

CONTRATO DE OBRA – EXP. N° 2022-00092079- -CFI-GES#DCS

PROVINCIA: CORRIENTES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**TITULO: EVALUACION DEL ESTADO DEL SUELO DE PASTIZAL
FRENTE A DISTINTAS ALTERNATIVAS DE MANEJO GANADERO**

INFORME FINAL

DICIEMBRE 2023

Ditmar Kurtz (coordinador), Eduardo Ortiz, Diego Ybarra, Ruth Perucca, Mercedes Pereira, Luis Gándara, Tania Soledad Rey Montoya, Sandra Perucca, Juan Pablo Matteio, Joaquín Flores, Luis Chamorro, Gustavo Farizano, Esteban Labarthe, Carla Grancic, Paula Polentarrutti, Geraldina Pereyra y Nicolas Sugita

1. RESUMEN.....	15
2. INTRODUCCIÓN.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. ÁREA DE ESTUDIO Y ESTABLECIMIENTOS GANADEROS EVALUADOS	18
3.2. GESTIÓN DEL PASTIZAL NATURAL	19
3.3. MODELO AGROECOINDEX	20
<i>Cálculo de indicadores del modelo:.....</i>	<i>23</i>
3.4. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA	24
3.5. ACCESO DIGITAL A LA INFORMACIÓN	25
3.6. MUESTREO DE SUELOS Y VARIABLES ANALIZADAS	27
<i>Detalle de los Análisis en el laboratorio:.....</i>	<i>28</i>
3.7. EVALUACIÓN DEL COMPONENTE VEGETAL	30
4. RESULTADOS.....	33
4.1. ESTABLECIMIENTO EL MOLINO	34
<i>Localización y cartografía del establecimiento El Molino</i>	<i>34</i>
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento El Molino</i>	<i>36</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	<i>37</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	<i>39</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	<i>46</i>
4.2. ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.....	50
<i>Localización y cartografía del establecimiento María Blanca.....</i>	<i>50</i>
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento María Blanca.....</i>	<i>52</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	<i>53</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	<i>55</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	<i>62</i>
4.3. ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS.....	66
<i>Localización y cartografía del establecimiento Merceditas</i>	<i>66</i>
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento Merceditas</i>	<i>68</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	<i>69</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	<i>71</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	<i>77</i>
4.4. ESTABLECIMIENTO METANOIA.....	81
<i>Localización y cartografía del establecimiento Metanoia</i>	<i>81</i>
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento Metanoia.....</i>	<i>83</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	<i>84</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	<i>86</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	<i>93</i>
4.5. ESTABLECIMIENTO EUZKADI	98
<i>Localización y cartografía del establecimiento Euzkadi.....</i>	<i>98</i>
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento Euzkadi.....</i>	<i>100</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	<i>101</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	<i>103</i>
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	<i>109</i>
4.6. ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES	113
<i>Localización y cartografía del establecimiento Rincón de Corrientes</i>	<i>113</i>

<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento Rincón de Corrientes</i>	115
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	116
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	118
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	126
4.7. ESTABLECIMIENTO SAN LUIS.....	132
<i>Localización y cartografía del establecimiento San Luis</i>	132
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento San Luis</i>	134
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	135
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	137
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	149
4.8. ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.....	153
<i>Localización y cartografía del establecimiento Santa María</i>	153
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento Santa María</i>	155
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	156
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	158
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	165
4.9. ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	169
<i>Localización y cartografía del establecimiento Sarandí S.A.</i>	169
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento Sarandí S.A.</i>	171
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	172
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	174
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	181
4.10. ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS	185
<i>Localización y cartografía del establecimiento Tres Luceros</i>	185
<i>La gestión del pastizal natural en el establecimiento Tres Luceros</i>	187
<i>Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex</i>	188
<i>Indicadores de sustentabilidad. Suelos</i>	190
<i>Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal</i>	197
5. CONSIDERACIONES FINALES	201
6. BIBLIOGRAFÍA	203

INDICE DE TABLAS

TABLA 3.3.1. RANGOS PARA LA CATEGORIZACIÓN DE LOS INDICADORES DEL MODELO AGROECOINDEX. COLORES EN TONOS DEL VERDE AL ROJO, DONDE VERDE INDICA RESULTADOS ÓPTIMOS, AMARILLO AQUELLOS EN SITUACIÓN MODERADA Y EL ROJO INADECUADO O CRÍTICO.	22
TABLA 3.4.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS SERIES DE SUELO EN LOS ESTABLECIMIENTOS.	25
TABLA 4.1.1. TEXTURA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DEPTO. DE SAN ROQUE).	39
TABLA 4.1.2. DETALLE DEL COLOR (EN SECO Y EN HÚMEDO) DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DEPTO. DE SAN ROQUE).....	39
TABLA 4.1.3. INDICADORES VISUALES EN PASTOREO ROTATIVO, EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO.....	46
TABLA 4.1.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON MANEJO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	47
TABLA 4.1.5. INDICADORES VISUALES EN PASTOREO CONTINUO, ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE).	47

TABLA 4.1.6. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	49
TABLA 4.2.1. TEXTURA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA (DEPTO. DE BELLA VISTA).	55
TABLA 4.2.2. DETALLE DEL COLOR (EN SECO Y EN HÚMEDO) DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA (DEPTO. DE BELLA VISTA).....	55
TABLA 4.2.3. INDICADORES VISUALES CON MANEJO RACIONAL-VOISIN EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.	62
TABLA 4.2.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON MANEJO RACIONAL-VOISIN EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.....	63
TABLA 4.2.5. INDICADORES VISUALES EN EL TESTIGO DEL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.	64
TABLA 4.2.6. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES Y FAMILIAS IDENTIFICADAS EN EL POTRERO TESTIGO DEL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	65
TABLA 4.3.1. VARIABLE TEXTURA DEL SUELO EN CADA UNA DE LAS PROFUNDIDADES EVALUADAS Y TRATAMIENTOS CONTINUO Y ROTATIVO.....	71
TABLA 4.3.2. VARIABLE COLOR DEL SUELO EN SECO Y EN HÚMEDO EN CADA UNA DE LAS PROFUNDIDADES EVALUADAS Y TRATAMIENTOS CONTINUO Y ROTATIVO.	71
TABLA 4.3.3 INDICADORES VISUALES CON MANEJO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS.	77
TABLA 4.3.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD IDENTIFICADAS EN EL POTRERO CON MANEJO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	78
TABLA 4.3.5. INDICADORES VISUALES CON MANEJO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS.	79
TABLA 4.3.6. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD IDENTIFICADAS EN EL POTRERO CON PASTOREO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	80
TABLA 4.4.1. TEXTURA DE LAS MUESTRAS DE SUELO ANALIZADAS EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	86
TABLA 4.4.2. DETALLE DEL COLOR (EN SECO Y EN HÚMEDO) DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	86
TABLA 4.4.3. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	93
TABLA 4.4.4. TIPO, NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA. LOS PASTOS SE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	94
TABLA 4.4.5. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO CON PASTOREO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	95
TABLA 4.4.6. TIPO, NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON PASTOREO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA. LOS PASTOS SE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	96
TABLA 4.5.1. VARIABLE TEXTURA DEL SUELO EN CADA UNA DE LAS PROFUNDIDADES EVALUADAS Y TRATAMIENTOS CONTINUO Y ROTATIVO.....	103
TABLA 4.5.2. VARIABLE COLOR DEL SUELO EN SECO Y EN HÚMEDO EN CADA UNA DE LAS PROFUNDIDADES EVALUADAS Y TRATAMIENTOS CONTINUO Y ROTATIVO.	103
TABLA 4.5.3. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO EUZKADI.	109
TABLA 4.5.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE EQUITATIVIDAD Y DIVERSIDAD EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO EUZKADI. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	110
TABLA 4.5.5. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO TESTIGO DEL ESTABLECIMIENTO EUZKADI.	111

TABLA 4.5.6. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES IDENTIFICADAS EN PASTOREO E ÍNDICES DE EQUITATIVIDAD Y DIVERSIDAD E ÍNDICES DE EQUITATIVIDAD Y DIVERSIDAD EN EL POTRERO TESTIGO DEL ESTABLECIMIENTO EUZKADI.	112
TABLA 4.6.1. TEXTURA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES.	118
TABLA 4.6.2. DETALLE DEL COLOR (EN SECO Y EN HÚMEDO) DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES.	118
TABLA 4.6.3. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO CON MANEJO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (8 AÑOS)	126
TABLA 4.6.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON MANEJO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (8 AÑOS). LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	127
TABLA 4.6.5. INDICADORES VISUALES EN PASTOREO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (6 AÑOS).	128
TABLA 4.6.6. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON MANEJO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (6 AÑOS). LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	129
TABLA 4.6.7. INDICADORES VISUALES EN EL TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES.	130
TABLA 4.6.8. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	131
TABLA 4.7.1 TEXTURA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS.	137
TABLA 4.7.2. DETALLE DEL COLOR (EN SECO Y EN HÚMEDO) DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS.	138
TABLA 4.7.3. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO CON MANEJO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS.	149
TABLA 4.7.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON MANEJO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	150
TABLA 4.7.5. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO CON MANEJO CONTINUO (TESTIGO) EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS.	151
TABLA 4.7.6. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES IDENTIFICADAS EN PASTOREO CONTINUO EN SAN LUIS.	152
TABLA 4.8.1. TEXTURA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.	158
TABLA 4.8.2. DETALLE DEL COLOR (EN SECO Y EN HÚMEDO) DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.	158
TABLA 4.8.3. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.	165
TABLA 4.8.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA. LOS PASTOS SE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL EN C4 O C3.	166
TABLA 4.8.5. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.	166
TABLA 4.8.6. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA. LOS PASTOS SE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL EN C4 O C3.	168
TABLA 4.9.1. TEXTURA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	174
TABLA 4.9.2. DETALLE DEL COLOR (EN SECO Y EN HÚMEDO) DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	174
TABLA 4.9.3. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A. ..	181
TABLA 4.9.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE EQUITATIVIDAD Y DIVERSIDAD EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A. LOS PASTOS SE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	182

