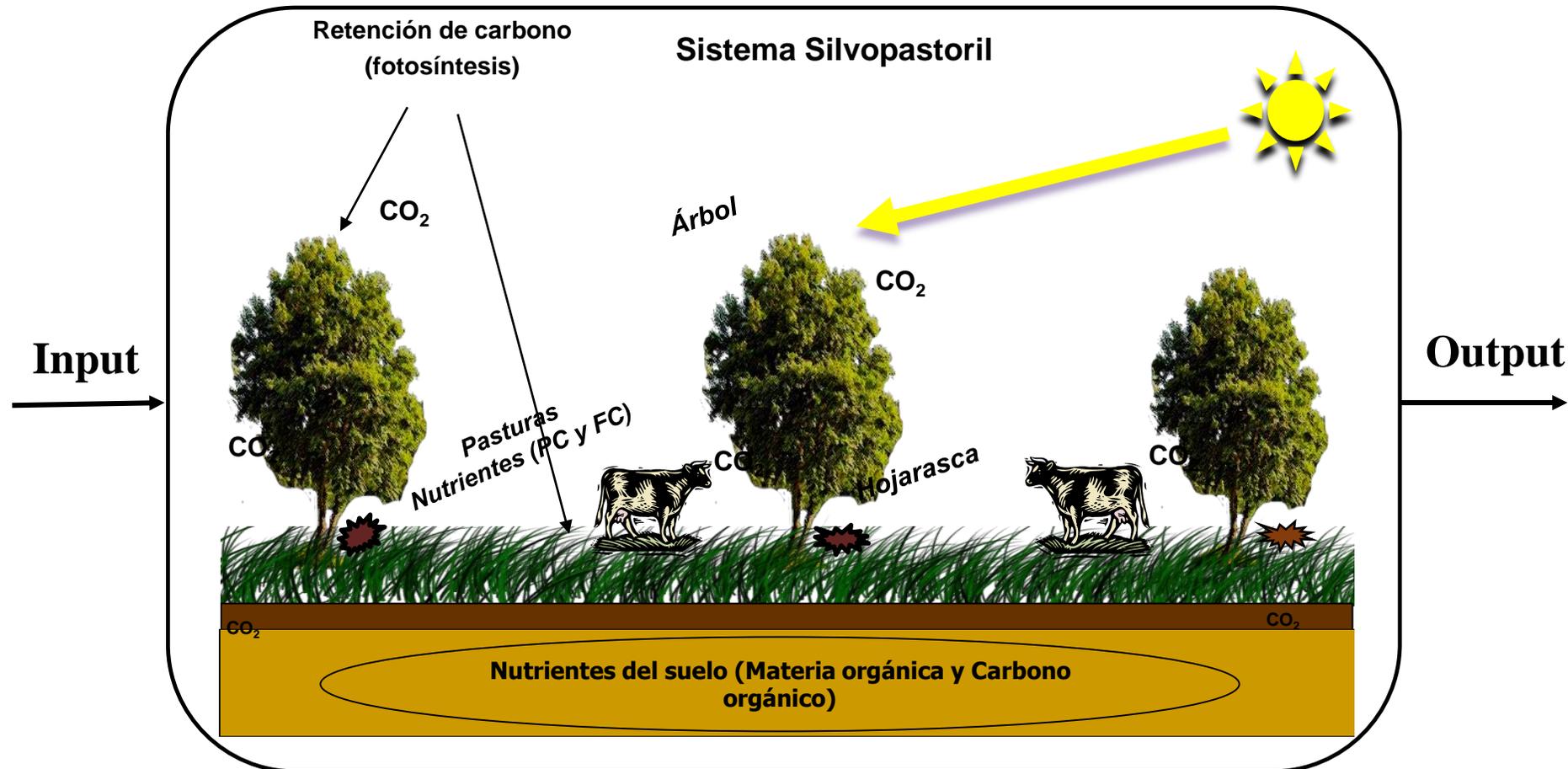
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Diagrama de concentración de nutrientes y carbono en un sistema silvopastoril





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



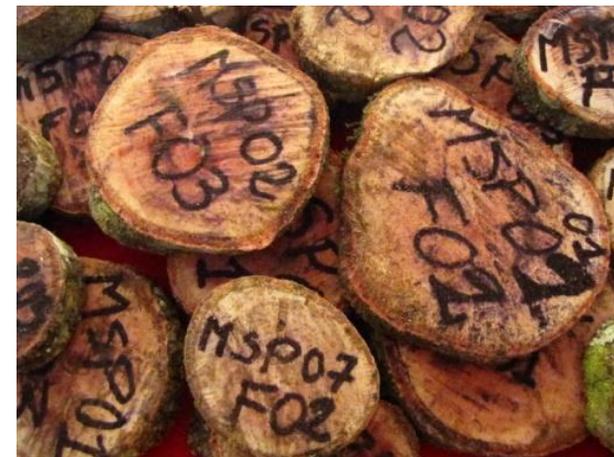
Instituto Nacional de Innovación Agraria

II. Objetivo

Determinación de las reservas de carbono en especies forestales de la microcuenca de Gocta para servicios ecosistémicos, región Amazonas

Objetivos Específicos:

- Determinación de biomasa seca de las partes aéreas de *Ceroxylon peruvianum*, *Escallonia pendula* y *Myrsine oligophylla*
- Determinar ecuaciones alométricas para estimar cantidad de carbono en *Ceroxylon peruvianum*, *Escallonia pendula* y *Myrsine oligophylla*.





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Especies Evaluadas

Ceroxylon peruvianum

- Tronco de 9 a 12 m de altura
- Pecíolo de 25 a 60cm,
- Estambres es de 12 a 15
- Longitud de pedúnculo a inflorescencia 62 a 90cm

(Galeano *et al.* 2008)

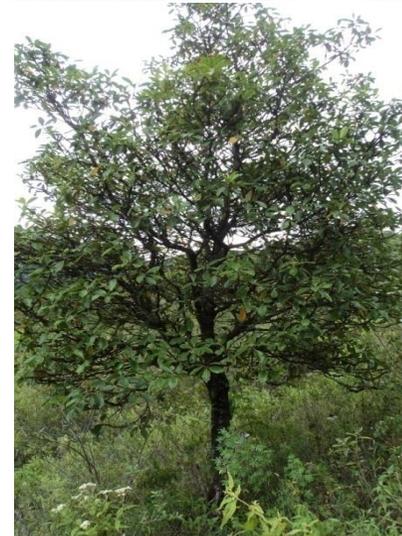


Escallonia pendula

- Árbol aproximadamente 10 m.
- Generalmente en inicio de floración
- Se distribuye en Amazonas, Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Huánuco, Pasco

Myrsine oligophylla

- Árbol de 10 - 15 m de altura.
 - Corteza externa lisa, color plumizo.
 - Corteza interna de color blanquecino.
 - Inflorescencia racimosa, simple.
 - Fruto simple carnoso, tipo drupa.
- (Perez 1997).





PERÚ

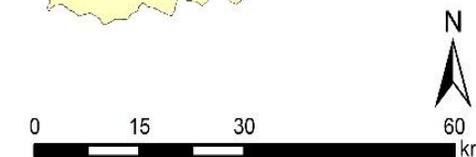
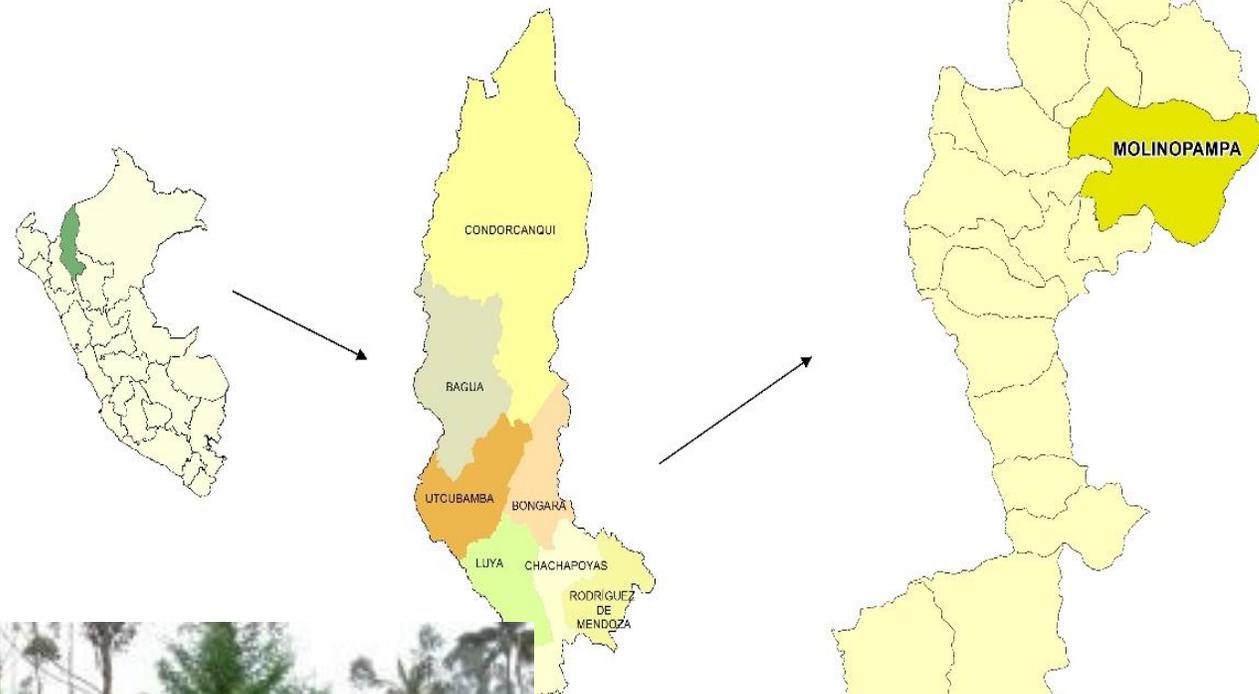
Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

