



“CONSERVACIÓN DE AGUA EN SUELOS DEGRADADOS, MEDIANTE RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL EN EL SECTOR DE SANTIAGUILLO, CANTÓN MIRA”

AUTOR:

Christian Santiago Villalba Calderón

DIRECTOR:

Ing. Mario José Añezco Romero, PhD.

IBARRA - ECUADOR

2018

El recurso suelo es crucial para el desarrollo sustentable de las sociedades y la continuidad de la vida.



Se estima que el 45% de la superficie del Ecuador sufre algún tipo de erosión



La restauración busca restablecer ecosistemas, para recuperen su estructura y funcionalidad



Reforestación limitada debido a las bajas precipitaciones en la zona de estudio



Proyecto Prometeo "Recuperación de suelos degradados de la cuenca media del Rio Mira"



Mejorar la cobertura vegetal de los suelos desnudos, expuestos a la erosión hídrica y eólica



Se utilizaron técnicas de recuperación de suelo y conservación de agua



Mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo

Evaluar el efecto de las técnicas de restauración Hidrológico-Forestal, empleadas para la conservación de agua en suelos degradados del sector Santiaguillo, Cantón Mira

Evaluar el efecto de las técnicas conservacionistas sobre el contenido de humedad del suelo.

Determinar los parámetros químicos y físicos en el suelo bajo la influencia de las especies Tara (*Caesalpinia spinosa*), Acacia negra (*Acacia melanoxylon*) y Aguacate (*Persea americana*).

Determinar los costos de implementación de las estructuras conservacionistas en el sistema agroforestal y compararlas con el tratamiento testigo.

H₀

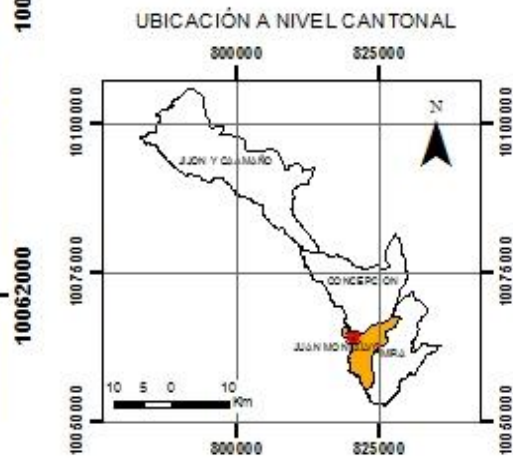
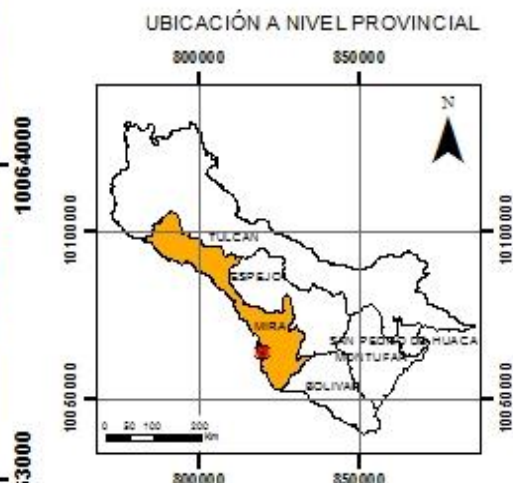
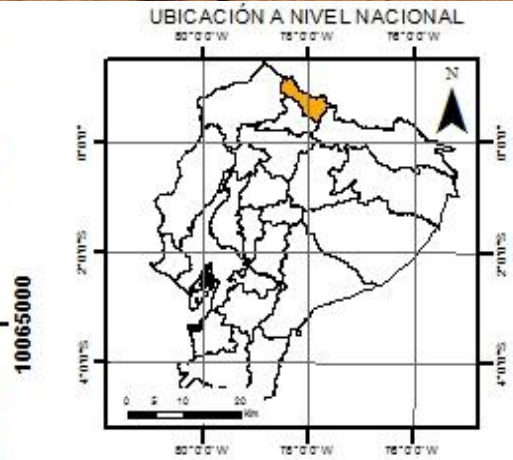
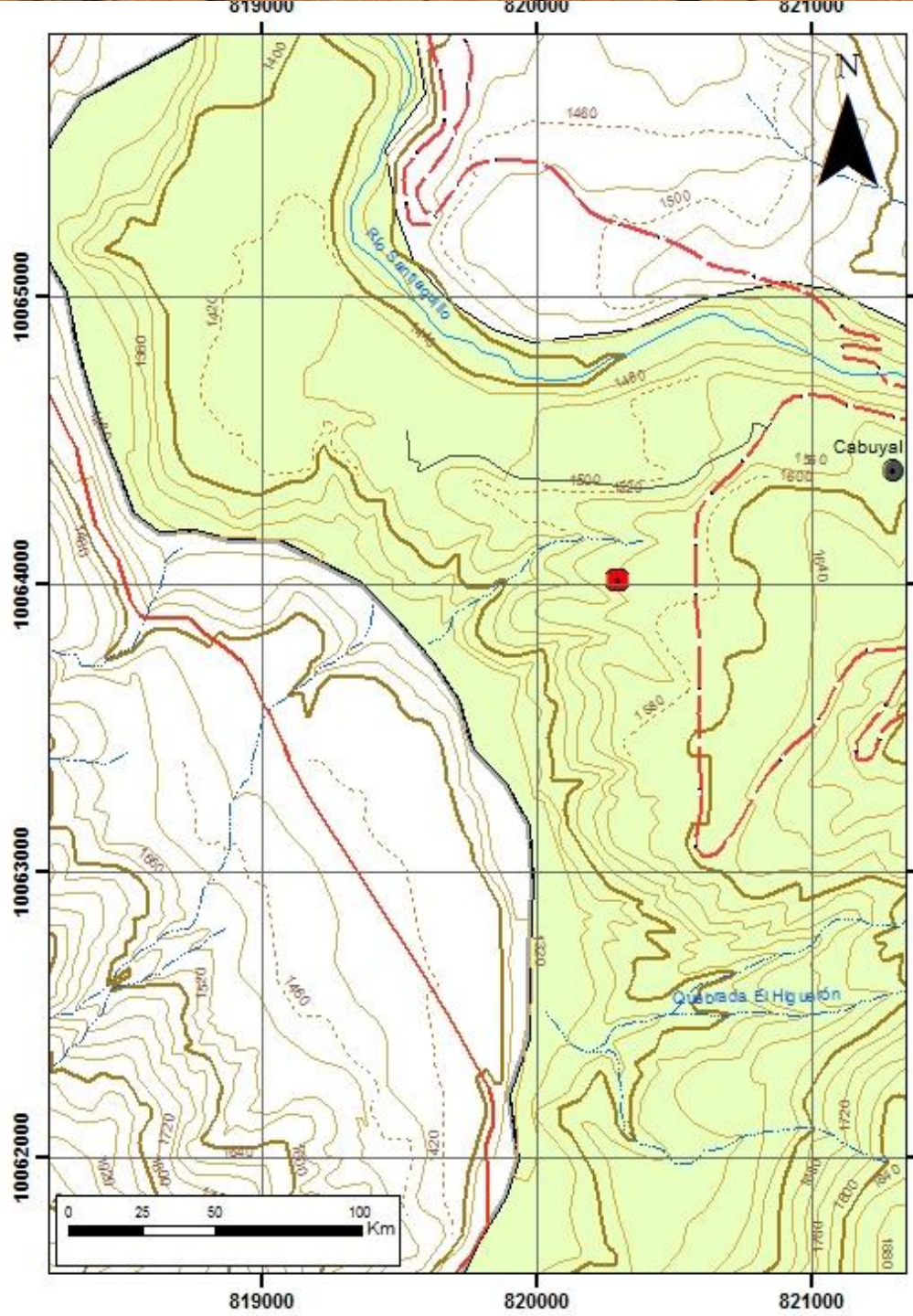
- Las técnicas de restauración hidrológica-forestal no presentan diferencia en las variables evaluadas.