TABLA 4.9.5. INDICADORES VISUALES EN EL POTRERO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	182
TABLA 4.9.6. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE EQUITATIVIDAD Y DIVERSIDAD EN PASTOREO CONTINUO EN ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.	184
TABLA 4.10.1. TEXTURA DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	190
TABLA 4.10.2. DETALLE DEL COLOR (EN SECO Y EN HÚMEDO) DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	190
TABLA 4.10.3. INDICADORES VISUALES EN PASTOREO CON MANEJO RACIONAL VOISIN, EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	197
TABLA 4.10.4. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO CON MANEJO RACIONAL VOISIN EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	198
TABLA 4.10.5. INDICADORES VISUALES EN EL SITIO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	199
TABLA 4.10.6. TIPO Y NÚMERO DE ESPECIES, FAMILIAS IDENTIFICADAS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN EL POTRERO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS. LOS PASTOS DE DIFERENCIARON POR GRUPO FUNCIONAL, EN C4 O C3.	200

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1.1. LOCALIZACIÓN DE LOS DIEZ (10) ESTABLECIMIENTOS EVALUADOS EN ESTE TRABAJO.	19
FIGURA 3.3.1. DISTINTAS ETAPAS EN EL CÁLCULO DE LOS INDICADORES: PLANILLAS DE CAMPO CON INFORMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS (A). PLANILLAS DE CÁLCULO DEL AGROECOINDEX PARA PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN (B). INDICADORES CALCULADOS Y CATEGORIZADOS (C).	21
FIGURA 3.5.1. PÁGINA PRINCIPAL DEL SITIO WEB (IZQUIERDA) Y CÓDIGO QR PARA ACCESO DIRECTO AL PORTAL WEB DE MAPAS (DERECHA).	26
FIGURA 3.5.2. MAPA DE POTREROS Y PUNTOS (IZQUIERDA) CON EL DESPLIEGUE DE INFORMACIÓN (DERECHA).	27
FIGURA 3.7.1. DIFERENTES ESTADOS DE LA UTILIZACIÓN DE PRADERAS Y PASTIZALES (DAINES 1980). DONDE, 1 – NO PASTOREADO (0% DE UTILIZACIÓN), 2 – LEVEMENTE PASTOREADO (0-20%), 3 – PASTOREO INCIPIENTE (20-40 %), 4 – PASTOREO ÓPTIMO (40-60%), 5 – PASTOREO INTENSO (60-80%), 6 – PASTOREO SEVERO-CRÍTICO (+DE 80%). . 31	31
FIGURA 4.1.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO, EN EL DEPARTAMENTO SAN ROQUE, CORRIENTES.....	34
FIGURA 4.1.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO, EN EL DEPARTAMENTO SAN ROQUE Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.	35
FIGURA 4.1.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO.	37
FIGURA 4.1.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0-10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	41
FIGURA 4.1.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, (CO) CARBONO ORGÁNICO (A) Y (MO) MATERIA ORGÁNICA (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	42
FIGURA 4.1.6. STOCK DE CARBONO (TN. HA ⁻¹) EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. DE SAN ROQUE).	43
FIGURA 4.1.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO	

(P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (CA) (C) Y MAGNESIO (MG) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	44
FIGURA 4.1.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (AL) (B), ACIDEZ (H) (C) Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	45
FIGURA 4.1.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA EN PASTOREO ROTATIVO, ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE).	46
FIGURA 4.1.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN PASTOREO ROTATIVO, ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE).	47
FIGURA 4.1.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA EN PASTOREO CONTINUO, ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE).	48
FIGURA 4.1.12. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN PASTOREO CONTINUO, ESTABLECIMIENTO EL MOLINO (DPTO. SAN ROQUE).	48
FIGURA 4.2.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA, EN EL DEPARTAMENTO BELLA VISTA, CORRIENTES.....	50
FIGURA 4.2.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA, EN EL DEPARTAMENTO BELLA VISTA Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.....	51
FIGURA 4.2.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.	53
FIGURA 4.2.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA (DPTO. BELLA VISTA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0-10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	57
FIGURA 4.2.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA (DPTO. BELLA VISTA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, (CO) CARBONO ORGÁNICO (A) Y (MO) MATERIA ORGÁNICA (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	59
FIGURA 4.2.6. STOCK DE CARBONO (TN. HA ⁻¹) EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.	59
FIGURA 4.2.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA (DPTO. BELLA VISTA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (CA) (C) Y MAGNESIO (MG) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	60
FIGURA 4.2.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA (DPTO. BELLA VISTA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (AL) (B), ACIDEZ (H) (C) Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	61
FIGURA 4.2.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA CON MANEJO RACIONAL-VOISIN, EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.....	62
FIGURA 4.2.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN CON MANEJO RACIONAL-VOISIN, EN EL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.	63
FIGURA 4.2.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA EN EL TESTIGO DEL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.	64
FIGURA 4.2.12. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL TESTIGO DEL ESTABLECIMIENTO MARÍA BLANCA.	65

FIGURA 4.3.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS, EN EL DEPARTAMENTO MERCEDES, CORRIENTES.....	66
FIGURA 4.3.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS, EN EL DEPARTAMENTO MERCEDES, Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.....	67
FIGURA 4.3.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS.....	69
FIGURA 4.3.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS (DPTO. MERCEDES), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	72
FIGURA 4.3.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS (DPTO. MERCEDES), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, (CO) CARBONO ORGÁNICO (A) Y (MO) MATERIA ORGÁNICA (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	73
FIGURA 4.3.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS (DPTO. MERCEDES), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, STOCK DE CARBONO (TN. HA ⁻¹) EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 30 CM.	74
FIGURA 4.3.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS (DPTO. MERCEDES), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (CA) (C) Y MAGNESIO (MG) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	75
FIGURA 4.3.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS (DPTO. MERCEDES), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (AL) (B), ACIDEZ (H) (C) Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	76
FIGURA 4.3.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA CON MANEJO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS.....	78
FIGURA 4.3.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN CON MANEJO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS.	78
FIGURA 4.3.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA CON MANEJO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO MERCEDITAS.....	80
FIGURA 4.3.12. ALTURA DE LA VEGETACIÓN CON PASTOREO CONTINUO EN LA ESTANCIA MERCEDITAS.	80
FIGURA 4.4.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	81
FIGURA 4.4.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA Y UBICACIÓN DE LOS SITIOS DONDE SE TOMARON MUESTRAS....	82
FIGURA 4.4.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	84
FIGURA 4.4.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA, TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	88
FIGURA 4.4.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA, TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, CARBONO ORGÁNICO (CO) (A) Y MATERIA ORGÁNICA (MO) (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P)	

PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	89
FIGURA 4.4.6. STOCK DE CARBONO (TN.HA ⁻¹) EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	90
FIGURA 4.4.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA, TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO DISPONIBLE (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (Ca) (C) Y MAGNESIO (Mg) (D) EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	91
FIGURA 4.4.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL LOMO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA, TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (Al) (B), HIDRÓGENO (H) (C) Y SUMA DE BASES (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	92
FIGURA 4.4.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO ESTABLECIMIENTO METANOIA.	94
FIGURA 4.4.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	94
FIGURA 4.4.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA EN EL POTRERO CON PASTOREO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	96
FIGURA 4.4.12. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO CON PASTOREO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO METANOIA.	96
FIGURA 4.5.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO EUSKADI, EN EL DEPARTAMENTO CURUZÚ CUATÍA, CORRIENTES.....	98
FIGURA 4.5.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO EUSKADI, EN EL DEPARTAMENTO CURUZÚ CUATÍA Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.	99
FIGURA 4.5.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO EUSKADI.....	102
FIGURA 4.5.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EUSKADI (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	104
FIGURA 4.5.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EUSKADI (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, CARBONO ORGÁNICO (CO) (A) Y MATERIA ORGÁNICA (MO) (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	105
FIGURA 4.5.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL STOCK DE CARBONO HASTA LOS 30 CM EN MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EUSKADI (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO.	106
FIGURA 4.5.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EUSKADI (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (Ca) (C) Y MAGNESIO (Mg) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	107
FIGURA 4.5.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO EUSKADI (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (Al) (B), ACIDEZ (H) (C) Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	108