III. Ubicación

- Región Amazonas
- Altitud de 2 421 msnm,
- T° media de 14.5°C,
- Precipitación de 1 200 mm,
- H° Relativa 82%,
- Superficie de 333.86 Km²



INDES-CES, 2019



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

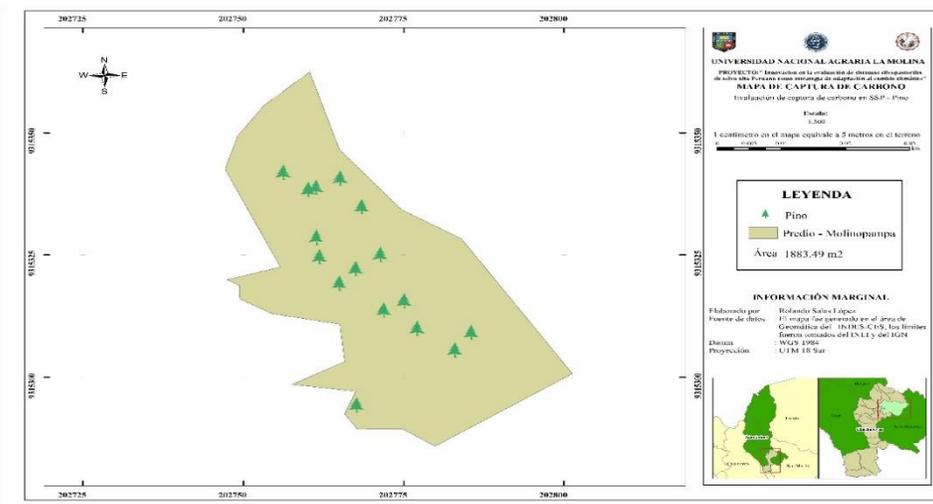
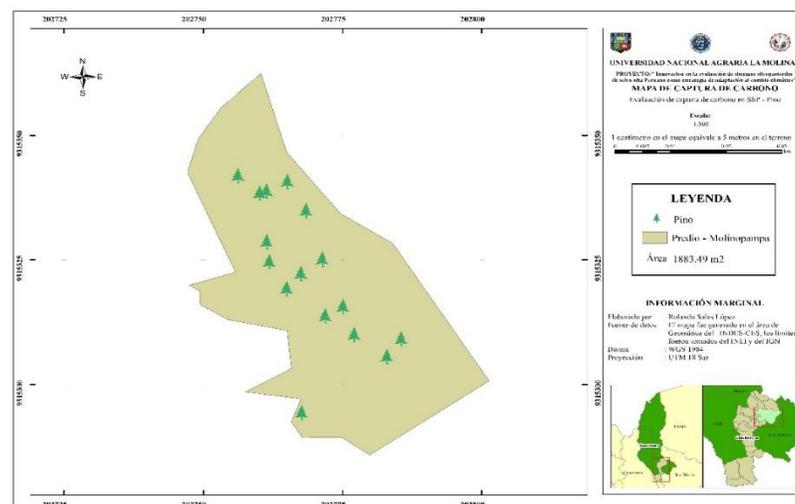
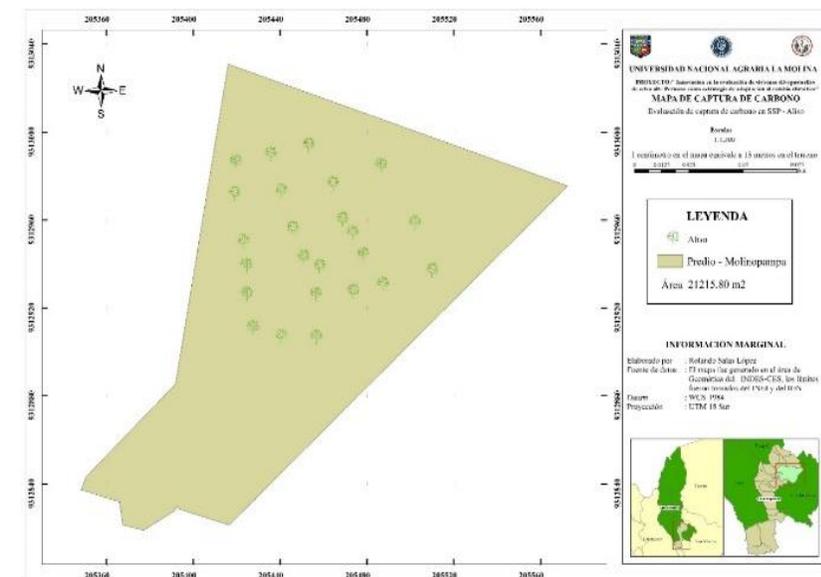
IV. Metodología

- Las muestras analizadas en el laboratorio UNALM, parámetros: pH, CE (dS/M), MO (%), P (ppm), K (ppm), CIC (meq/100g), PO (%), DA (gr/cm^3) y resistencia mecánica (RM) (kg/cm^2).
- $BS = (PS \text{ muestra} / PH \text{ muestra}) * BH$
- $BS \text{ total individuo} = BS \text{ fuste} + BS \text{ hojas}$
- $CT \text{ individuo} = BS \text{ individuo} * 0.5$
- El carbono total: $PVs \text{ (Tm/ha)} = DA * Ps * 10\ 000$.
- $CS \text{ (Tm/ha)} = (PVs * \%C) / 100$



IV. Metodología

- 15 unidades experimentales (UE) (5 tratamientos y 3 repeticiones) representado por cada hato ganadero.
- Las UE presentaron una densidad promedio de 245 árboles por SSP con edad similar de ± 8 a 10 años.
- Calicata de 50x50 cm, evaluándose a dos profundidades de 0-15 y 15-30 cm.





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Trabajo en campo



Limpieza del área de muestreo



Acondicionamiento de limpieza
para el muestreo de suelo



Extracción de muestra de suelo



Toma de muestra de suelo



Medición de DAP



Medición de Altura



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Trabajo en laboratorio



Acondicionamiento



Pesado de muestras



Secado de muestras en estufa a 75°C



Muestras de suelo envasados



Pesado de muestras de suelo
para obtención de densidad
aparente



Envío de muestras a laboratorios
de suelos de la UNALM



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Determinación de la concentración de Carbono Total

Especie	Carbono Total (Kg)	CO ₂ (CT * 3.666) (Kg)	% (CT respecto a BH)
<i>Ceroxylon peruvianum</i>	98.07	359.54	26.80
<i>Myrsine oligophylla</i>	22.08	80.95	24.82
<i>Escallonia pendula</i>	77.44	284.00	26.15

Fuente: Análisis de datos obtenidos en campo y laboratorios del INDES-CES, UNTRM



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Comparación de la retención de carbono en diversas especies forestales en base a materia seca

Especie forestal	Nombre común	Contenido de carbono (%)
<i>Ceroxylon peruvianum</i>	Pona	56.74
<i>Myrsine oligophylla</i>	Morocho	49.63
<i>Escallonia pendula</i>	Chiska brava	50.01
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f	Aguaje	48.04
<i>Abies vejarii</i>	Abeto	47.35
<i>Cupressus arizonica</i> Greene	Cedro blanco	49.23
<i>Juniperus deppeana</i> Steud	Cedro	50.65
<i>Picea mexicana</i> Martínez	Ciprés	46.98
<i>Pinus arizonica</i> Engelm	Pino amarillo	49.36
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.	Pino negro	46.87

Fuente: Jiménez et al. (2008) y Freitas et al.(2006).



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Ecuaciones alométricas, índice de correlación analizado

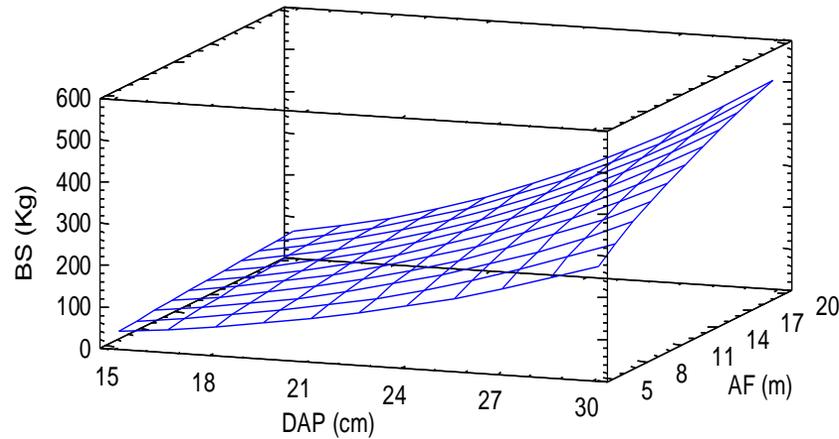
Tipo de ecuación	Ecuación alométrica	r ²
<i>Ceroxylon peruvianum</i> Ecuación potencial múltiple	$BS = 0.008 * (DAP^{2.8449}) * (AF^{0.4620})$	0.9660
<i>Escallonia pendula</i> Lineal simple (DAP)	$-136.5027149 + (13.4702421 * DAP)$	0.93541
<i>Myrsine oligophylla</i> Potencial simple (DAP)	$BS = 0.4565 * (DAP^{1.8127})$	0.9889

Fuente: Análisis de regresión con softwares estadísticos: SPSS 17.0, Microsoft Excel 2010, HidroEsta, Statgraphics Plus.