H_a

- Por lo menos una de las técnicas presenta diferencia en las variables evaluadas.

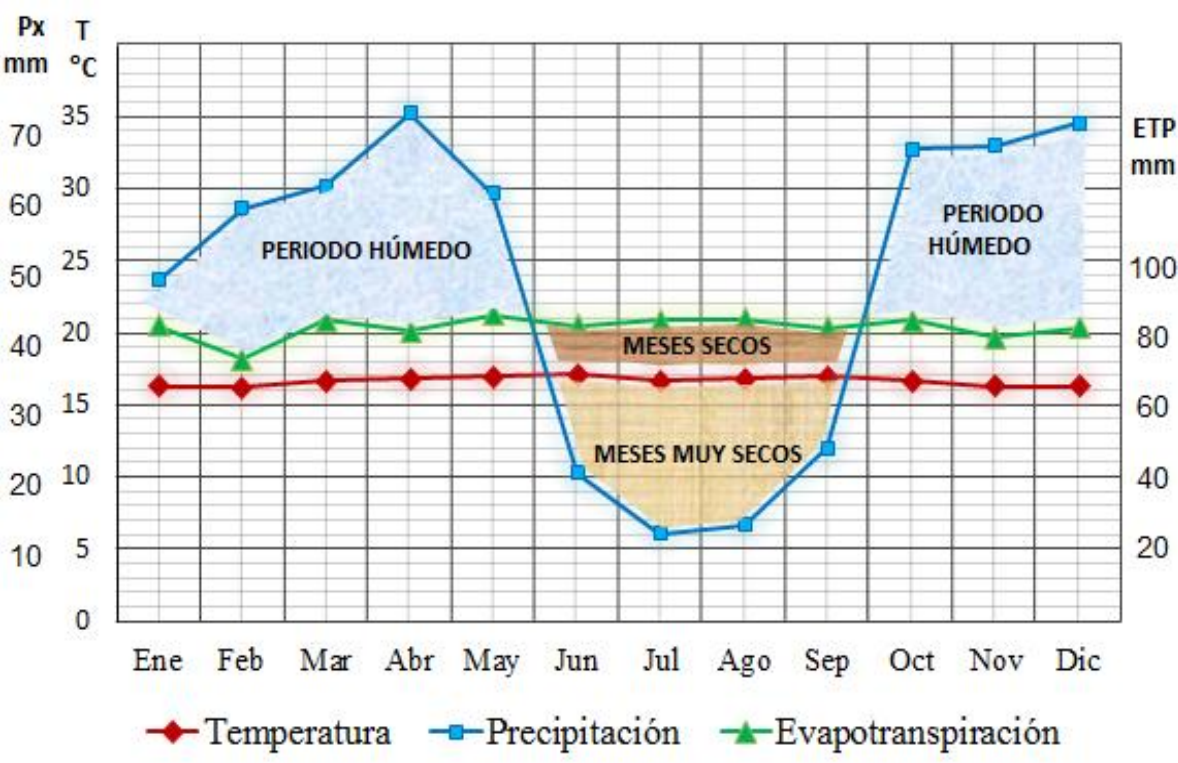
COORDENADAS
X: 820323 m
Y: 10064016 m

ALTITUD
1574 m.s.n.m



MATERIALES Y METODOS

UBICACIÓN



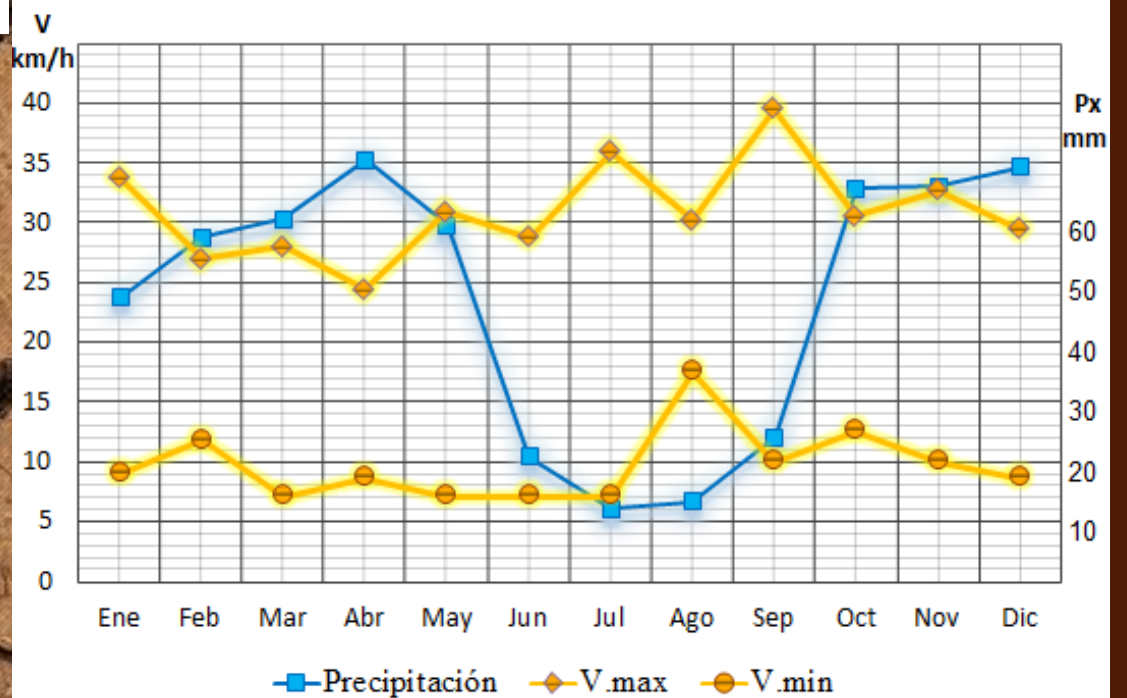
Temperatura

- Media anual: 16,7 °C (14,5 °C mínima; 18,8 °C máxima)

Velocidad del viento

- Media: 20,16 km/h (7,2 km/s mínima; 39,6 km/h máxima)

Humedad relativa: 78%
Nubosidad: 2/7 octas
Precipitación media anual: 566,9 mm



EQUIPOS

- Navegador GPS
- Cámara fotográfica

INSUMOS

- Hidrogel
- Plantas:
 - *Acacia melanoxylon*
 - *Caesalpinia spinosa*
 - *Persea americana*

MATERIALES

- Formulario para toma de datos
- Barras
- Barreno
- Cinta o regla graduada al centímetro completo
- Calibrador
- Estacas
- Letreros
- Martillos
- Nivel en “A”
- Soga
- Flexómetro