FIGURA 4.5.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO ESTABLECIMIENTO EUZKADI.....	110
FIGURA 4.5.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO EUZKADI.....	110
FIGURA 4.5.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA EN EL POTRERO TESTIGO DEL ESTABLECIMIENTO EUZKADI.....	111
FIGURA 4.5.12. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO CON PASTOREO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO EUZKADI.....	111
FIGURA 4.6.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES EN EL DEPARTAMENTO CONCEPCIÓN, CORRIENTES.....	113
FIGURA 4.6.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES, EN EL DEPARTAMENTO CONCEPCIÓN, CORRIENTES Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.....	114
FIGURA 4.6.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES.....	117
FIGURA 4.6.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (DPTO. CONCEPCIÓN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0-10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	120
FIGURA 4.6.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (DPTO. CONCEPCIÓN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, (CO) CARBONO ORGÁNICO (A) Y (MO) MATERIA ORGÁNICA (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	121
FIGURA 4.6.6. STOCK DE CARBONO (TN.HA ⁻¹) EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (DPTO. CONCEPCIÓN)....	122
FIGURA 4.6.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (DPTO. CONCEPCIÓN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (Ca) (C) Y MAGNESIO (Mg) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	124
FIGURA 4.6.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (DPTO. CONCEPCIÓN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (Al) (B), ACIDEZ (H) (C) Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	125
FIGURA 4.6.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA EN PASTOREO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (8 AÑOS).....	127
FIGURA 4.6.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN PASTOREO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (8 AÑOS).....	127
FIGURA 4.6.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA EN PASTOREO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (6 AÑOS).....	129
FIGURA 4.6.12. ALTURA PROMEDIO DE LA VEGETACIÓN EN PASTOREO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES (6 AÑOS).....	129
FIGURA 4.6.13. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES.....	130
FIGURA 4.6.14. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO RINCÓN DE CORRIENTES.....	131
FIGURA 4.7.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS, EN EL DEPARTAMENTO SAN MARTÍN, CORRIENTES.....	132

FIGURA 4.7.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS, EN EL DEPARTAMENTO SAN MARTÍN, CORRIENTES Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.	133
FIGURA 4.7.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS.	135
FIGURA 4.7.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL LOMO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0-10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	139
FIGURA 4.7.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL SURCO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0-10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	140
FIGURA 4.7.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL LOMO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, (CO) CARBONO ORGÁNICO (A) Y (MO) MATERIA ORGÁNICA (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	141
FIGURA 4.7.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL SURCO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, CARBONO ORGÁNICO (CO) (A) Y MATERIA ORGÁNICA (MO) (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	142
FIGURA 4.7.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL STOCK DE CARBONO HASTA LOS 30 CM EN MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. DONDE “L” INDICA EL LOMO Y “S” EL SURCO. LAS LETRAS INDICAN DIFERENCIAS ESTADÍSTICAS SIGNIFICATIVAS ($p>0,05$).	143
FIGURA 4.7.9. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL LOMO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO DISPONIBLE (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (Ca) (C) Y MAGNESIO (Mg) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	144
FIGURA 4.7.10. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL SURCO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (Ca) (C) Y MAGNESIO (Mg) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	145
FIGURA 4.7.11. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL LOMO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (Al) (B), HIDRÓGENO (H) (C) Y SUMA DE BASES (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	147
FIGURA 4.7.12. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL SURCO DEL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS (DPTO. SAN MARTÍN), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (Al) (B), HIDRÓGENO (H) (C) Y SUMA DE BASES (T) (D), EN LAS	

TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	148
FIGURA 4.7.13. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA DEL SUELO EN EL POTRERO CON MANEJO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS.	150
FIGURA 4.7.14. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO CON MANEJO HOLÍSTICO EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS. .	150
FIGURA 4.7.15. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA DEL SUELO EN EL POTRERO CON MANEJO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS.	151
FIGURA 4.7.16. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO CON MANEJO CONTINUO EN EL ESTABLECIMIENTO SAN LUIS. .	152
FIGURA 4.8.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA, EN EL DEPARTAMENTO CURUZÚ CUATÍA, CORRIENTES.....	153
FIGURA 4.8.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA, EN EL DEPARTAMENTO CURUZÚ CUATÍA, CORRIENTES Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.....	154
FIGURA 4.8.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.....	157
FIGURA 4.8.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), PH EN AGUA (B), PH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	160
FIGURA 4.8.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, CARBONO ORGÁNICO (CO) (A) Y MATERIA ORGÁNICA (MO) (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	161
FIGURA 4.8.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL STOCK DE CARBONO HASTA LOS 30 CM EN MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO.....	162
FIGURA 4.8.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (Ca) (C) Y MAGNESIO (Mg) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	163
FIGURA 4.8.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (Al) (B), ACIDEZ (H) (C) Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	164
FIGURA 4.8.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.....	165
FIGURA 4.8.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.....	166
FIGURA 4.8.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA EN EL POTRERO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.....	167
FIGURA 4.8.12. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA.	167
FIGURA 4.9.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A., EN EL DEPARTAMENTO CURUZÚ CUATÍA, CORRIENTES.....	169

FIGURA 4.9.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A., EN EL DEPARTAMENTO CURUZÚ CUATÍA, CORRIENTES Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.....	170
FIGURA 4.9.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	173
FIGURA 4.9.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A. (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), pH EN AGUA (B), pH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	176
FIGURA 4.9.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A. (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, CARBONO ORGÁNICO (CO) (A) Y MATERIA ORGÁNICA (MO) (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	177
FIGURA 4.9.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL STOCK DE CARBONO HASTA LOS 30 CM EN MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO SANTA MARÍA (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO.....	178
FIGURA 4.9.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A. (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (Ca) (C) Y MAGNESIO (Mg) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	179
FIGURA 4.9.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL MALEZAL EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A. (DPTO. CURUZÚ CUATÍA), TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (Al) (B), ACIDEZ (H) (C) Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNIC (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.....	180
FIGURA 4.9.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	181
FIGURA 4.9.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO CON PASTOREO ROTATIVO EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	182
FIGURA 4.9.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA EN EL POTRERO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	183
FIGURA 4.9.12. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL POTRERO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO SARANDÍ S.A.	183
FIGURA 4.10.1. DIVISIÓN DE POTREROS EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS, EN EL DEPARTAMENTO PASO DE LOS LIBRES, CORRIENTES.....	186
FIGURA 4.10.2. SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS, EN EL DEPARTAMENTO PASO DE LOS LIBRES, CORRIENTES Y SITIOS DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS.....	186
FIGURA 4.10.3. VISUALIZACIÓN (ARRIBA) Y RESULTADOS (ABAJO) DEL MODELO AGROECOINDEX PARA EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.....	188
FIGURA 4.10.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS, TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, DENSIDAD APARENTE (A), pH EN AGUA (B), pH EN KCL (C) Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	192
FIGURA 4.10.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS, TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, (CO) CARBONO ORGÁNICO (A) Y (MO) MATERIA ORGÁNICA (B), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM	

RESPECTIVAMENTE; LAS VARIABLES CO PARTICULADO (C), NITRÓGENO (N) PARTICULADO (D), FÓSFORO (P) PARTICULADO (E), ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) (F) Y RESPIRACIÓN (G), EN LA PROFUNDIDAD DE 0 A 10 CM. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	193
FIGURA 4.10.6. STOCK DE CARBONO DEL SUELO ($\text{TN} \cdot \text{HA}^{-1}$) HASTA LOS 30 CM DE PROFUNDIDAD EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	194
FIGURA 4.10.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS, TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, FÓSFORO (P) (A), NITRÓGENO (N) (B), CALCIO (Ca) (C) Y MAGNESIO (Mg) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	195
FIGURA 4.10.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS, TRATAMIENTO Y TESTIGO. LAS COLUMNAS REPRESENTAN LAS VARIABLES ANALIZADAS, POTASIO (K) (A), ALUMINIO (Al) (B), ACIDEZ (H) (C) Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (T) (D), EN LAS TRES PROFUNDIDADES, DE 0 A 10, DE 10 A 20 Y DE 20 A 30 CM RESPECTIVAMENTE. LAS BARRAS REPRESENTAN EL ERROR ESTÁNDAR.	196
FIGURA 4.10.9. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA EN PASTOREO CON MANEJO RACIONAL VOISIN, EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	198
FIGURA 4.10.10. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN PASTOREO CON MANEJO RACIONAL VOISIN, EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	198
FIGURA 4.10.11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COBERTURA AÉREA EN EL SITIO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	199
FIGURA 4.10.12. ALTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL SITIO TESTIGO EN EL ESTABLECIMIENTO TRES LUCEROS.	200