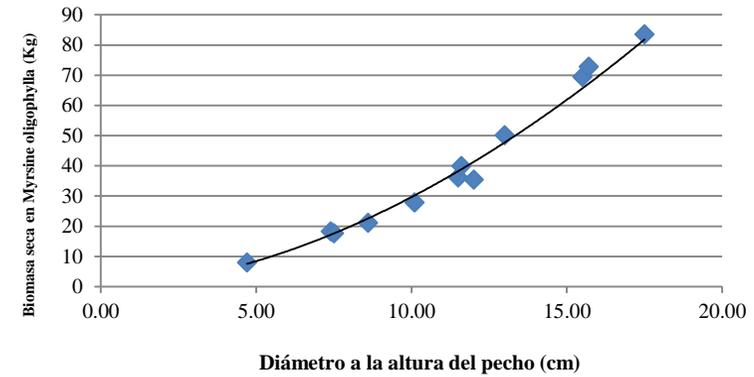
Gráfica de proyección
(Ceroxylon peruvianum)

$$BS = 0.0080 * DAP^{2.8449} * AF^{0.4620}$$



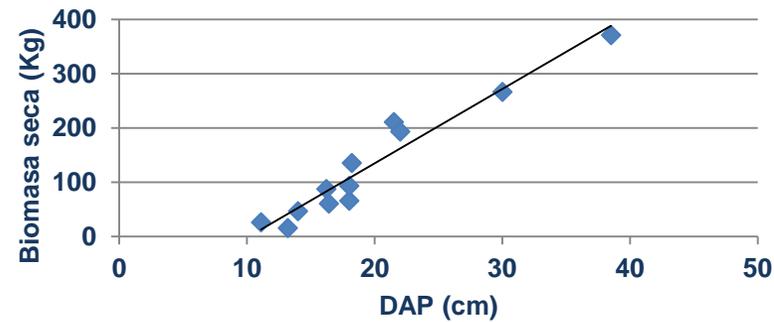
Gráfica de proyección
(Myrsine oligophylla)

$$BS = 0.4565 * (DAP^{1.8127})$$



Gráfica de proyección
(Escallonia pendula)

$$BS = -136.5027149 + (13.4702421 * DAP)$$





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

V. Trabajos de investigación en otras especies

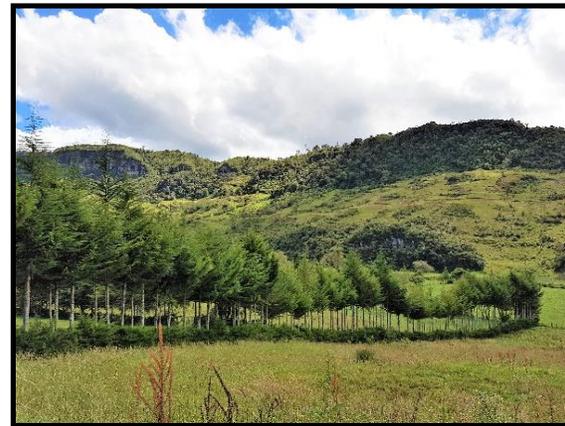
Conocer las características física - químicas y carbono de cuatro SSP, comparado con el sistema sin árboles (SSA).



Aliso (*Alnus acuminata*)



Pino (*Pinus patula*)



Ciprés (*Cupressus macrocarpa*)



Pona (*Ceroxylum quindiuense*)



PERÚ

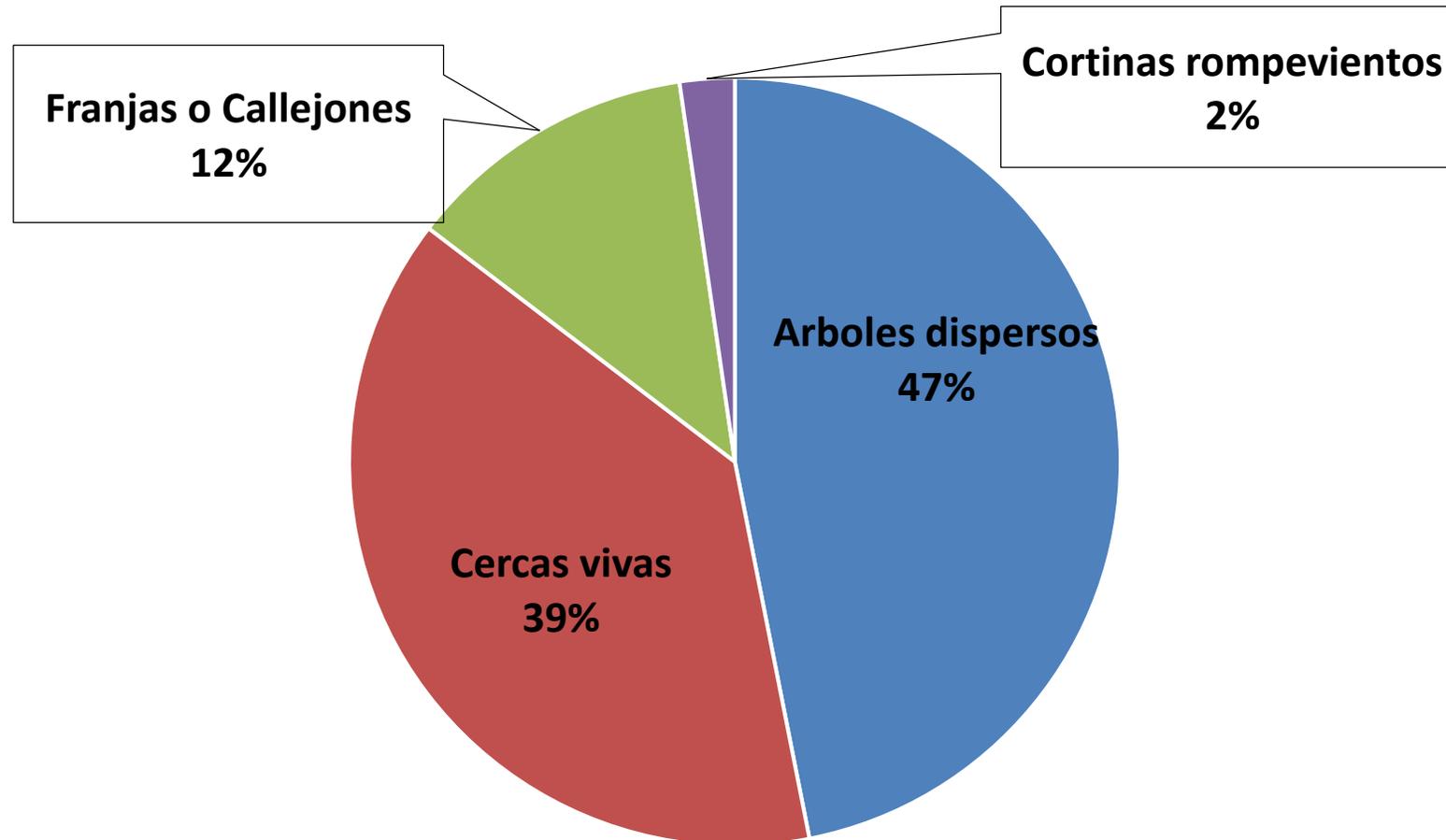
Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