MATERIALES Y METODOS

METODOLOGÍA

Reconocimiento
de sitio

Proceso de
plantación

Señalización y
delimitación

Práctica
agroforestal

Hoyado

Manejo

Preparación del
terreno

Establecimiento
de las
estructuras de
conservación

Riego

Factor A: Técnicas de conservación

A1: Curvas a nivel con camellón

A2: Curvas a nivel con franjas vivas

A3: Curvas a nivel

Factor B: especie

B1:
Caesalpinia spinosa

B2: *Persea americana*

B3: *Acacia melanoxylon*

Trat.	Factores		Descripción		Código
T1	A1	B1	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	C+A
T2	A1	B2	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	C+P
T3	A1	B3	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia espinosa</i>	C+C
T4	A2	B1	Franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	F+A
T5	A2	B2	Franjas vivas	<i>Persea americana</i>	F+P
T6	A2	B3	Franjas vivas	<i>Caesalpinia espinosa</i>	F+C
T7	A3	B1	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	T+A
T8	A3	B2	Testigo	<i>Persea americana</i>	T+P
T9	A3	B3	Testigo	<i>Caesalpinia espinosa</i>	T+C

FACTORES DE ESTUDIO

MATERIALES Y METODOS

Variable	Cantidad	Unidad
Especies forestales por unidad experimental	5	Plantas
Unidad experimental por tratamientos	3	Repeticiones
Tratamientos	9	Tratamientos
Especies forestales por tratamiento	15	Plantas
Especies forestales en el ensayo	135	Plantas
Distancias de plantación	1 x 15	metros
Superficie por unidad experimental	50	m ²
Superficie por tratamiento	150	m ²

Contenido de
agua en el
suelo

Física del
suelo

Características
físicas y
químicas
(Calicata)

Fertilidad del
suelo

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Técnicas de conservación	$T_c - 1$	$3 - 1 = 2$
Error tipo "a"	$T_c \times (n-1)$	$3 \times (3-1) = 6$
Especies	$S_p - 1$	$3 - 1 = 2$
Técnicas de conservación x especies	$(T_c-1)(S_p-1)$	$(3 - 1)(3-1) = 4$
Error tipo "b"	$T_c \times (S_p-1) \times (n-1)$	$3 \times (3-1)(3-1) = 12$
Total	$(n \times T_c \times S_p) - 1$	$(3 \times 3 \times 3) - 1 = 26$

PRUEBA DE RANGO MULTIPLE

Prueba de Tukey

95% de probabilidad estadística

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

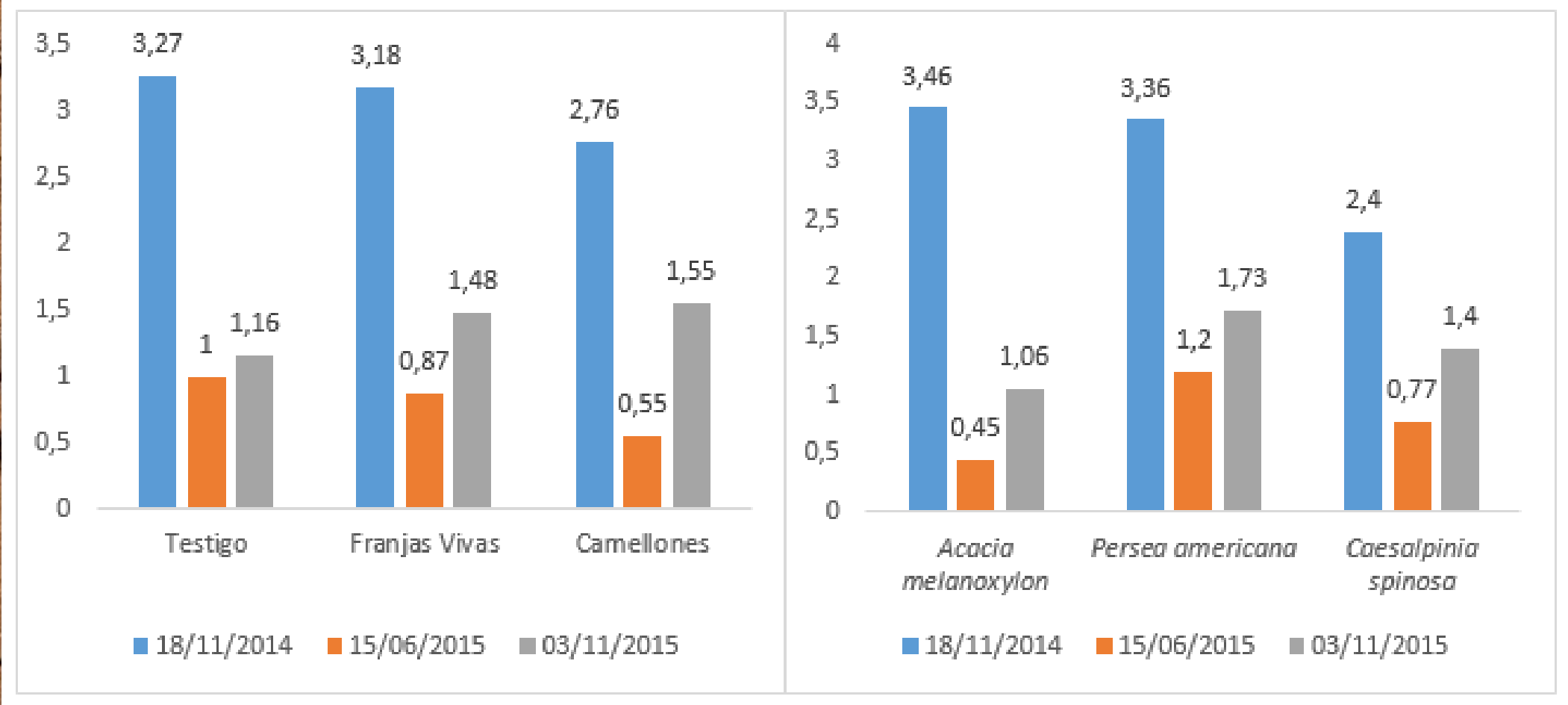
10 análisis

pH	-	K(cmol/kg)
pH	-	MO (%)
pH	-	N (%)
pH	-	P(ppm)
MO (%)	-	K(cmol/kg)
MO (%)	-	N (%)
MO (%)	-	P(ppm)
N (%)	-	K(cmol/kg)
N (%)	-	P(ppm)
P(ppm)	-	K(cmol/kg)