INFORME FINAL

1. RESUMEN

En este trabajo se generó información de base sobre los efectos del cambio de manejo ganadero del pastizal natural en Corrientes. Motivó este trabajo la creciente atención que ha recibido el potencial de secuestro de carbono atmosférico por los cambios de manejo del pastizal. Buscamos aportar información para la formulación de políticas públicas de conservación de suelos y para aportar a mejorar la producción ganadera. Para ello se caracterizaron y evaluaron los pastizales naturales y los suelos de 10 establecimiento ganaderos en la provincia de Corrientes donde se han iniciado cambios de manejo orientados a la conservación, el restablecimiento y el uso productivo - sostenible de dichos ecosistemas. Para cada establecimiento se modelaron 19 indicadores de sustentabilidad, a la vez que se caracterizó el sistema de manejo aplicado. Los muestreos de suelos y vegetación se realizaron a fin de 2022 y los análisis de laboratorio durante 2023. La caracterización completa del sistema productivo, de manejo y las variables ambientales se describieron y analizaron por separado para cada establecimiento, considerando las diferencias ecológicas de cada sitio, de manejo y considerando el inicio de la adopción del manejo diferenciado del pastizal. Se tomaron muestras en la misma serie de suelos, comparando potreros donde se haya aplicado el manejo diferente y un sitio testigo de control, bajo manejo tradicional. Resulta muy difícil resumir las recomendaciones, dado que los resultados no evidenciaron claramente que el cambio de manejo haya producido un efecto positivo generalizado en los indicadores de suelo aquí, analizados. Sin embargo, en 6 de los campos se ha notado una tendencia al incremento en el stock de carbono orgánico (3 de esos casos con incrementos significativos). El efecto positivo en los incrementos de carbono se dio sobre todo en los suelos menos fértiles y en menor medida donde el cambio en el sistema de manejo fue reciente. El modelado de la sustentabilidad de cada establecimiento indicó que la mayoría de los indicadores establecimientos se encuentran dentro del rango favorable. Los que se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación se relacionan a la baja producción de energía, al balance deficitario de fósforo, a la ineficiencia del uso del agua, relacionadas a las elevadas precipitaciones propias de la región y baja agro-diversidad, ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema.

2. INTRODUCCIÓN

La Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) aprobó en 2015 la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ODS). Allí se contemplan 17 objetivos, para contribuir a la Agenda 2030, entre los que se destacan el de velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres ... rehabilitar las tierras y los suelos degradados ... y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo. La ONU invita a desarrollar líneas de base de degradación de la tierra para establecer futuros compromisos voluntarios de neutralidad de degradación de tierras.

Por un lado, la información sobre los impactos de la ganadería aporta a la formulación de políticas públicas sobre conservación de suelos. Por otro lado, permite brindar recomendaciones, basadas en datos, para el manejo sostenible de los pastizales. En este trabajo se pretende realizar un estudio de casos, un diagnóstico provincial sobre el estado de los en pastizales que están siendo manejados de forma diferente, frente al manejo tradicional de pastoreo continuo. En Corrientes los pastizales están dominados principalmente por especies estivales, que crecen activamente desde la primavera hasta el otoño, mientras que en el invierno el crecimiento es de muy bajo a nulo.

En Corrientes hay alrededor de cinco millones de hectáreas cubiertas de pastizales. Aquí cobra importancia el estudio del impacto del manejo de los pastizales porque más del 50% de la superficie provincial se ocupa principalmente para la cría de ganado bovino. El manejo tradicional del ganado básicamente contempla el pastoreo continuo y la carga animal fija que determina sobrepastoreo en algunas situaciones y sub-pastoreo en otras. Hay otras alternativas de gestión del pastizal que pregonan un aprovechamiento más eficiente y sustentable del pasto, como el manejo holístico (Savory y Butterfield 2018), el pastoreo racional Voisin (Pinheiro Machado 2004) y el pastoreo rotativo (Byrnes et al., 2018). Sus efectos en los pastizales han generado controversias en la comunidad técnica y científica, ya que hay evidencias de que los pastoreos a cargas bajas contribuyen al secuestro de carbono (C) y nitrógeno (N) del suelo, mientras que el pastoreo moderado e intenso aumenta las pérdidas de C y N (Zhou et al., 2016). Sin embargo, localmente hay indicios de que ciertos cambios en el manejo del pastoreo podrían producir mejoras en varias propiedades del suelo, como por ejemplo en la captura del C (Kurtz et al., 2016; 2020). Se ha indicado que es muy importante conocer también las fracciones de carbono orgánico lábil o particulado y aquel asociado a la fracción mineral, porque distintos suelos con distintas texturas podrían capturar más C o incluso “saturarse” y dejar de captarlo (Cotrufo et al., 2019). Dada la heterogeneidad de la vegetación natural de Corrientes (Carnevali 1994), es de suponer que los cambios en la gestión del uso los pastizales producirán también cambios en la vegetación que los caracteriza.

Las cuestiones mencionadas en los párrafos anteriores cobran particular importancia dado que en el marco de la Convención del Cambio Climático la Argentina se ha comprometido a frenar la degradación de los ecosistemas y mejorar el balance de carbono. Uno de los indicadores más importantes para este monitoreo, pero no el único, lo constituyen las reservas de carbono del suelo. En este trabajo se analizaron diversas propiedades productivas de los predios, así como de la vegetación y de propiedades físicas y químicas del suelo, en los lugares donde los productores han iniciado un cambio en el sistema de manejo, pasando del pastoreo continuo al sistema rotativo, en sus diversas acepciones.

Por otro lado, para saber si el agroecosistema es sustentable o no, se deben identificar los puntos débiles o riesgos a la sustentabilidad. El agroecosistema está sujeto a modificaciones antrópicas, siendo los actuales sistemas productivos agropecuarios, el resultado de una acumulación de conocimiento y desarrollo de tecnología aplicada durante muchos años. Esto reviste importancia desde el punto de vista ambiental, dado que no puede considerarse un sistema productivo sin algún tipo de impacto en el ecosistema, pero sí pueden implementarse prácticas que conduzcan a un uso sustentable de los recursos naturales. Los indicadores de sustentabilidad son parámetros que suministran información sobre las tendencias de cambios en un agroecosistema. Estos brindan de manera objetiva conocimiento acerca de los efectos de las prácticas agronómicas, permiten detectar y monitorear en forma temprana los impactos que puede generar una determinada actividad antrópica.

El objetivo de este trabajo estuvo orientado a contribuir a comprender las modificaciones que se producen en los pastizales en función a los cambios en el manejo del pastoreo, partiendo de la hipótesis de que el manejo del pastoreo no tradicional o diferente del tradicional en Corrientes modifica positivamente las propiedades del suelo y del pastizal, contribuyendo al secuestro de C en suelos de pastizales. Los objetivos específicos incluyeron i) la caracterización de la gestión “diferente” de los pastizales naturales que buscan orientar a mejorar la fertilidad física y química del suelo, para dar difusión entre los productores ganaderos de la Provincia; ii) caracterización y evaluación del estado de los pastizales naturales y del suelo, expresando las reservas de carbono del suelo y iii) proveer evidencias concretas que sienten las bases para la recomendación de sistemas alternativos de pastoreo, con vistas a la implementación de un futuro plan de bonos verdes o bonos de C.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio y establecimientos ganaderos evaluados

La provincia de Corrientes presenta una gran heterogeneidad de suelos, lo cual sumado a un gradiente climático da origen a ocho regiones y 29 subregiones de vegetación. Sin embargo, desde el punto de vista pastoril las regiones más importantes son cuatro. Siguiendo la clasificación de Capurro (1985) las mismas son: Cuchillas mesopotámicas; Malezales del Iby – baí; Lomadas arenosas, planicies y depresiones y Albardón y planicie sub cóncava del Noroeste (Pizzio y Bendersky 2018). Para abarcar estas regiones, y contando con información del Plan Ganadero de la provincia de Corrientes, se identificaron diez (10) establecimientos que realizan un manejo no convencional de pastoreo (Figura 3.1.1), que fueron seleccionados para el estudio y se listan a continuación:

- 1- Establecimiento “El Molino” (San Roque) 28°32'32"S 58°39'53,59"W (Pastoreo racional rotativo)
- 2- Establecimiento “María Blanca” (Desmochado) 28°46'00"S y 59°06'16"O (Pastoreo racional Voisin)
- 3- Establecimiento “Merceditas” (Mercedes) 28°93'79"S y 58°13'57"W (Pastoreo racional rotativo)
- 4- Establecimiento “Metanoia” (Santo Tomé) 28°14'30"S y 55°58'08"W (Pastoreo racional holístico)
- 5- Establecimiento “Euskadi” (Curuzú Cuatiá) 29°42'38"S y 58°5'57"W (Pastoreo racional rotativo)
- 6- Establecimiento “Santa María” (Curuzú Cuatiá) 29°45'34"S y 58°13'20"W (Pastoreo racional rotativo)
- 7- Establecimiento “Sarandí” (Curuzú Cuatiá) 29°43'08"S y 58°04'39"W (Pastoreo racional rotativo)
- 8- Establecimiento “Tres Luceros” (Paso de los Libres) 29°50'31"S y 57°29'30"W (Pastoreo racional Voisin)
- 9- Establecimiento “San Luis” (Paso de los Libres) 28°59'0"S y 57°02'11"W (Pastoreo racional holístico)
- 10- Establecimiento “Rincón de Corrientes” (Concepción) 28°35'4"S y 58°21'13"W (Pastoreo racional holístico)



Figura 3.1.1. Localización de los diez (10) establecimientos evaluados en este trabajo.