VI. Resultados

Arreglo del SSP





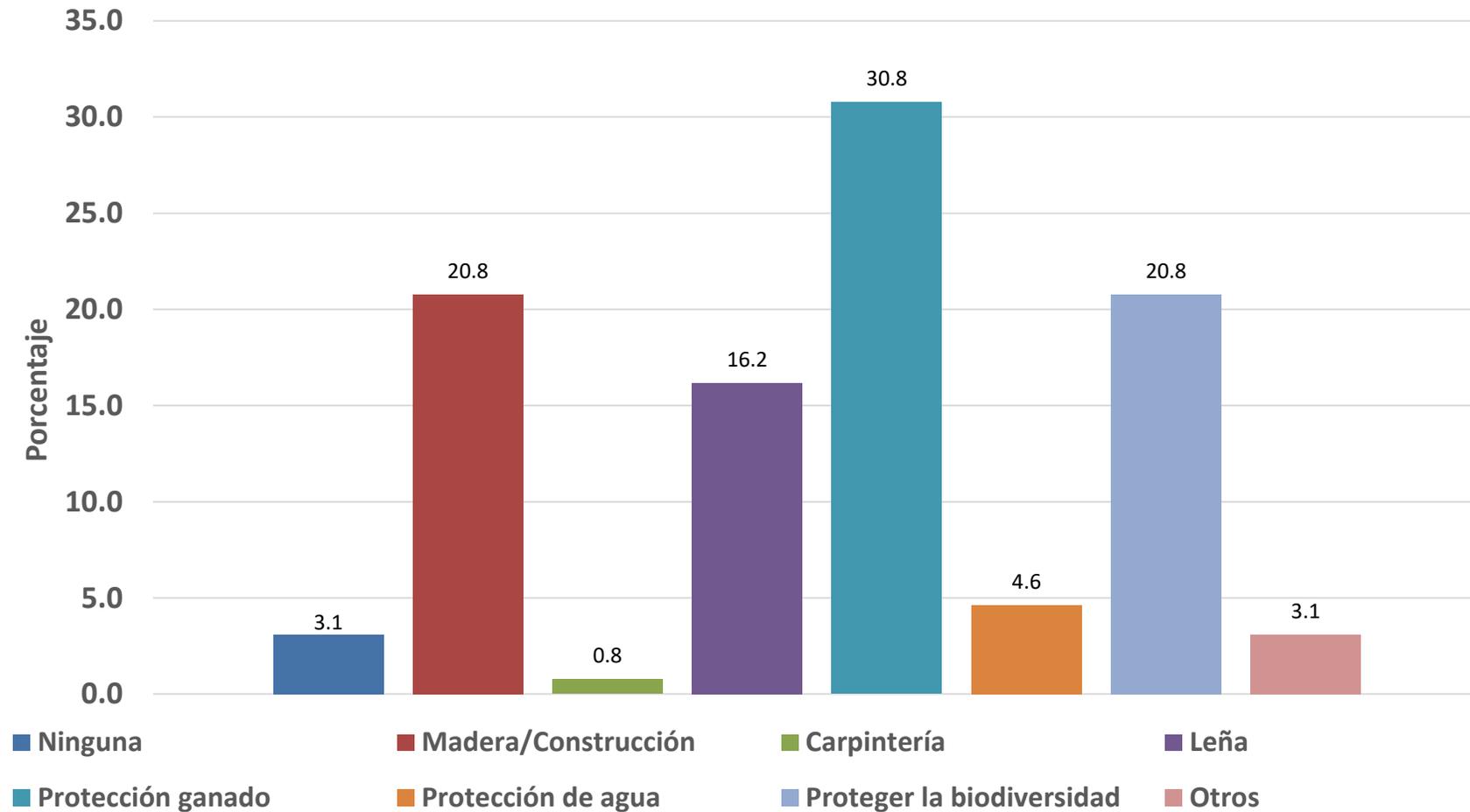
PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Motivo para la siembra de arboles





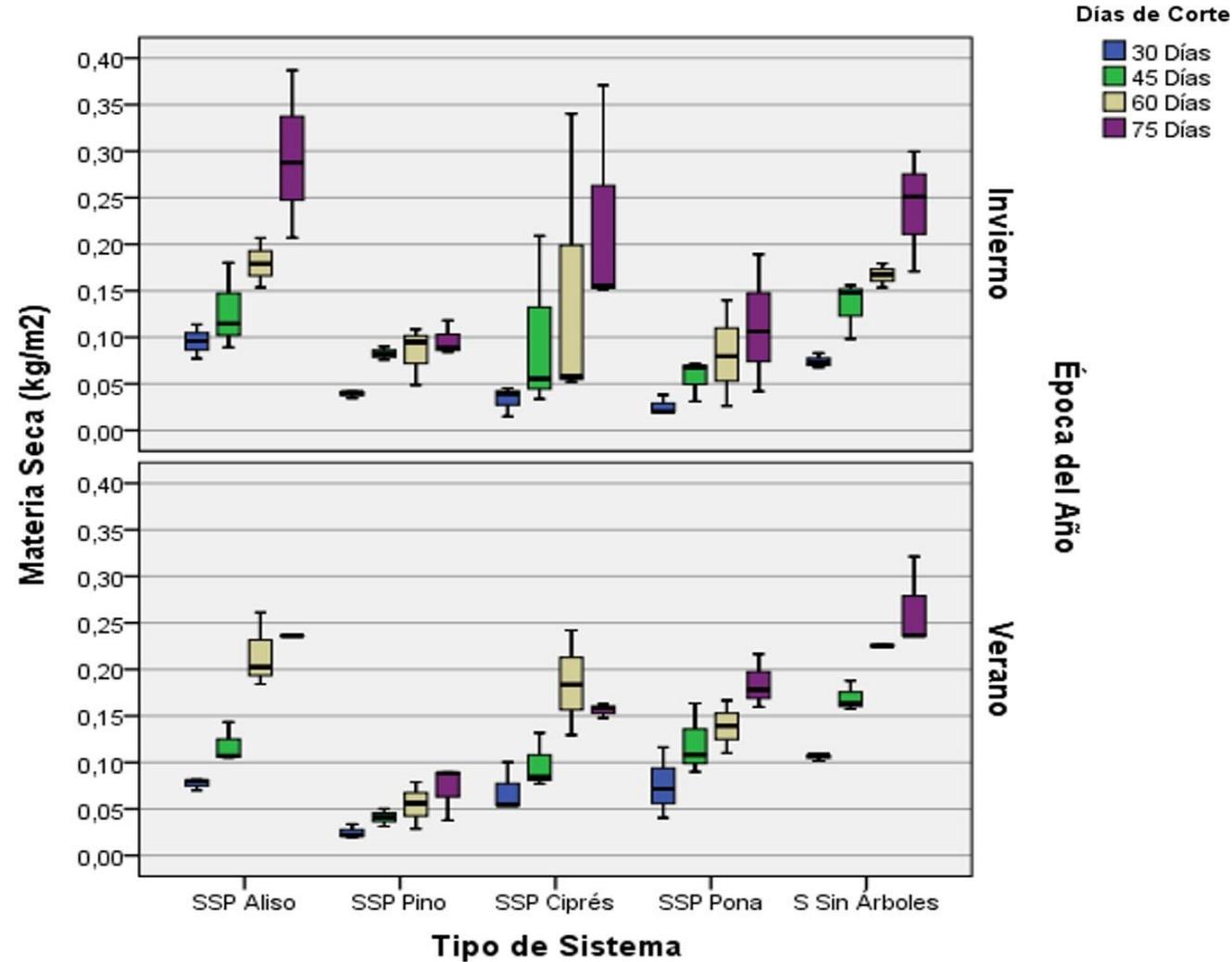
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



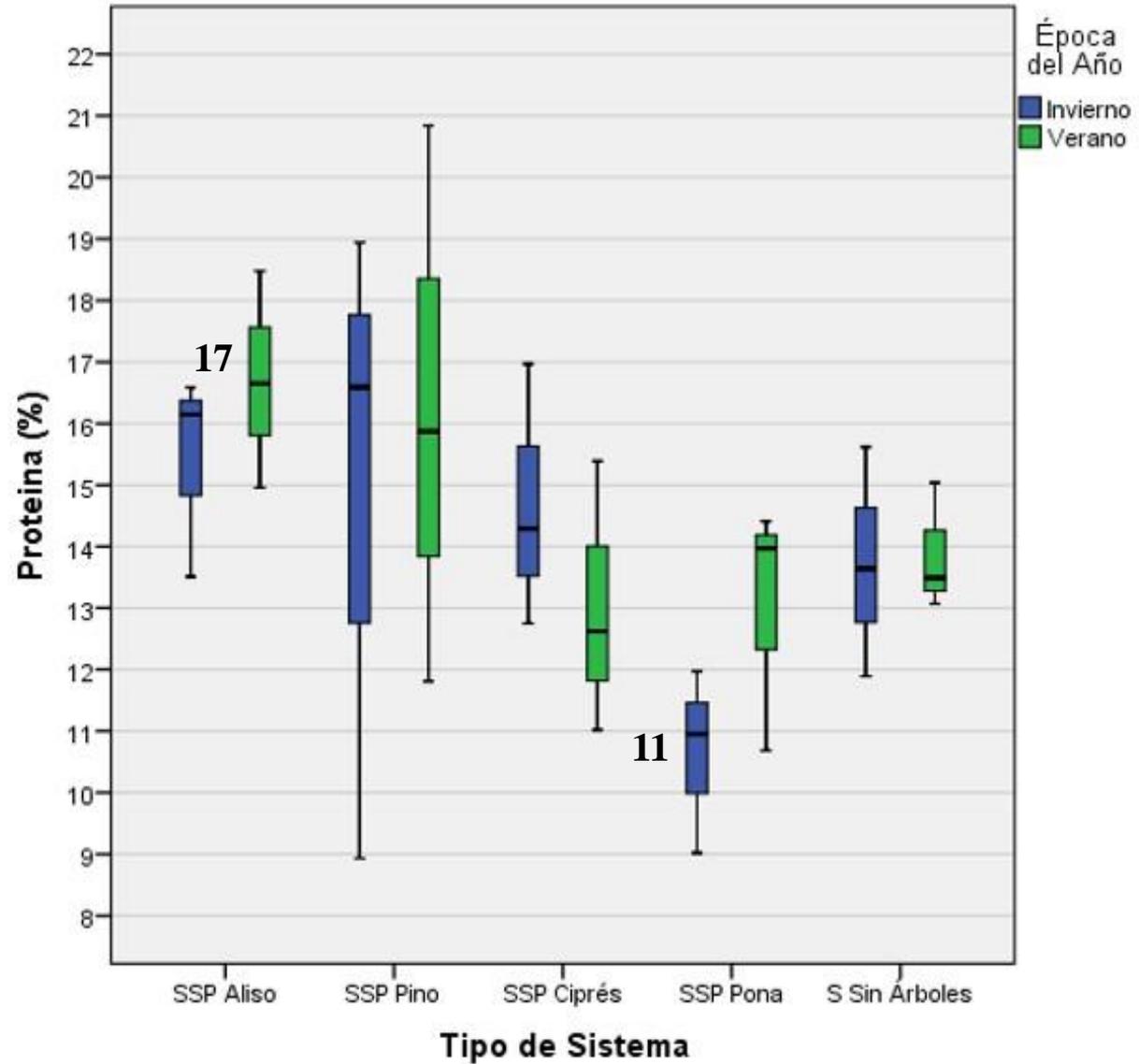
Instituto Nacional de Innovación Agraria