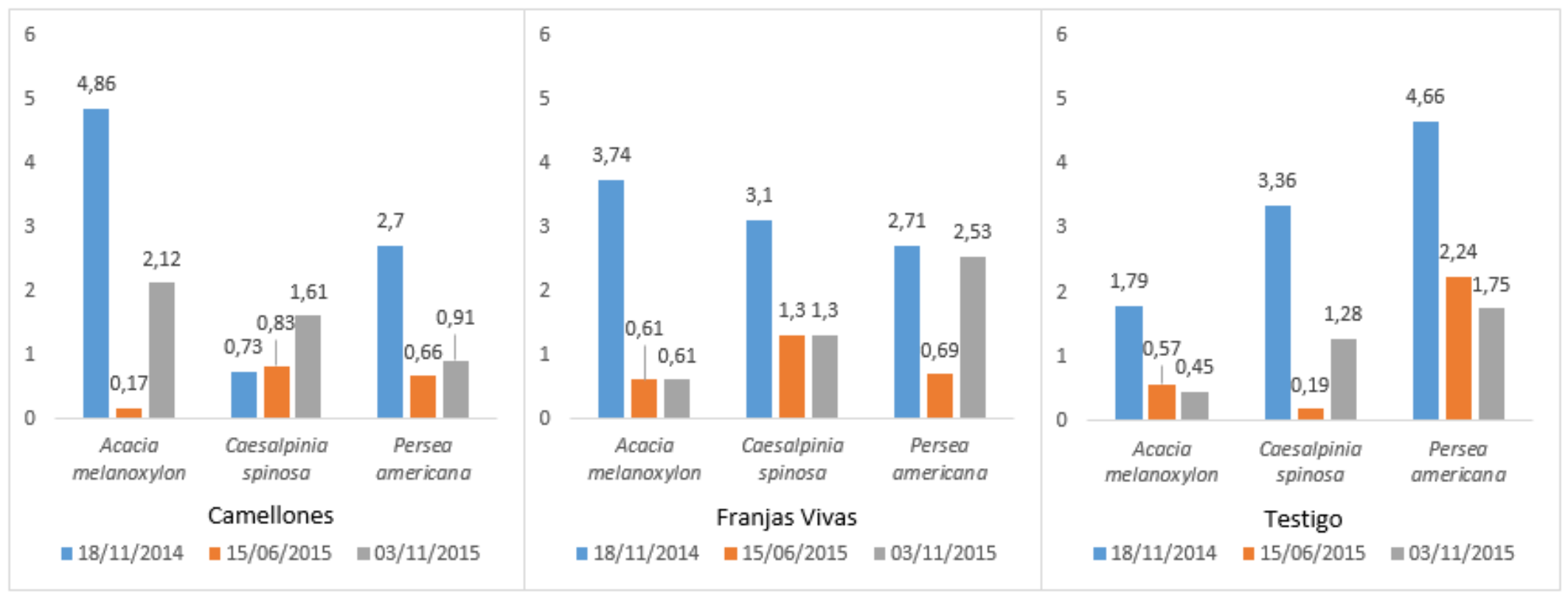
Análisis de
costos

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

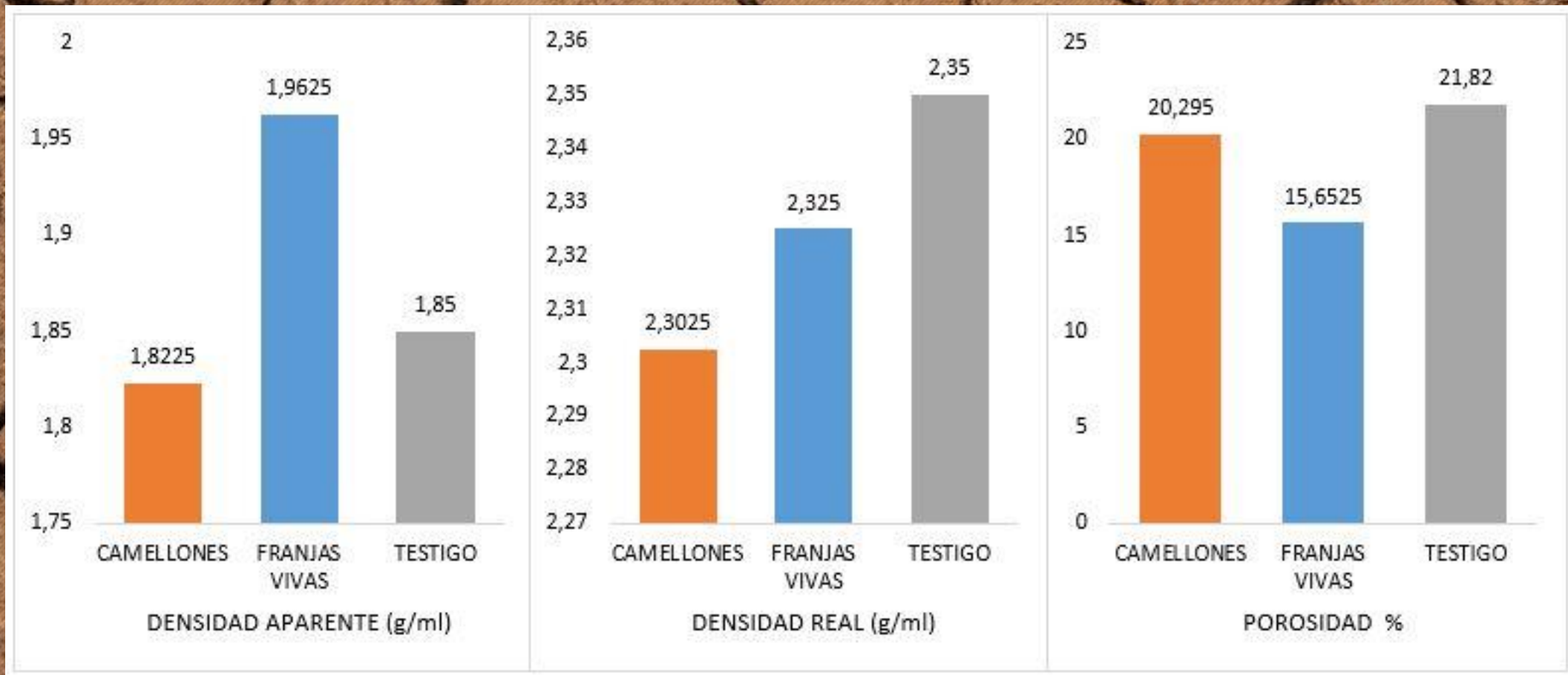
MATERIALES Y METODOS



Resultados de porcentaje de contenido de humedad por especie y tratamiento



Resultados de porcentaje de contenido de humedad de correlaciones entre especie y tratamiento