3.2. Gestión del pastizal natural

A través de una encuesta se caracterizó la gestión del pastizal en cada uno de los establecimientos. Se realizaron entrevistas a los responsables de la gestión de los pastizales para evaluar cada caso con sus diferencias y similitudes con el pastoreo tradicional. En las entrevistas se abordaron además las prácticas culturales o labores, aspectos relacionados al incremento o pérdida de productividad del lote, aparición de malezas, producción secundaria, carga animal, etc. La encuesta también incluyó el relevamiento de aspectos del consumo de combustibles fósiles y el uso de insumos (de todo tipo, desde forrajes a agroquímicos) en el establecimiento. El relevamiento exhaustivo del manejo de cada uno de los establecimientos buscó caracterizar su estado productivo y ambiental. Se relevó la información de contexto general del establecimiento y con la información de los establecimientos, se completó la carga de las bases de datos utilizadas en el modelo AgroEcoIndex.

3.3. Modelo AgroEcoIndex

Para este trabajo se recopiló la información de las prácticas agrícolas-ganaderas de los diez establecimientos ganaderos donde se aplica el manejo diferenciado, con pastoreo rotativo, racional o Voisin. La información fue recopilada a través de visitas y entrevistas a los productores o encargados de los establecimientos. Se utilizaron planillas donde se anotaron los datos de las actividades productivas del establecimiento (Figura 3.3.1 A). El procesamiento para el cálculo de los indicadores agroambientales se realizó a través del modelo AgroEcoIndex, desarrollado por INTA (Figura 3.3.1 B). Este modelo se nutre con bases de datos de diversas fuentes, incluyendo datos de clima y suelo de acuerdo con la ubicación del establecimiento. Una vez procesados los datos, el modelo arroja resultados de indicadores de sustentabilidad (Figura 3.3.1 C). Estos indicadores están categorizados en rangos (Tabla 3.3.1).

- Los indicadores calculados por el modelo AgroEcoIndex son los siguientes:
- Producción de energía
- Consumo de energía fósil
- Eficiencia de uso de la energía fósil
- Balance de Nutrientes (Nitrógeno y Fósforo)
- Riesgo de contaminación por Nitrógeno y Fósforo
- Cambios en el stock de carbono en suelo
- Riesgo de contaminación por plaguicidas
- Balance de gases invernadero
- Consumo de agua
- Eficiencia de uso del agua
- Relación lluvia / energía producida
- Riesgo de Intervención del hábitat
- Impacto al hábitat
- Agro-diversidad

Los indicadores fueron clasificados y se disponen en colores que van desde el verde al rojo, siendo el color verde indicativo de los resultados óptimos, el color amarillo para aquellos que están en situación moderada y el rojo representando un resultado inadecuado o crítico.

PLANILLA GENERAL																																																						
A					B																																																	
Ubicación y Características del Establecimiento Evaluado Establecimiento: Cancha Larga Localidad - Provincia: BERMEO Propietario: Eduardo Melchirry Área Agroecológica: Pampa Ondulada - Santa Fe Período Evaluado: 2010-2011 Superficie Evaluada: 1283 ha					Ubicación: Grados Minutos Segundos Latitud: Longitud:																																																	
Características Edáficas y Meteorológicas Precipitación anual: 1377 mm/año Riesgo: 77 mm/año Evapotranspiración: 77 mm/año Vel. Media del Viento: 5.5 km/h Temp. Media Anual: 20.5 °C Pendiente media: 0.50 - 0.99 %					Clase Textural: Franco arcilloso limoso Retención de agua: 190 mm en 1 m de suelo Materia Orgánica: 2.4 % Estructura del suelo: 2 Buena. Granular fina Permeabilidad: Moderada (> 2.00 cm/h) Carbonatos: %																																																	
Consumo de Combustibles Fósiles Camioneta (gas oil): km/año Camión (gas oil): km/año Auto (nafta): km/año Tractor (gas oil): km/año					Gas Oil: 196.416 l/año Nafta: l/año Gas Natural: 432.389 kg/año Electricidad: l/año																																																	
Distribución Actual del Uso de la Tierra Cantidad de Potreros: 9																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Potrero</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Superficie (ha)</td> <td>37.58</td> <td>17.65</td> <td>120.77</td> <td>138.83</td> </tr> <tr> <td>Primera Ocupación (Bulla/diente)</td> <td>Amz</td> <td>Amz</td> <td>Amz</td> <td>Amz</td> </tr> <tr> <td>Densidad de Siembra (kg/ha)</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Labores, Aplicaciones, Agroquímicos</td> <td>Carap</td> <td>Carap</td> <td>Carap</td> <td>Carap</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento (kg/ha)</td> <td>6500</td> <td>6000</td> <td>6000</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Labranza</td> <td>Reducida</td> <td>Reducida</td> <td>Reducida</td> <td>Reducida</td> </tr> <tr> <td>Manejo de Rastrojos</td> <td>Sin Remoción de Rastrojos</td> <td>Remoción de Rastrojos</td> <td>Remoción de Rastrojos</td> <td>Remoción de Rastrojos</td> </tr> <tr> <td>Presencia de Prácticas Conservacionistas</td> <td>Ninguna</td> <td>Ninguna</td> <td>Ninguna</td> <td>Ninguna</td> </tr> </tbody> </table>										Potrero	1	2	3	4	Superficie (ha)	37.58	17.65	120.77	138.83	Primera Ocupación (Bulla/diente)	Amz	Amz	Amz	Amz	Densidad de Siembra (kg/ha)	80	80	80	80	Labores, Aplicaciones, Agroquímicos	Carap	Carap	Carap	Carap	Rendimiento (kg/ha)	6500	6000	6000	6000	Tipo de Labranza	Reducida	Reducida	Reducida	Reducida	Manejo de Rastrojos	Sin Remoción de Rastrojos	Remoción de Rastrojos	Remoción de Rastrojos	Remoción de Rastrojos	Presencia de Prácticas Conservacionistas	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Potrero	1	2	3	4																																																		
Superficie (ha)	37.58	17.65	120.77	138.83																																																		
Primera Ocupación (Bulla/diente)	Amz	Amz	Amz	Amz																																																		
Densidad de Siembra (kg/ha)	80	80	80	80																																																		
Labores, Aplicaciones, Agroquímicos	Carap	Carap	Carap	Carap																																																		
Rendimiento (kg/ha)	6500	6000	6000	6000																																																		
Tipo de Labranza	Reducida	Reducida	Reducida	Reducida																																																		
Manejo de Rastrojos	Sin Remoción de Rastrojos	Remoción de Rastrojos	Remoción de Rastrojos	Remoción de Rastrojos																																																		
Presencia de Prácticas Conservacionistas	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna																																																		

RESULTADOS									
C					B				
Ubicación: BERMEO Localidad - Provincia: BERMEO Superficie Evaluada: 1283 ha					Indique Tipo de Producción: Agrícola Cantidad de Potreros: 9 Precipitaciones Anuales: 1377				
Indicador 0	38,9	%	Porcentaje de cultivos anuales						
Indicador 1	5.301,3	Mj/ha/año	Consumo de energía fósil						
Indicador 2	38.410,4	Mj/ha/año	Producción de energía						
Indicador 3	0,138	Mj EF/Mj prod.	Eficiencia de uso de la energía fósil						
Indicador 4	6,51	kg/ha/año	Balance de Nitrógeno						
Indicador 5	-3,94	kg/ha/año	Balance de Fósforo						
Indicador 6	0,349	ton/ha/año	Cambio de stock de C del suelo						
Indicador 7	0,393	ton/ha/año	Cambio de stock de C de la biomasa leñosa						
Indicador 8	0,5	mg/l	Riesgo de contaminación por N						
Indicador 9	0,0	mg/l	Riesgo de contaminación por P						
Indicador 10	11,711	Índice Relativo	Riesgo de contaminación por plaguicidas						
Indicador 11	5,05	ton/ha/año	Riesgo de erosión hídrica y eólica						
Indicador 12	1291,90	ton/ha/año	Balance de gases invernadero						
Indicador 13	13,7	mm/año	Consumo de agua						
Indicador 14	1,0	%	Eficiencia de uso del agua						
Indicador 15	358,50	l/Mj	Relación lluvia-energía producida						
Indicador 16	0,406	Índice Relativo	Riesgo de intervención de hábitat						
Indicador 17	1,1	Índice Relativo	Impacto sobre el hábitat						
Indicador 18	1,56	Índice Relativo	Agro-diversidad						

Figura 3.3.1. Distintas etapas en el cálculo de los indicadores: Planillas de campo con información de las actividades productivas (A). Planillas de cálculo del AgroEcoIndex para procesamiento de la información (B). Indicadores calculados y categorizados (C).