Rendimiento de materia seca en Pasturas - SSP





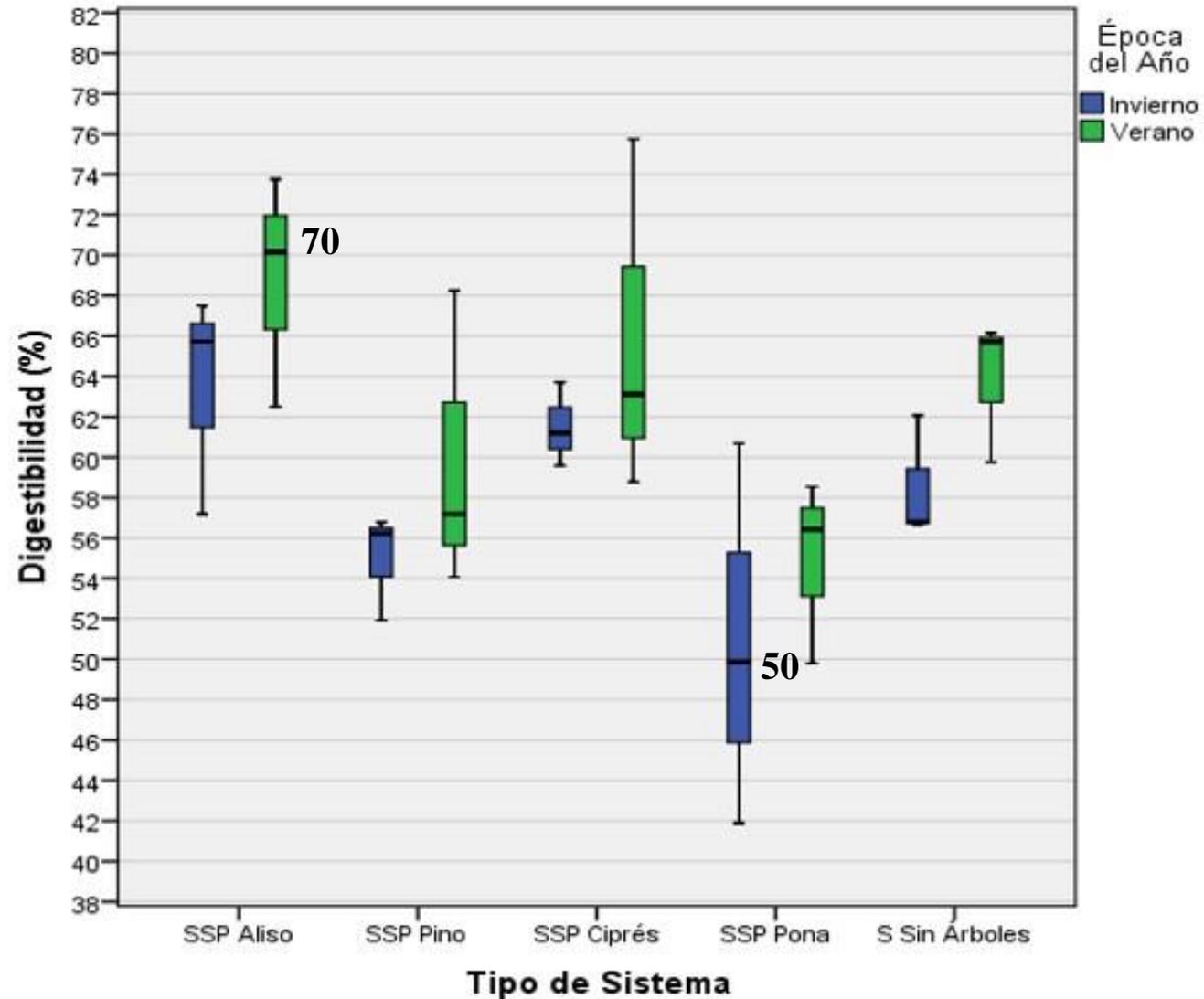
Proteína



Sin diferencia significativa y mayor variabilidad en el Aliso



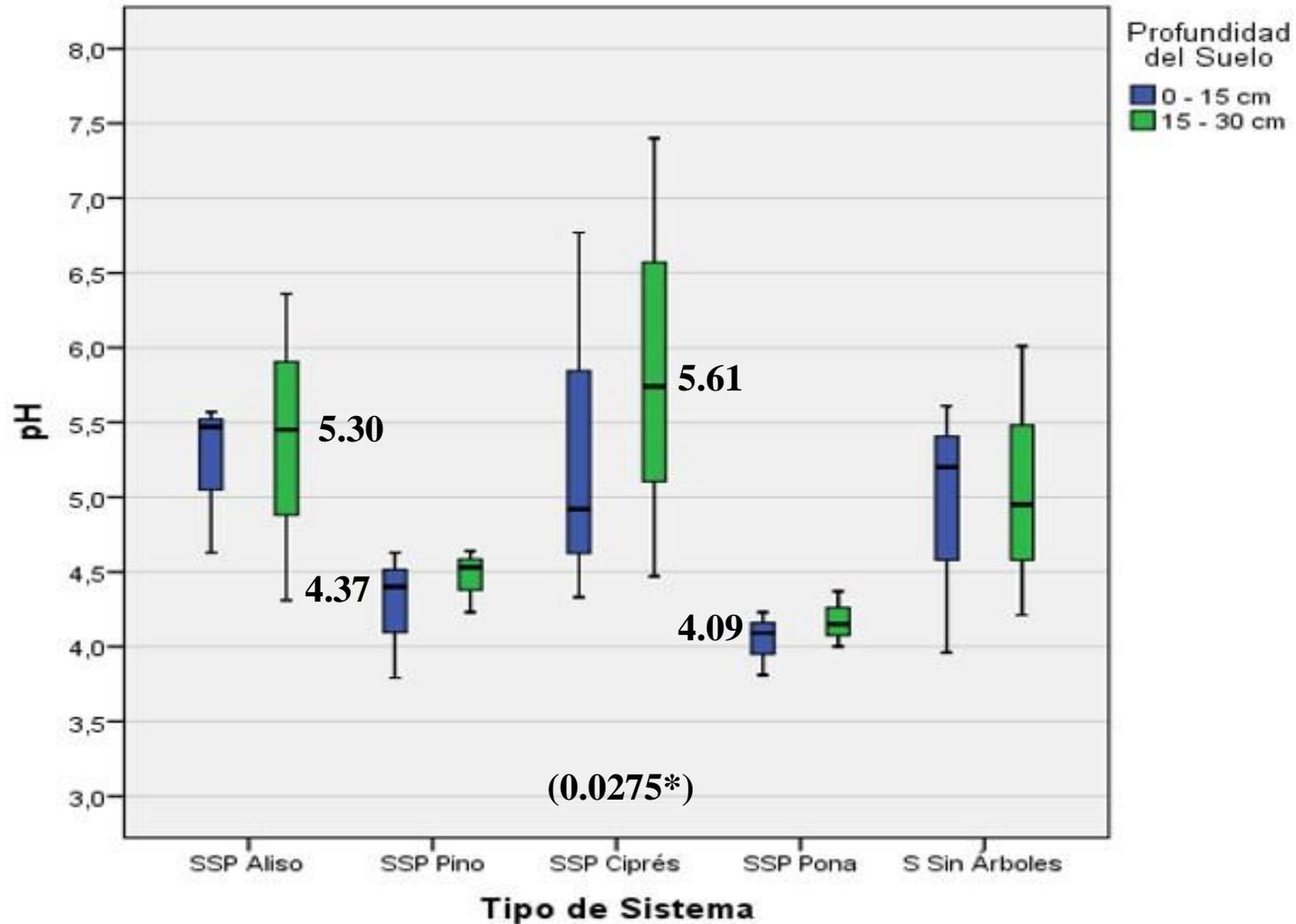
Digestibilidad



Diferencia significativa y mayor variabilidad en SSP aliso



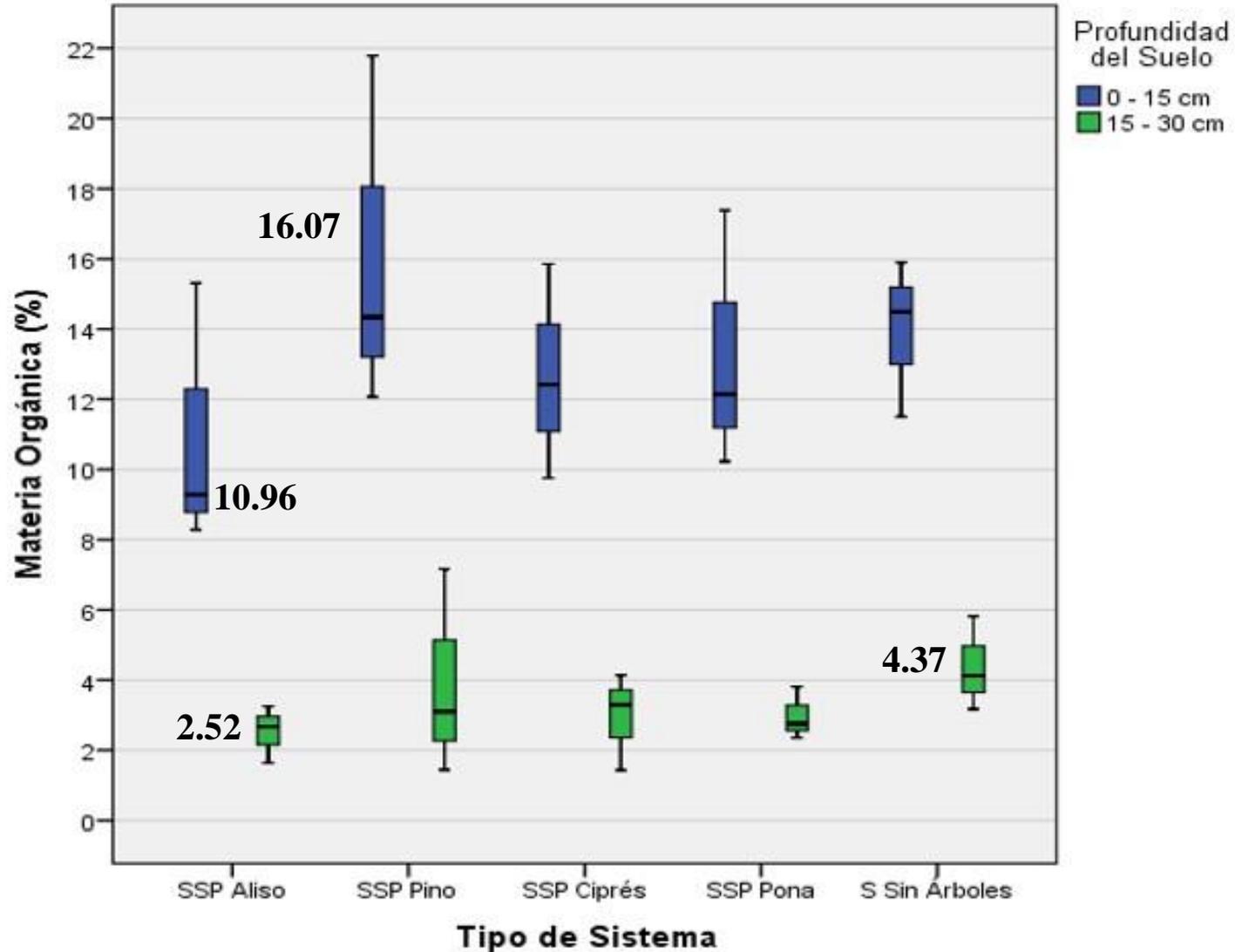