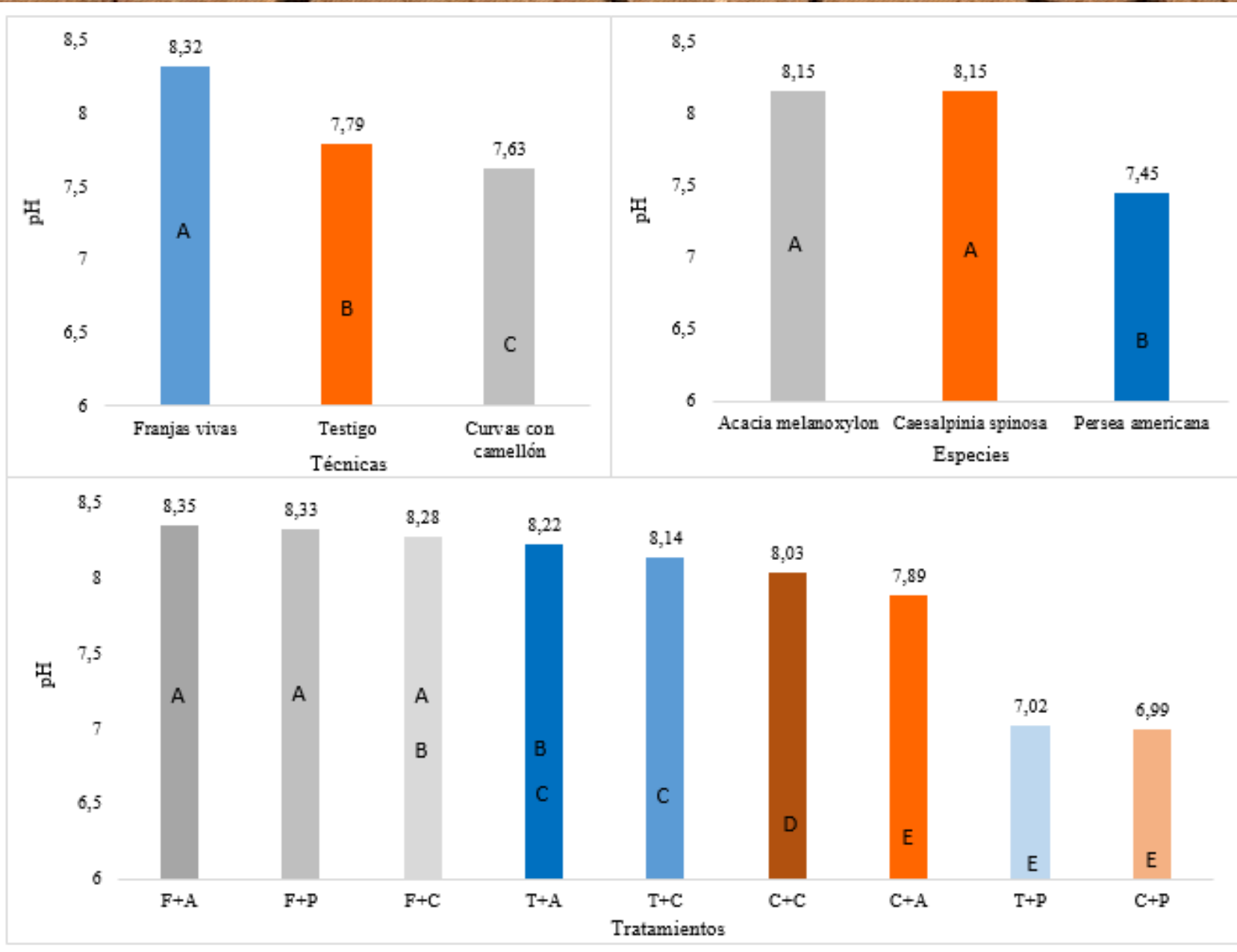


Resultados de porcentaje de contenido de humedad de correlaciones entre especie y tratamiento

Potencial hidrógeno

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

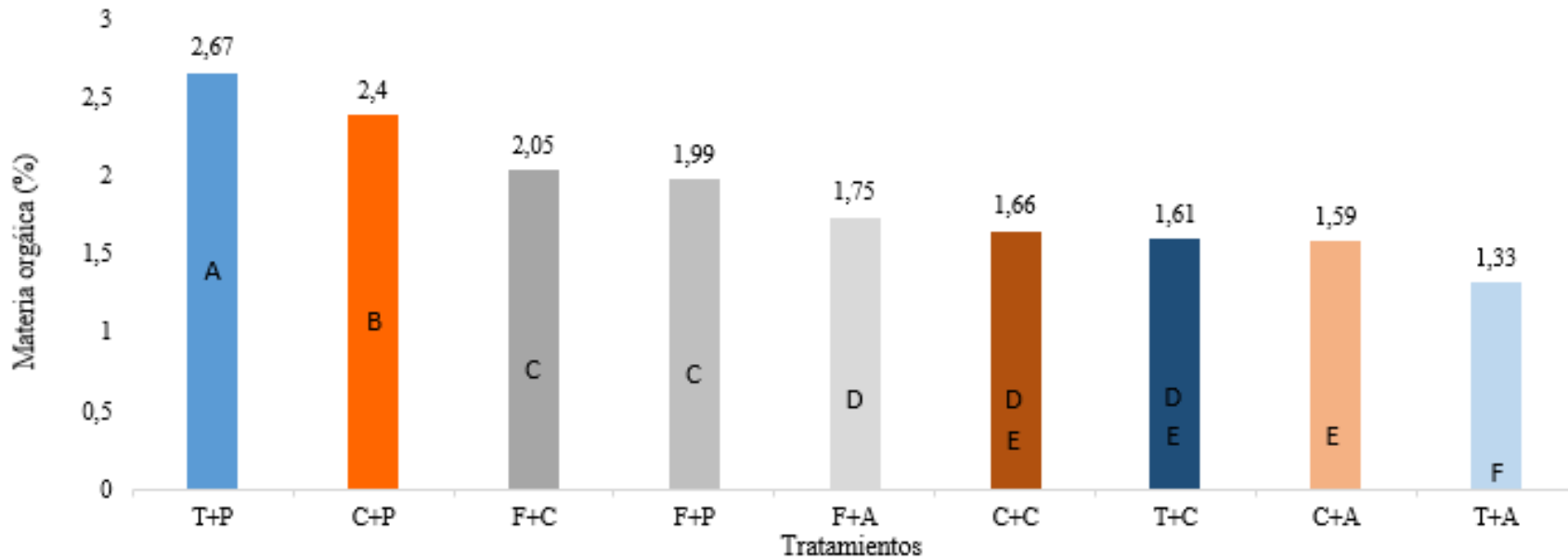
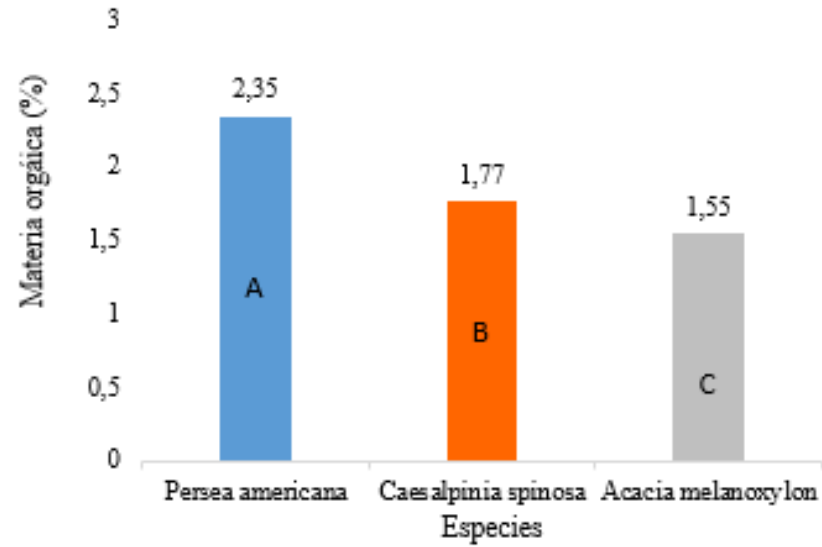
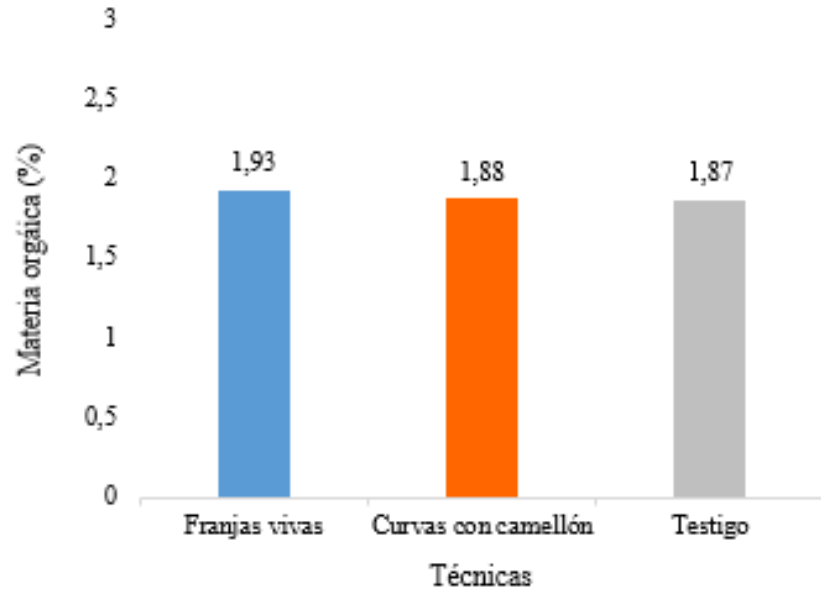
PARÁMETROS QUÍMICOS