Tabla 3.3.1. Rangos para la categorización de los indicadores del modelo AgroEcoIndex. Colores en tonos del verde al rojo, donde verde indica resultados óptimos, amarillo aquellos en situación moderada y el rojo inadecuado o crítico.

Indicador	Unidades	RANGOS DE RESULTADOS POR COLORES				
Consumo de energía fósil	Mj/ha/año	5000,00	10000,00	15000,00	20000,00	25000,00
Producción de energía	Mj/ha/año	50000,00	40000,00	30000,00	20000,00	10000,00
Eficiencia de uso de la energía fósil	Mj EF/Mj prod.	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
Balance de Nitrógeno	kg/ha/año	20,00	0,00	-20,00	-40,00	-60,00
Balance de Fósforo	kg/ha/año	3,00	0,00	-3,00	-6,00	-9,00
Cambio de stock de C del suelo	ton/ha/año	0,10	0,00	-0,10	-0,20	-0,30
Cambio de stock de C de la biomasa leñosa	ton/ha/año	0,10	0,00	-0,10	-0,20	-0,30
Riesgo de contaminación por N	mg/l	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
Riesgo de contaminación por P	mg/l	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
Riesgo de contaminación por plaguicidas	Índice relativo	17,00	33,00	50,00	67,00	83,00
Riesgo de erosión hídrica y eólica	ton/ha/año	6,00	12,00	18,00	23,00	30,00
Balance de gases invernadero	ton/ha/año	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Consumo de agua	mm/año	100,00	250,00	400,00	550,00	700,00
Eficiencia de uso del agua	%	83,00	67,00	50,00	33,00	17,00
Relación lluvia-energía producida	l/Mj	170,00	330,00	500,00	670,00	830,00
Riesgo de intervención de hábitat	Índice relativo	0,17	0,33	0,50	0,67	0,83
Impacto sobre el hábitat	Índice Relativo	1,70	3,30	5,00	6,70	8,30
Agro-diversidad	Índice Relativo	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00

Cálculo de indicadores del modelo:

Consumo de energía fósil (EF), producción de energía y eficiencia de uso de la EF. Para el cálculo de estos indicadores se suma, por un lado, el costo energético en megajoules de la energía fósil utilizada por hectárea por año (Mj/ha/año), de las distintas labores e insumos. Las labores contempladas son: aradas, rastreadas, siembras, fumigaciones, entre otras. Los insumos tenidos en cuenta son los plaguicidas, fertilizantes, semillas utilizadas etc. Por otro lado, se calcula la energía generada por la producción de grano, leche, lana o carne. La eficiencia de uso de la EF se calcula en términos de la cantidad de Mj de EF utilizados para obtener un Mj de producto (Mj EF/Mj producto). Para calcular este indicador se utiliza un modelo propuesto por Odum (1975), utilizando el cociente entre el consumo de energía fósil, y la energía producida en el establecimiento (los dos indicadores anteriores). La energía de todas las fuentes de consumo y todos los productos es sumada para realizar estimaciones a nivel predial. Cuanta más energía se utiliza para producir un Mj de producto, más ineficiente es el proceso productivo del predio.

Balance de nitrógeno (N) y fósforo (P) y riesgo de contaminación. Los balances medios anuales de nitrógeno (N) y fósforo (P) por hectárea (kg/ha/año), se estiman a partir de un cálculo de la diferencia entre ingresos y egresos cuantificables de estos elementos en el predio estudiado. Cuando los balances de N y P son positivos, en condiciones en las que las precipitaciones superan a la evapotranspiración y la retención de agua en el suelo es baja, existe el riesgo de que estos nutrientes contaminen las napas o sean arrastrados por erosión con las partículas de suelo.

Cambio de stock de carbono (C) del suelo y de la biomasa leñosa. El stock de carbono (C) actual de los suelos en Ton/ha/año, se calcula teniendo en cuenta el stock previo, el uso de la tierra, el tipo de labranza y un factor asociado al rastrojo. En cuanto al cambio de stock de la biomasa leñosa, tiene en cuenta el crecimiento anual de los bosques nativos o implantados, la forestación o deforestación y las quemas y/o extracciones realizadas en el año evaluado.

Riesgo de contaminación por plaguicidas. Este indicador tiene en cuenta las dosis de los agroquímicos y la superficie aplicada, la formulación, solubilidad y adsorción, vida media y toxicidad de todos los productos utilizados, determinando así el estado del indicador dentro de cada establecimiento.

Riesgo de erosión hídrica y eólica. La erosión de los suelos es considerada un serio problema ambiental a escala mundial, aunque resulta difícil estimar con precisión su extensión, magnitud e intensidad. Tiene efectos negativos tanto dentro como fuera del predio rural. El cálculo de las pérdidas en Ton/ha/año de suelo se calculan mediante las fórmulas USLE (para erosión hídrica) que tiene en cuenta la erosividad de las lluvias, susceptibilidad de los suelos, pendiente, cobertura y prácticas conservacionistas; y WEQ (para erosión

eólica) que considera la erodabilidad del suelo, un índice climático, la longitud de potreros, cobertura vegetal y un índice de rugosidad.

Balance de gases efecto invernadero (GEI). Los tres gases considerados en este indicador son el CO₂, el CH₄ y N₂O, aunque se totalizan los resultados en toneladas de equivalente CO₂ (emitido o secuestrado) por unidad de espacio y tiempo (Ton/ha/año). Un balance positivo indica que el sistema productivo ha emitido GEI, y un balance negativo, por lo contrario, indica que ha actuado como sumidero. El cálculo de la emisión de CO₂ proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles y los cambios en el uso de la tierra, quema de biomasa y cambio de stock de C del suelo. Respecto al cálculo de la emisión de CH₄ se tiene en cuenta la fermentación entérica y fecal del ganado y para el N₂O la emisión por heces y orina como también del uso de fertilizantes, es decir, sus mayores concentraciones se asocian al aumento de las actividades agropecuarias. Representan una potencia de calentamiento 21 veces y 310 veces más alta para el caso del CH₄ y del N₂O respectivamente (IPCC, 1997).

Consumo y eficiencia en el uso del agua y relación lluvia-energía producida. Estos indicadores relacionan las precipitaciones y el consumo de agua para la producción agropecuaria (granos, carne, leche, etc.) en mm/año y estima la eficiencia del uso del recurso agua por el sistema. La eficiencia en el uso del agua se estima como el cociente entre el consumo de agua y las precipitaciones en el período evaluado, y se expresa en porcentaje (%). Este indicador puede tomar valores muy bajos (1-20%), valores cercanos a 100 % (máxima eficiencia) o inclusive valores mayores que 100 (en casos en que haya otra fuente de agua distinta de las precipitaciones, como ríos, lagunas, o se extraiga una importante cantidad de agua para riego). La relación lluvia-energía producida se expresa en litros de agua ingresados al sistema por cada Mj de energía producida.

Riesgo de intervención e impacto sobre el hábitat y agro-diversidad. El indicador de riesgo de intervención del hábitat se utiliza para evaluar el nivel de afectación de los ecosistemas y tiene en cuenta la cantidad de especies, su origen, periodicidad y estratificación vertical. El impacto sobre el hábitat está medido en función de las labranzas y pesticidas utilizados en el predio en el período evaluado. La agrodiversidad es un factor relativo calculado en base a la cantidad o distintos tipos de cultivos o producción agropecuaria realizadas en el predio, teniendo en cuenta las respectivas superficies con respecto a la superficie total.

3.4. Cartografía temática

Se localizaron y cartografiaron los límites, las unidades cartográficas (UC) con sus suelos, y los potreros de todos los establecimientos. La cartografía se hizo con el software ArcGis 10.0. Los mapas digitales de establecimientos nos permitieron identificar y confirmar la descripción de los suelos presentes en el

campo, de acuerdo con la cartografía existente (Escobar et al. 1996; Kurtz et al. 2018; 2020; Ligier et al. 2001; 2012; 2014), con sus principales características en los casos muestreados (Tabla 3.4.1).

Tabla 3.4.1. Principales características descriptivas de las series de suelo en los establecimientos.

<i>Establecimiento</i>	<i>Serie de Suelo</i>	<i>Taxonomía</i>	<i>CCU</i>
<i>El Molino</i>	Zanón	<i>Paleudol vértico</i>	IIle
<i>María Blanca</i>	Desmochado	<i>Udipsament ácuico</i>	IIle
<i>Merceditas</i>	María Isabel	<i>Argiudol acuértico</i>	IVew
<i>Metanoia</i>	Díaz de Vivar	<i>Kandihumult típico</i>	Ile
<i>Euskadi</i>	San Juan	<i>Argiudol vértico</i>	IIles
<i>Santa María</i>	San Juan	<i>Argiudol vértico</i>	IIles
<i>Sarandí</i>	San Juan	<i>Argiudol vértico</i>	IIles
<i>Tres Luceros</i>	San José del Quiyatí	<i>Albacualf típico</i>	Vw
<i>San Luis</i>	Nueve Lagunas	<i>Epiacualf aérico-úmbrico</i>	Vw
<i>Rincón de Corrientes</i>	Chavaría Fpp*	<i>Psammacuent típico</i>	IVw

(*) Fpp = fase por profundidad; CCU, clase de capacidad de uso del suelo (varía de I a VIII).