Suelo pH (1:1)



pH aumenta a mayor profundidad de 4.75 (0-15 cm) a 4.99 (0-30 cm)



Materia Orgánica (%)



MO >6.74%, siendo el mejor el pino



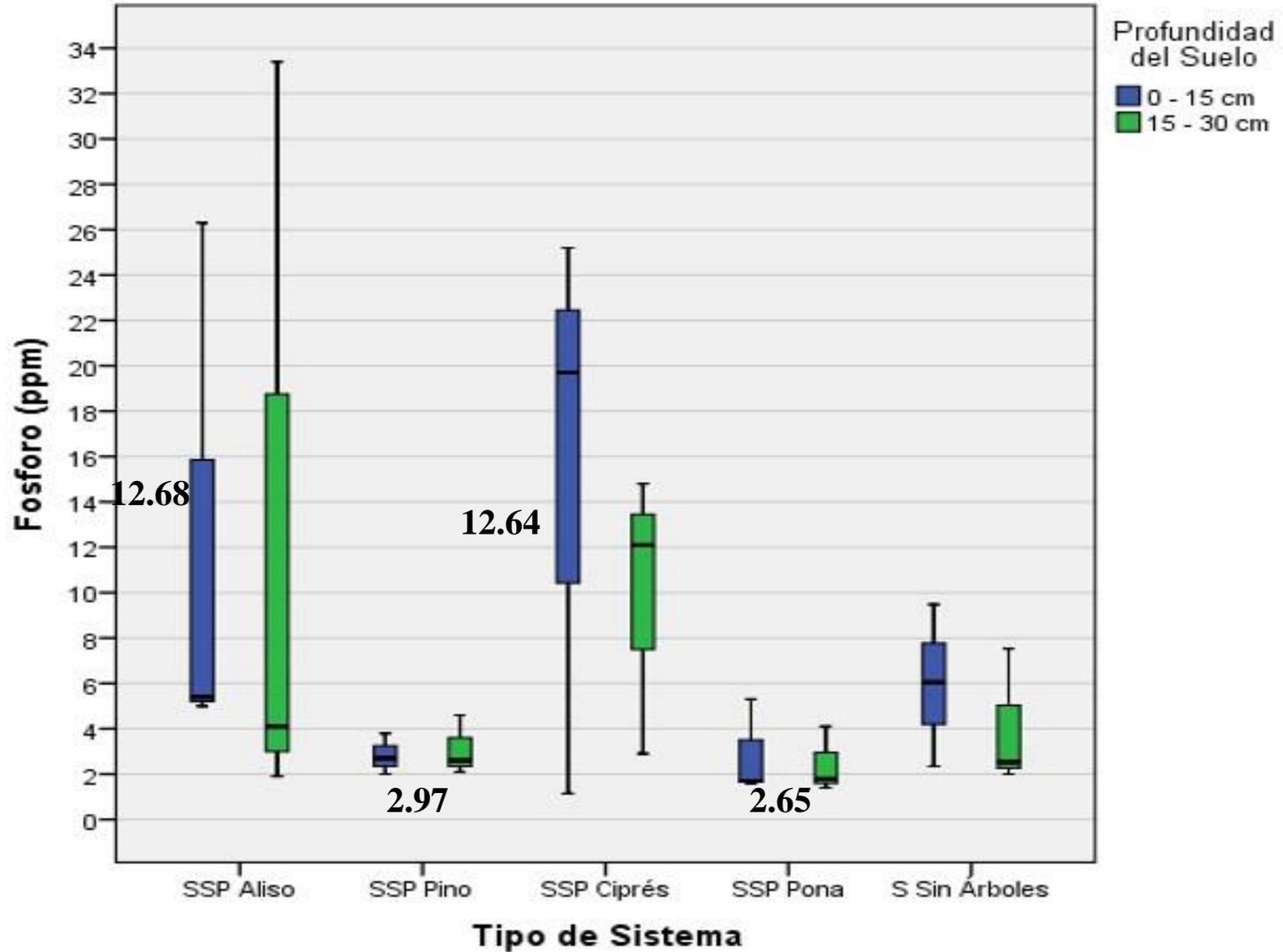
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



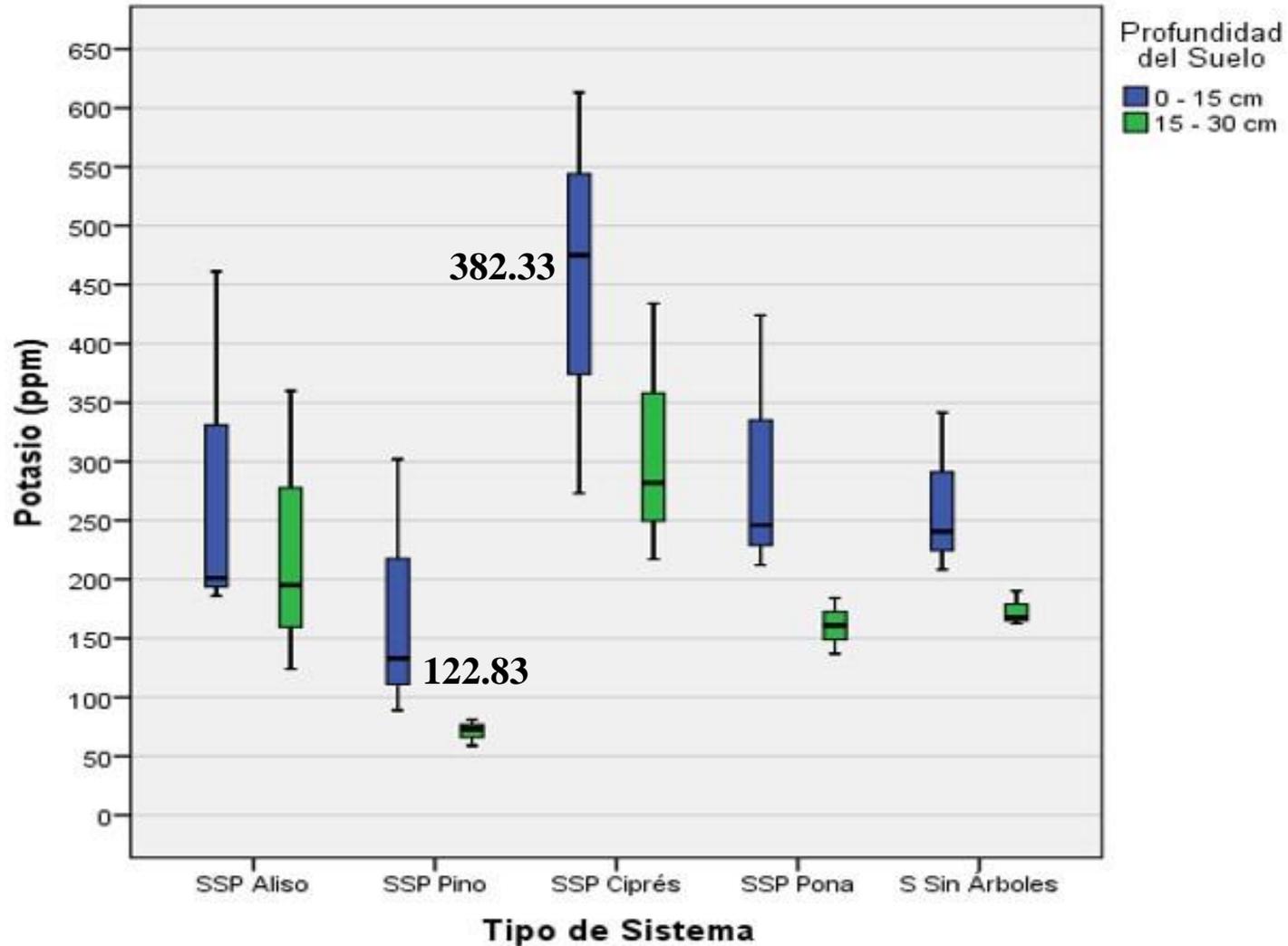
Instituto Nacional de Innovación Agraria