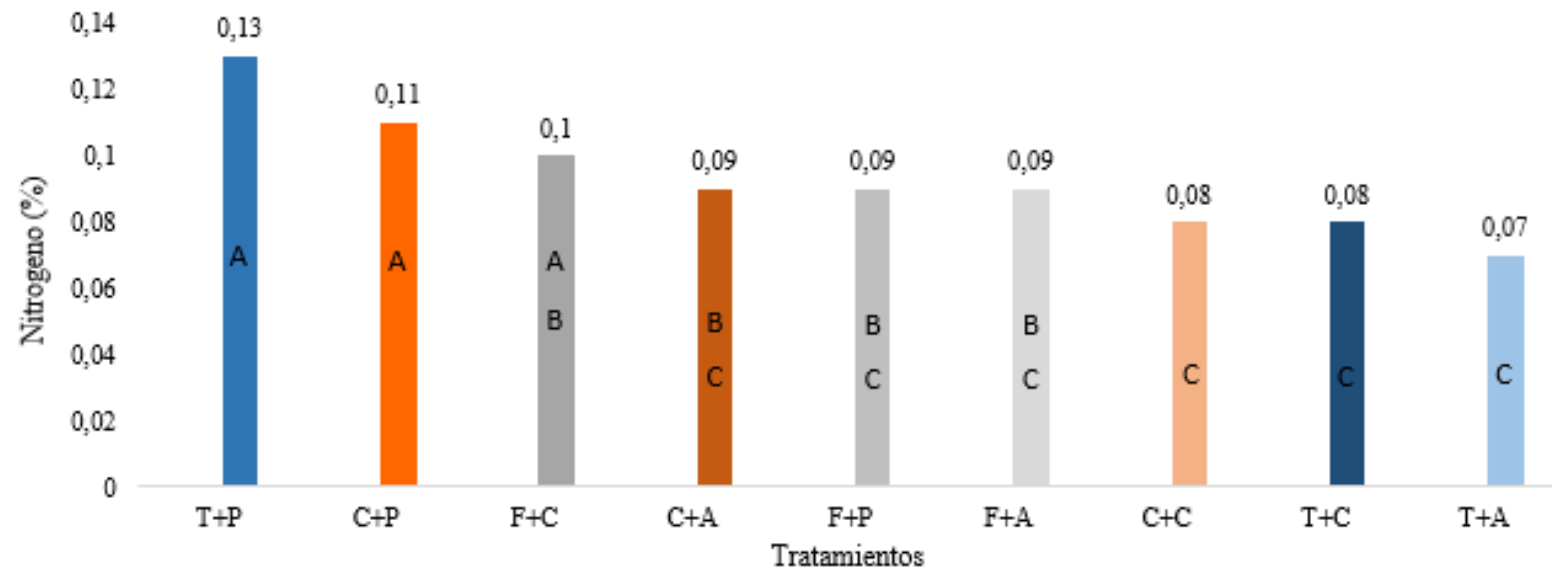
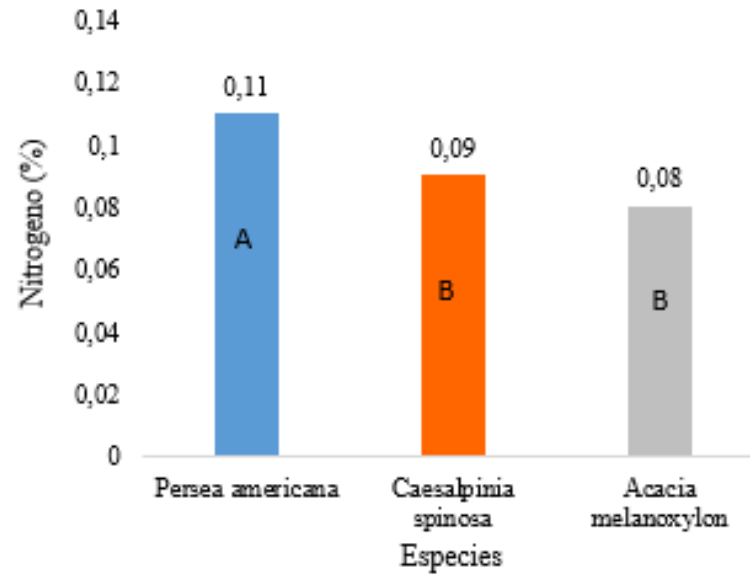
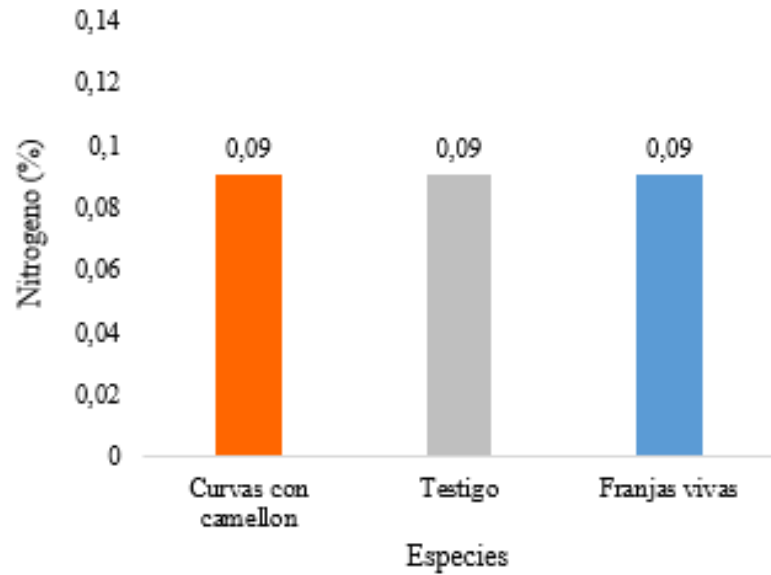
Materia orgánica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