3.5. Acceso digital a la información

Adicionalmente, para la divulgación y compartir resultados con los productores de forma remota, se generó una herramienta de consulta georreferenciada. Se realizó la programación y desarrollo de un portal Web de mapas, mediante código HTML, JavaScript y CSS. El Sitio Web se encuentra alojado en un servidor gratuito (<https://www.000webhost.com>). Se puede ingresar mediante el siguiente enlace <https://rrnn-eea-inta-corrientes.000webhostapp.com>. Como herramienta principal para desplegar los mapas se utilizó la librería JavaScript leaflet 1.9.4 (<https://leafletjs.com/>). Se diseñó una página principal con la lista de las estancias del proyecto y un enlace de código QR a sus respectivos mapas informativos (Figura 3.5.1). En el diseño, se transformaron los archivos de lenguaje de marcado de Keyhole (KML), cuya información contiene la ubicación de los límites perimetrales de los potreros (tratados y testigos), a un formato geojson que puede ser leído mediante código JavaScript.



Figura 3.5.1. Página principal del sitio Web (izquierda) y Código QR para acceso directo al portal Web de mapas (derecha).

Se buscó que cada mapa muestre los resultados de los análisis de los suelos (P, N, Ca, Mg, K, Al, H, T, DAP, pH, ce, MO, CO y otros), geolocalizándolos para cada estancia participante en el proyecto de carbono (El Molino, Euzkadi, María Blanca, Merceditas, Metanoia, Rincón de Corrientes, San Luis, Santa María, Sarandí y Tres Luceros). Para cada instancia de mapa se determinaron: los límites de visualización, se desplegaron los perímetros de los potreros, y se añadieron puntos GPS clasificados en colores donde cada uno puede desplegar la información referenciada a sus resultados en formato de gráfico (Figura 3.5.2).

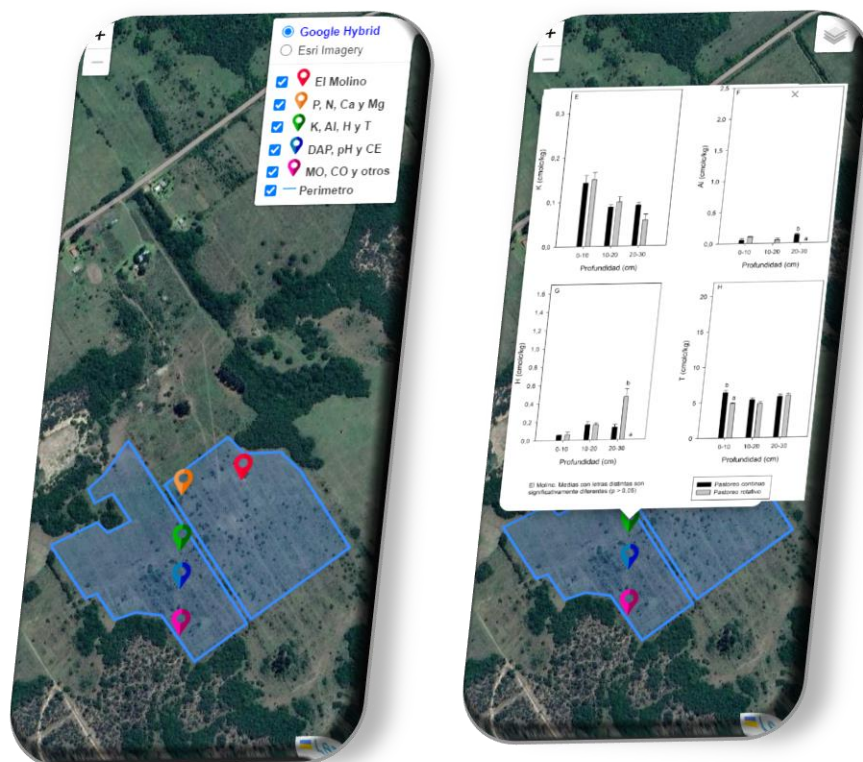


Figura 3.5.2. Mapa de potreros y puntos (izquierda) con el despliegue de información (derecha).

3.6. Muestreo de suelos y variables analizadas

Las muestras se tomaron entre noviembre y diciembre de 2022. Se extrajeron en sitios con sistema de pastoreo convencional (manejo tradicional) y en sitios con manejo no convencional o diferenciado, con 3 repeticiones. Las muestras se tomaron en 3 profundidades (0-10cm, 10-20cm y 20-30cm) de la superficie del suelo. Las tomas se realizaron de forma aleatoria previa identificación de las series de suelo de cada sitio, replicando el procedimiento en las repeticiones de los testigos (cuando fue posible en la misma propiedad y cuando no fue posible en un campo vecino no muy alejado). En total, para los análisis de laboratorio se tomaron 414 muestras de suelo, 207 disturbadas y otras 207 no disturbadas. En detalle, las muestras se tomaron en cada campo, en 8 campos y de forma apareada, tratamiento y testigo (2), en tres repeticiones (3) y a tres profundidades (3), es decir $8 \times 2 \times 3 \times 3 = 144$. A lo que se sumaron dos casos particulares, en un caso tenían distinto inicio de manejo del sistema diferente (Rincón de Corrientes) $1 \times 3 \times 3 \times 3 = 27$ y otro caso donde el ambiente estaba fuertemente afectado por erosión hídrica reticular en lomos y surcos (San Luis) donde se muestrearon ambas situaciones por separado $1 \times 4 \times 3 \times 3 = 36$ ($144 + 27 + 36$). Los tres sistemas evaluados fueron rotativo, holístico y Voisin, no se pretendió comparar entre ellos dado que están sobre suelos y situaciones de

ambientes totalmente diferentes, el estudio solo pretendió dilucidar si el cambio de manejo afecta al pastizal, al suelo y la magnitud de dichos cambios. Las muestras fueron guardadas en bolsas nuevas y limpias, etiquetadas y llevadas al laboratorio de suelos, aguas y vegetales del grupo recursos naturales de la estación experimental del INTA Corrientes, ruta 12 km 1008, CP 3416. El Sombrero, Corrientes. Allí se procedió al acondicionamiento y procesamiento de las mismas. En el laboratorio se hicieron 16 determinaciones diferentes con cada muestra. Se analizaron variables físicas (textura, densidad aparente, estabilidad de agregados) y químicas (C, N, carbono orgánico particulado, N particulado, carbono orgánico asociado a la fracción fina y N orgánico asociado a la fracción fina, pH, conductividad eléctrica, P, Ca, Mg y K) y respiración.

Detalle de los Análisis en el laboratorio:

Color del suelo. En seco y en húmedo (mediante tabla de Munsell).

Densidad aparente. La densidad aparente (Dap) es la relación de la masa al volumen de un suelo en su estado natural; es decir, el volumen que ocupan las partículas y los poros (Porta, 1986). Después de recoger las muestras en el campo con cilindros de acero inoxidable de 10 cm de longitud y 10 cm de diámetro se divide el valor de la masa (masa seca en estufa a 105 °C) por el volumen de la muestra (volumen del cilindro); se obtiene así la Dap expresada en Mg m⁻³ (Plà Sentís, 1983).

Análisis granulométrico (textura). El objetivo de la determinación de la composición granulométrica del suelo es obtener la distribución porcentual de las partículas minerales del suelo según su tamaño, a partir de la cual se deduce su textura. Las fracciones superiores a 50 micrómetros (arena fina y arena gruesa) se separaron por tamizado y las inferiores a este diámetro (limos y arcillas) con método densimétrico de Bouyoucous (Dewis y Freitas, 1970), siguiendo la ley de Stokes relativa a la diferente velocidad de sedimentación de las partículas según su tamaño en un medio líquido (Klute, 1986).

Estabilidad de los agregados al agua. Se determinó mediante el método de Kemper & Rosenau (Klute, 1986).

pH en agua por el método potenciométrico. Se utiliza un potenciómetro; Para la medición, se introducen los electrodos en el líquido sobrenadante, evitando la formación de burbujas (Sparks, 1996). El pH fue medido en agua destilada y corresponde a la acidez activa, es decir a la concentración de iones H⁺ en solución. Mientras que la acidez potencial, se midió utilizando una solución salina de KCl y abarca los protones (H⁺) y los cationes ácidos (Al⁺³, Fe⁺³, Mn⁺²) presentes en el complejo de intercambio.

Conductividad eléctrica. En suspensión de suelo y agua destilada en relación 1:5 Se utiliza un conductímetro de mesa. Para la medición, se introdujeron los electrodos en el líquido sobrenadante, evitando la formación de burbujas (Sparks, 1996).

Cationes cambiabiles. Se realiza un extracto con acetato de amonio a pH 7. La determinación de calcio y magnesio se realiza mediante complejometría por EDTA y la determinación de potasio y sodio por fotometría de llama.

Carbono edáfico. El carbono se obtiene mediante la oxidación sulfocrómica en suelos, la misma se basa en una oxidación húmeda mediante el método de Walkey & Black (norma IRAM-SAGPYA 29571-2).