Fósforo (ppm)





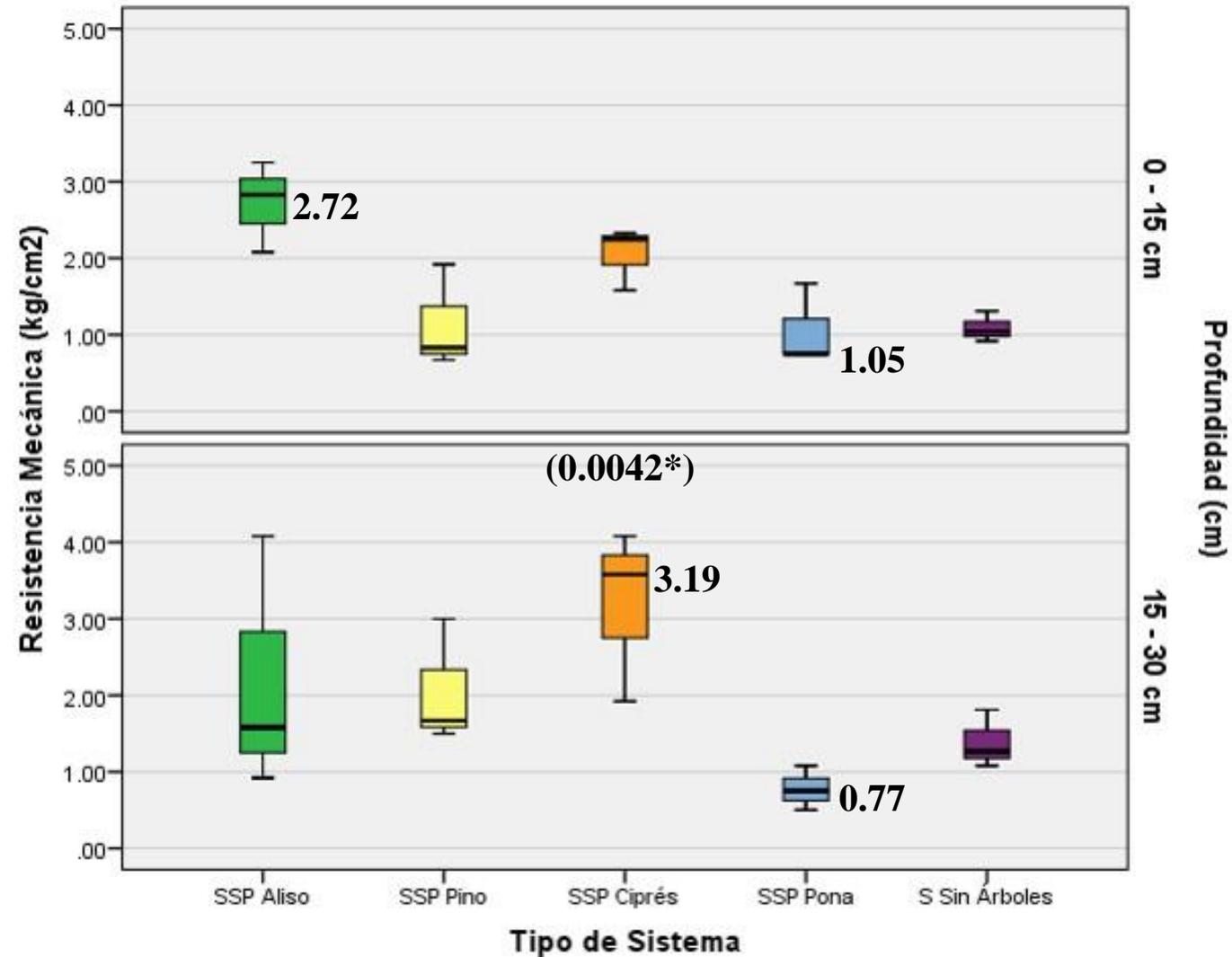
Potasio (ppm)



El K diferencia entre sistemas 0.0079** y profundidad 0.0130*



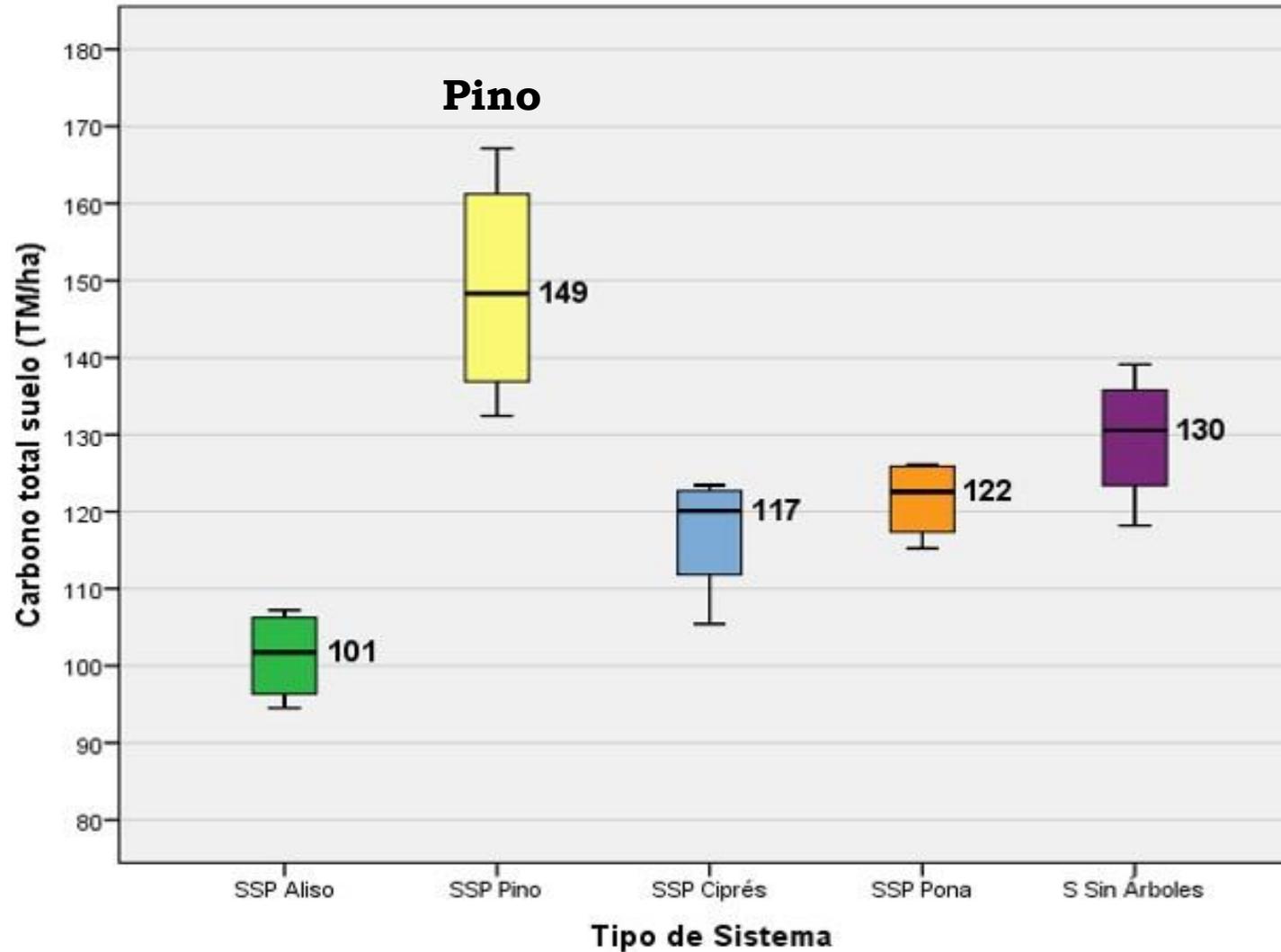
Resistencia mecánica (kg/cm²)