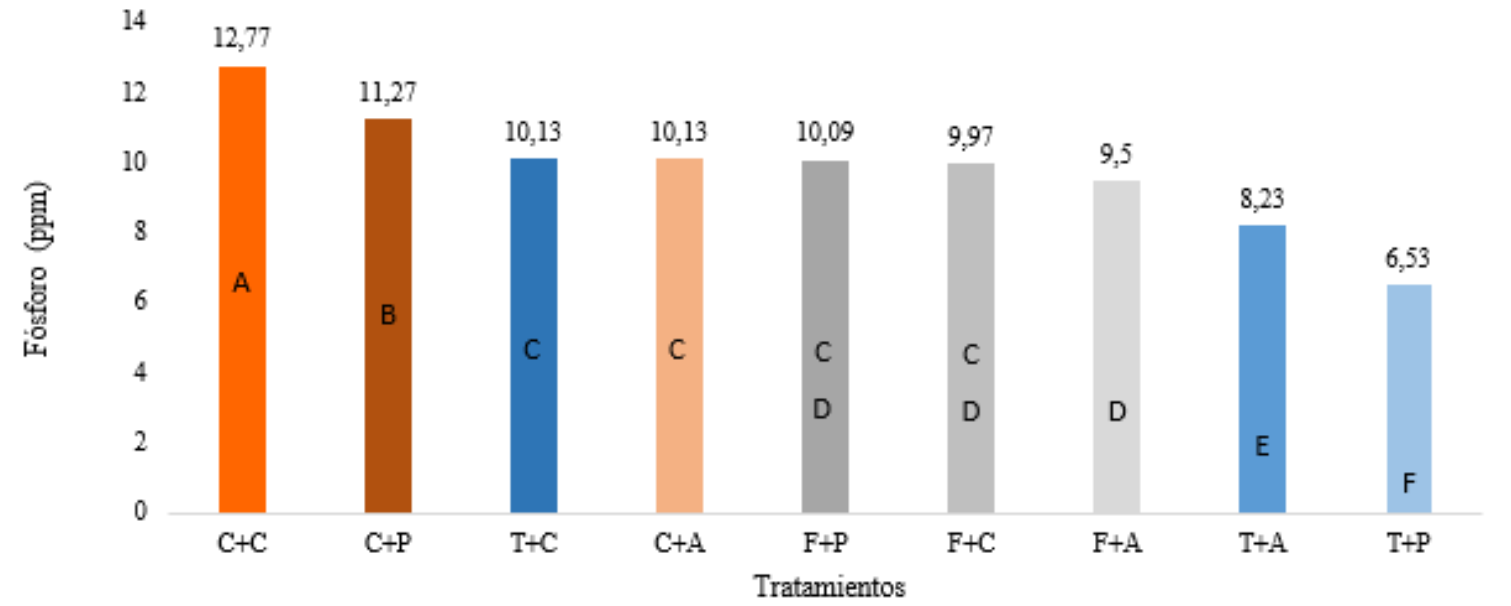
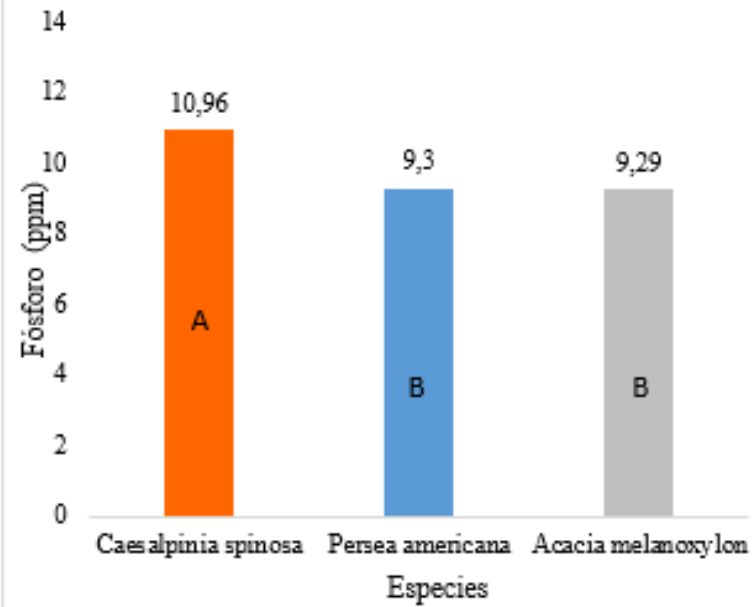
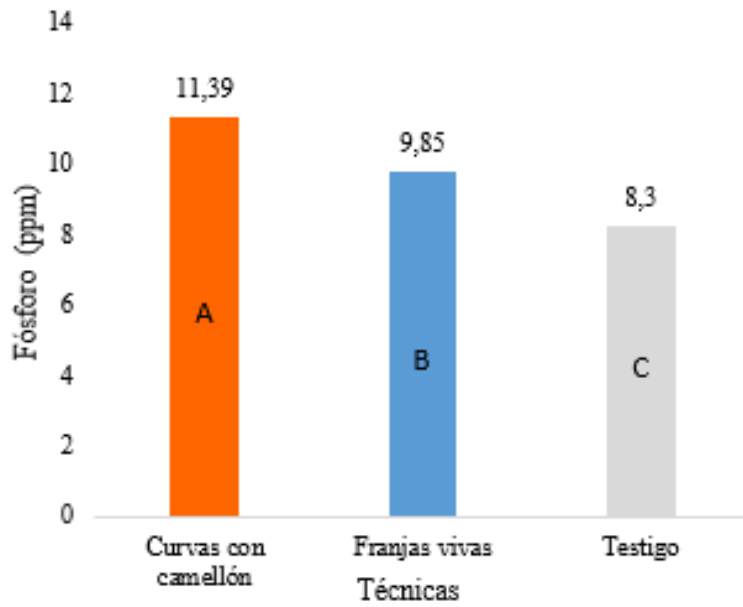
PARÁMETROS QUÍMICOS



Nitrógeno



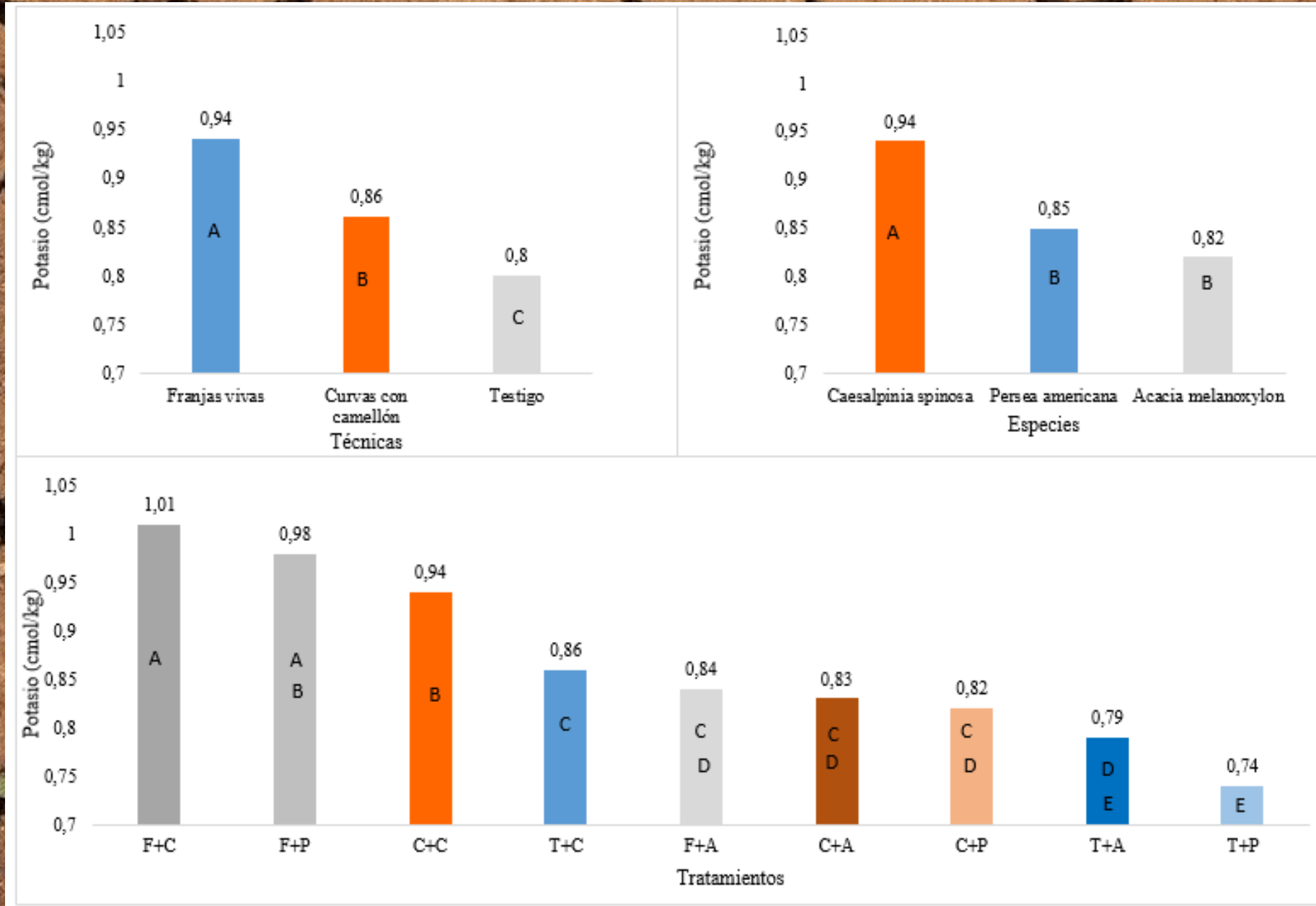
Fósforo



Potasio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PARÁMETROS QUÍMICOS



Técnicas conservacionistas

Testigo					Camellones				
Variables		R	p-valor	Sig.	Variables		r	p-valor	Sig.
pH	MO	-0,98	<0,0001	**	pH	MO	-0,98	<0,0001	**
pH	N	-0,94	0,0002	**	pH	N	-0,85	0,0036	**
pH	P	0,81	0,0081	**	pH	K	0,67	0,0491	*
pH	K	0,72	0,0296	**	MO	N	0,83	0,006	**
MO	N	0,94	0,0001	**	P	K	0,84	0,0046	**
MO	P	-0,71	0,032	*					
N	P	-0,71	0,0331	*					
P	K	0,87	0,0023	**					
Franjas									
Variables		r	p-valor	Sig.	Variables		r	p-valor	Sig.
pH	K	-0,67	0,048	*	MO	K	0,96	<0,0001	**
MO	P	0,79	0,0111	**	P	K	0,79	0,0117	*

Especies

ACACIA					CAESALPINIA				
Variables		r	p-valor	Sig.	Variables		r	p-valor	Sig.
MO	P	0,75	0,0202	**	pH	MO	0,79	0,0114	**
MO	K	0,74	0,0234	**	pH	P	-0,80	0,0090	**
N	P	0,76	0,0175	**	MO	K	0,88	0,0017	**
P	K	0,67	0,0495	*					
PERSEA									
Variables		r	p-valor	Sig.	Variables		r	p-valor	Sig.
pH	MO	-0,90	0,0011	**	N	K	-0,77	0,0142	**
pH	N	-0,73	0,0241	**	MO	N	0,84	0,0048	**
pH	K	0,92	0,0004	**	MO	K	-0,99	<0,0001	**

Tratamientos

TRATAMIENTOS

		T5					T8				
Variables		r	p-valor	Sig.			Variables	r	p-valor	Sig.	
N	P	1,00	0,0334	*			K	P	-1,00	0,0579	**
P	K	1,00	0,0334	*							

Técnicas conservacionistas

Curvas a nivel con camellón

Actividad	Costo \$
Subtotal costos de establecimiento técnica curvas a nivel con camellón	194,61
Subtotal costo de preparación del terreno	21,16
Total costos de producción técnica curvas a nivel con camellón	215,77

Curvas a nivel con franjas vivas

Actividad	Costo \$
Subtotal de establecimiento de la técnicas curvas a nivel con franjas vivas	206,11
Subtotal costo de preparación del terreno	21,16
Total costo de producción curvas a nivel con franjas vivas	227,27

Testigo

Actividad	Costo \$
Subtotal costos de establecimiento del testigo	190,02
Subtotal costo de preparación del terreno	21,16
Total testigo	211,18

Técnicas

Actividad	Curvas a nivel con camellón	Franjas vivas	Testigo
Subtotal costos de establecimiento	194,61	206,11	190,02
Subtotal costo de preparación del terreno	21,16	21,16	21,16
Total costos de producción técnica	215,77	227,27	211,18
Total costos de producción técnica/ha	4795,13	5061,81	4693,12

Tratamientos

Curvas a nivel con camellón

	<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>	<i>Persea americana</i>
Total	54,09	50,09	111,59
Total/ha	3606,18	3339,50	7439,71

Franjas vivas

	<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>	<i>Persea americana</i>
Total	54,09	50,09	123,59
Total/ha	3606,18	3339,50	8239,75

Testigo

	<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>	<i>Persea americana</i>
Total	48,56	44,56	118,06
Total/ha	3237,50	2970,82	7871,06

La técnica conservacionista Franjas Vivas fue obtuvo el mayor contenido de humedad con un valor de 2.10%, esto en contraste con el valor inferior que evidenció la técnica de Camellones en curva de nivel con un valor de 1,62%, inclusive mostrándose menor al del tratamiento testigo; por otra parte, la especie *Persea americana* con 1,84%, expone el mayor porcentaje de retención de humedad en el estudio realizado.

La porosidad en el testigo muestra un valor de 21,82%, siendo el más alto evidenciado en el estudio, seguido de la técnica Camellones en curvas de nivel con un valor de 20,29% y el tratamiento franjas vivas el que presentó menor porosidad en el suelo con un valor de 16,65%.

En los parámetros químicos del suelo y la relación con las técnicas conservacionista con respecto a los elementos Nitrógeno, Potasio, Potencial Hidrógeno y Materia Orgánica, se destaca la técnica de franjas vivas, con las mayores concentraciones de estos elementos, el macronutriente Fosforo tiene sus mayores valores en la técnica camellones en curvas de nivel

En relación a las especies establecidas en el estudio y su interacción con las propiedades químicas del suelo, muestran que *Persea americana* presenta sus mayores valores en los elementos Nitrógeno y Materia Orgánica, la especie *Caesalpinia spinosa* en los elementos Fósforo y Potasio, el Potencial Hidrogeno en la especie *Acacia melanoxylon* con las mayores concentración.

Los costos de establecimiento y manejo en las técnicas de conservación (parcelas), no presentaron diferencias significativas. Referente a las especies (sub parcelas), *Persea americana* por su elevado costo de adquisición, alcanzó un monto 41% más elevado en comparación *Acacia melanoxylon* y *Caesalpinia spinosa*.

Continuar con la evaluación de la variable contenido de humedad, por cuanto los datos de la presente investigación se podrían considerar como datos preliminares del efecto de las estructuras conservacionistas para la retención de agua en suelos degradados, direccionando los términos del análisis hacia el concepto de erosión eólica.

En lo que concierne a la composición química del suelo influida por la acción fisiológica de las especies forestales (*Acacia melanoxylon* y *Caesalpinia spinosa*.) y frutales (*Persea americana*) establecidas en el estudio, se recomienda seguir evaluando el comportamiento del suelo en instancias de madures filosófica de las especies que intervienen en el mismo, por cuanto el estado inicial de cremento de las mismas no infiere cambios significativos en al coposesión química y física del suelo.



Gracias