A mayor profundidad la resistencia se incrementa en 0.309 (kg/cm²)



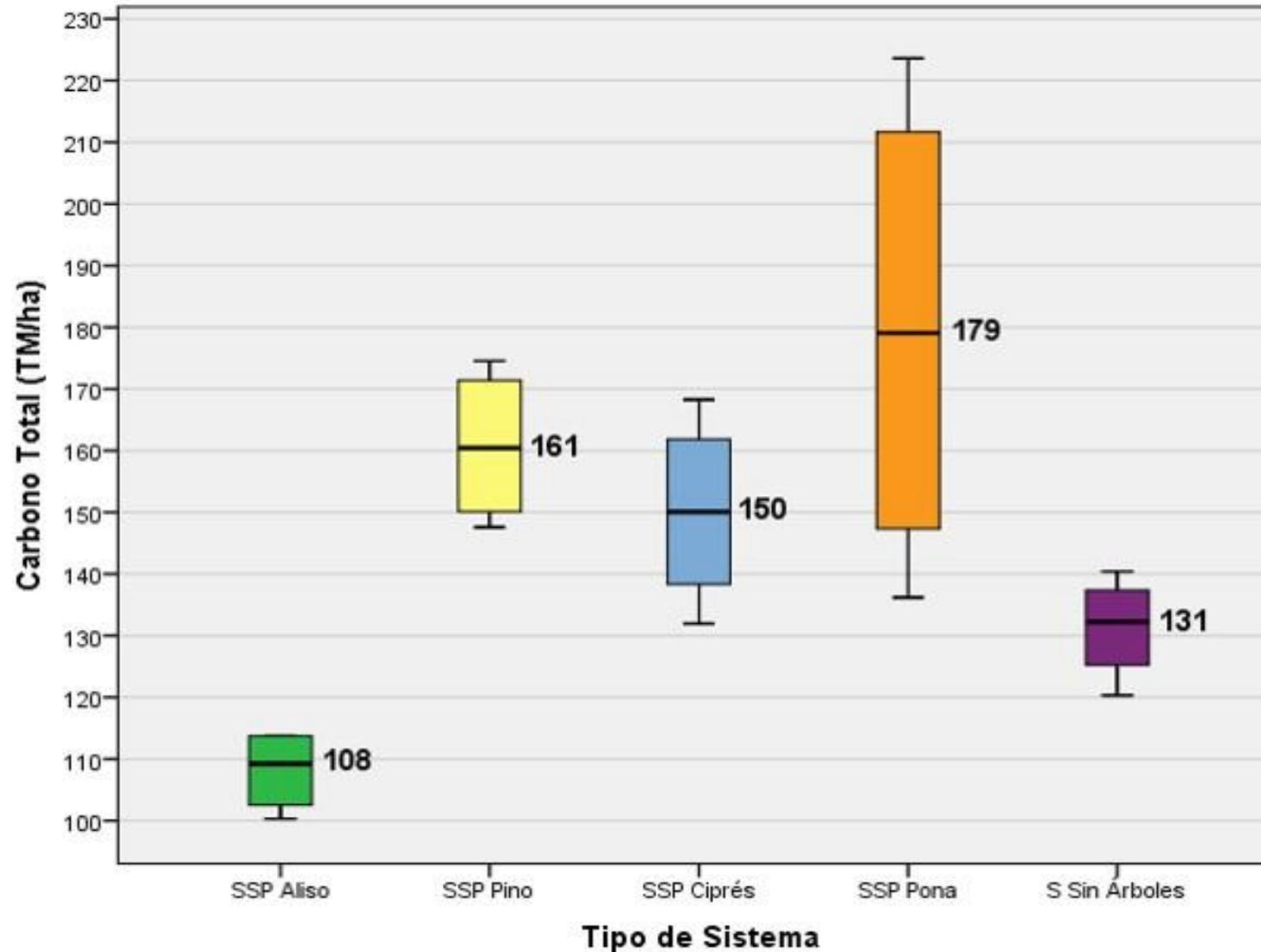
Retención de carbono en Suelo



No existe diferencias entre SSP y SSA

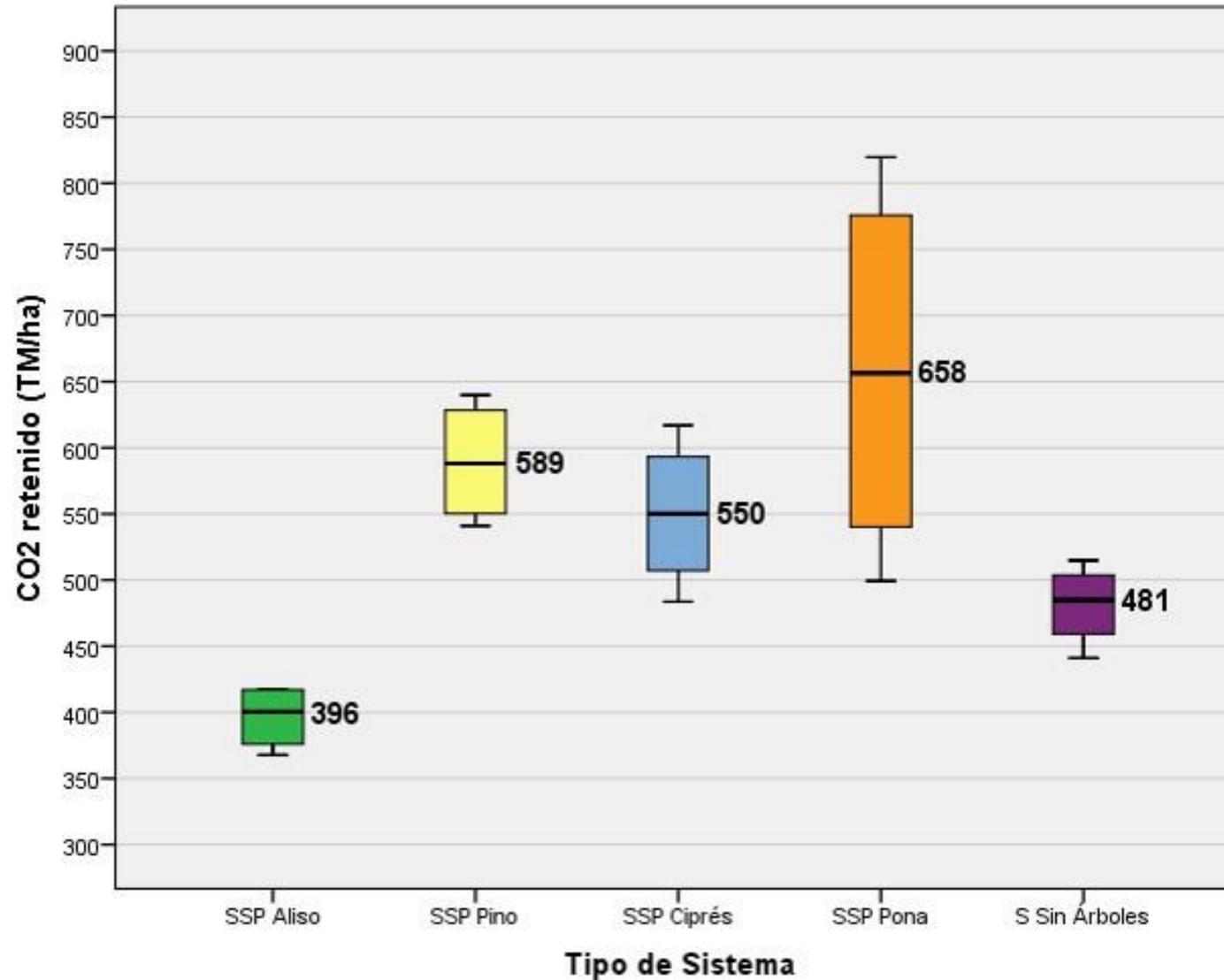


Retención de carbono Total





CO₂ Retenido





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

V. Conclusiones

- Las características químicas del suelo fueron similares en los SSP comparada con el SSA.
- Los SSP asociado al pino presentaron mayor contenido de MO 9.99 %.
- El sistema con alto contenido de fósforo 12.64 ppm y potasio 382 ppm fue el ciprés.
- La densidad, especie forestal y la caída de hojas ha generado un efecto positivo en la pona y pino, aumentando los nutrientes y carbono.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

- La resistencia mecánica fue mayor en el ciprés y aliso debido a la distribución de raíces superficiales.
- La resistencia conforme aumenta la profundidad disminuye, presentando mejor característica el aliso 2.19 kg/cm²
- El mayor contenido de carbono se encuentra en la superficie (15 cm) 91.51 Tm/ha, que representa el 74%.
- El pino presento mejor retención de carbono en suelo con 149 Tm/ha.

Gracias



Dr. (C) Hector V. Vásquez Pérez

Director General
Instituto Nacional de Innovación Agraria

Email: hvasquez@inia.gob.pe

Telf: +051-993750592