Nitrógeno total edáfico. El N total del suelo (NTS) se obtiene mediante oxidación húmeda por el método de Kjeldahl. Dada la relativa baja cantidad usual de N inorgánico ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$), casi todo el NTS se encuentra en forma orgánica. (norma IRAM-SAGPYA 29572).

Fósforo extraíble (considerado asimilable). La extracción del llamado P asimilable (Pas) con HCl 0,025 M y NH_4F 0,03 M (pH <2,6), usando una relación suelo:extractante de 1:7; la determinación del P disuelto se efectúa por espectrometría de absorción molecular a 880 nm, empleando el método de azul de molibdeno (norma IRAM 29570-1).

Fracciones de la materia orgánica del suelo (carbono particulado y nitrógeno particulado). Para determinar las fracciones de la MOS se realizó un fraccionamiento físico (granulométrico) basado en que la MOS asociada a las partículas minerales con diferentes tamaños difieren en composición mineralógica, estructura y función (Christensen, 1992). Mientras que las partículas del tamaño de la arena presentan afinidades muy débiles con la MOS, las del tamaño del limo y, sobre todo, de las arcillas presentan numerosos sitios reactivos donde la MOS se adsorbe fuertemente (Lützow et al., 2007), pudiendo formar agregados, pero que se destruyen durante el proceso de cribado (o mediante impactos con bolitas de vidrio). Por tanto, se considera más lábil la fracción de la MOS que está inmersa en las partículas del tamaño de la arena que aquella que está dentro de los agregados del tamaño de limo y de arcillas (Hassink et al., 1997), a no ser que formen agregados estables, en cuyo caso sería al contrario (Gallardo Lancho, 2016). Del método original de Cambardella y Elliot (1993) se reemplaza la dispersión química por una dispersión mecánica mediante agitación en agua con bolitas de vidrio (Bruckert et al., 1978; Feller, 1979; Andreux et al., 1980). Se pesan 50 g de suelo (<2 mm) y se agregaron 250 mL de agua y 10 bolitas de vidrio de 3,0 mm de diámetro; luego se procede a una agitación durante 6 h en un agitador vaivén. El tamizado se realiza con un tamiz de 53 μm de abertura de malla mediante movimientos de vaivén hasta que el agua de salida a través de éste resultase limpia (tiempo medio aproximado de 15-20 minutos). Se recoge la fracción >53 μm (que no atravesó la malla), se la seca en estufa a 105 °C hasta peso constante, se pesa y se determina el contenido de los nutrientes (C y N) que se requiere, según metodología explicada anteriormente. A esta fracción de carbono (C) se la llama C orgánico particulado (COP); nitrógeno particulado (NOP).

Respiración. Determinación del desprendimiento de CO₂ en incubaciones aeróbicas de suelo. La metodología se basa en que el CO₂ producido es absorbido en una disolución de hidróxido de sodio (NaOH) que es posteriormente valorada por titulación (Ohlinger, 1996).

Stock de carbono. Se calculó hasta los 30 cm de profundidad, considerando el contenido de C orgánico y la densidad aparente para cada profundidad, con el método de la masa equivalente propuesta por Solomon et al. (2002).

3.7. Evaluación del componente vegetal

El componente vegetal fue relevado, en forma apareada, en los 10 sitios donde se tomaron las muestras de suelo. En cada sitio se evaluó la situación con pastoreo “alternativo” y el testigo (manejo tradicional), totalizando 20 relevamientos. La cobertura aérea (Composición botánica y grupos funcionales) se realizó utilizando el método de intercepción de puntos, modificada de Levy y Madden (1933). Esta evaluación se realizó sobre 3 transectas, donde en cada una se desplegó una cinta métrica, con la que cada 40 cm se bajó una aguja y se registró lo interceptado de acuerdo con las siguientes reglas:

Toque en vegetación: se registró el nombre científico de la especie. Cuando no se conoce la especie, pero con certeza del género se anotó como genérica (ej: *Stipa* spp). Cuando no se conocía el género se registró el grupo funcional: gramínea, hierba, leñosa. Cuando la planta presentaba el material vegetal muerto, pero aún arraigado al suelo, se registró como “Muerto en pie”. Para “toques” no vegetados se registró alguna de las siguientes categorías: Mantillo (material vegetal muerto y suelto sobre el suelo), deposiciones fecales, bosta (excremento o boñiga) y suelo desnudo.

Especies acompañantes. Luego de la lectura en las transectas se recorrió el área entre ellas y se anotaron todas las especies presentes no registradas por las agujas. A partir de estas mediciones se calculó la riqueza de especies vegetales.

También se registró la altura del canopeo de la vegetación (sin considerar las cañas florales). Las mediciones se realizaron con una regla graduada (en cm) a lo largo de las 3 transectas, registrándose cada 2 metros, es decir en los toques correspondientes a los 200 cm, 400 cm, 600 cm, etc. Por lo tanto, se tomaron 15 datos de altura por transecta (45 en total). La cobertura basal de matas también fue registrada de la siguiente manera, en la colocación de la cinta métrica, en el inicio se estableció el 0, al recorrer la cinta, usando la aguja se proyectó una línea vertical al suelo, donde se registró el inicio y el fin de cada parche (es decir la “mata” del pastizal). Se tuvo en cuenta solamente la cobertura basal y no la proyección aérea. Para la fisionomía y el grado de utilización se utilizó una escala visual (Figura 3.7.1). También se evaluaron forma visual otros indicadores, cada uno con su correspondiente escala: Abundancia de mantillo, grado de

incorporación del mantillo (contacto mantillo-suelo), cobertura vegetal, costra biológica (criptógamas. Musgos, líquenes), evidencia de microfauna, descomposición de las deposiciones fecales (bostas), vigor de las gramíneas, vigor de los arbustos, vigor especie forrajera clave, presencia de hormigueros.

Se calculó la riqueza, diversidad y equitatividad de especies. El índice de Shannon-Weaver (H) es uno de los más utilizados para evaluar la biodiversidad específica, y utiliza la riqueza de especies y su abundancia relativa para reflejar la uniformidad de una determinada comunidad. Este índice indica el grado de incertidumbre al seleccionar un individuo al azar de una comunidad. En comunidades muy homogéneas, donde hay una o dos especies que representen prácticamente toda la población el grado de incertidumbre será bajo pues la probabilidad de que la especie seleccionada sea una de las dominantes es muy alta. Por otra parte, si todas las especies están igualmente representadas, la probabilidad de que al escoger un individuo al azar sea de una especie en concreto será mucho más baja. El índice H tiene un valor de 0, cuando solo hay una única especie y un máximo cercano a 5 para los ecosistemas con más diversidad. Hay situaciones excepcionales en las que podría ser mayor pues este índice no tiene un máximo definido. Su cálculo se determina siguiendo la siguiente fórmula: $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$ Donde S representa la riqueza específica y p_i las abundancias relativas de cada especie (i).

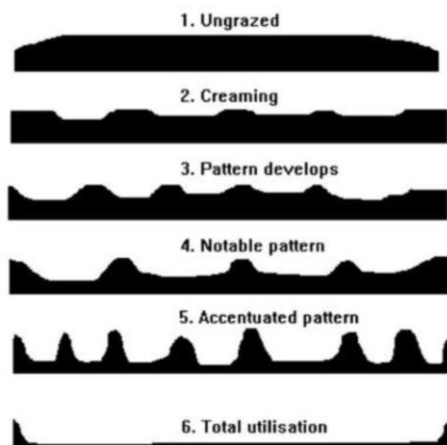


Figura 3.7.1. Diferentes estados de la utilización de praderas y pastizales (Daines 1980). Donde, 1 – no pastoreado (0% de utilización), 2 – levemente pastoreado (0-20%), 3 – pastoreo incipiente (20-40 %), 4 – pastoreo óptimo (40-60%), 5 – pastoreo intenso (60-80%), 6 – pastoreo severo-crítico (+de 80%).

Por otro lado, el índice de Pielou (J) (Pielou, 1969) mide la equidad (evenness), es decir, el nivel de diversidad presente en una determinada área en relación con la máxima diversidad que se podría esperar, teniendo en cuenta que se considera más diverso un ecosistema si las especies se encuentran en abundancias similares. Por lo tanto, este índice, que varía de 0 a 1, tendrá un valor de 1 si todas las especies son igualmente abundantes y valores que irán

acercándose a 0, cuando la distribución de las especies sea menos equitativa y existan especies muy sobre-representadas. Cuanto mayor sea el índice de Pielou (J) indica que las especies están mejor repartidas. Su cálculo se determina siguiendo la siguiente fórmula: $J' = H' / H'_{max}$ Donde H' corresponde al índice de Shannon y H'_{max} ($H'_{max} = \ln S$) representa la diversidad máxima, donde todas las especies presentes estuvieran representadas por igual.

4. RESULTADOS.

4.1. Establecimiento El Molino

Localización y cartografía del establecimiento El Molino

Se localizaron y cartografiaron los potreros de todo el establecimiento El Molino en el Dpto. San Roque (Figura 4.1.1).

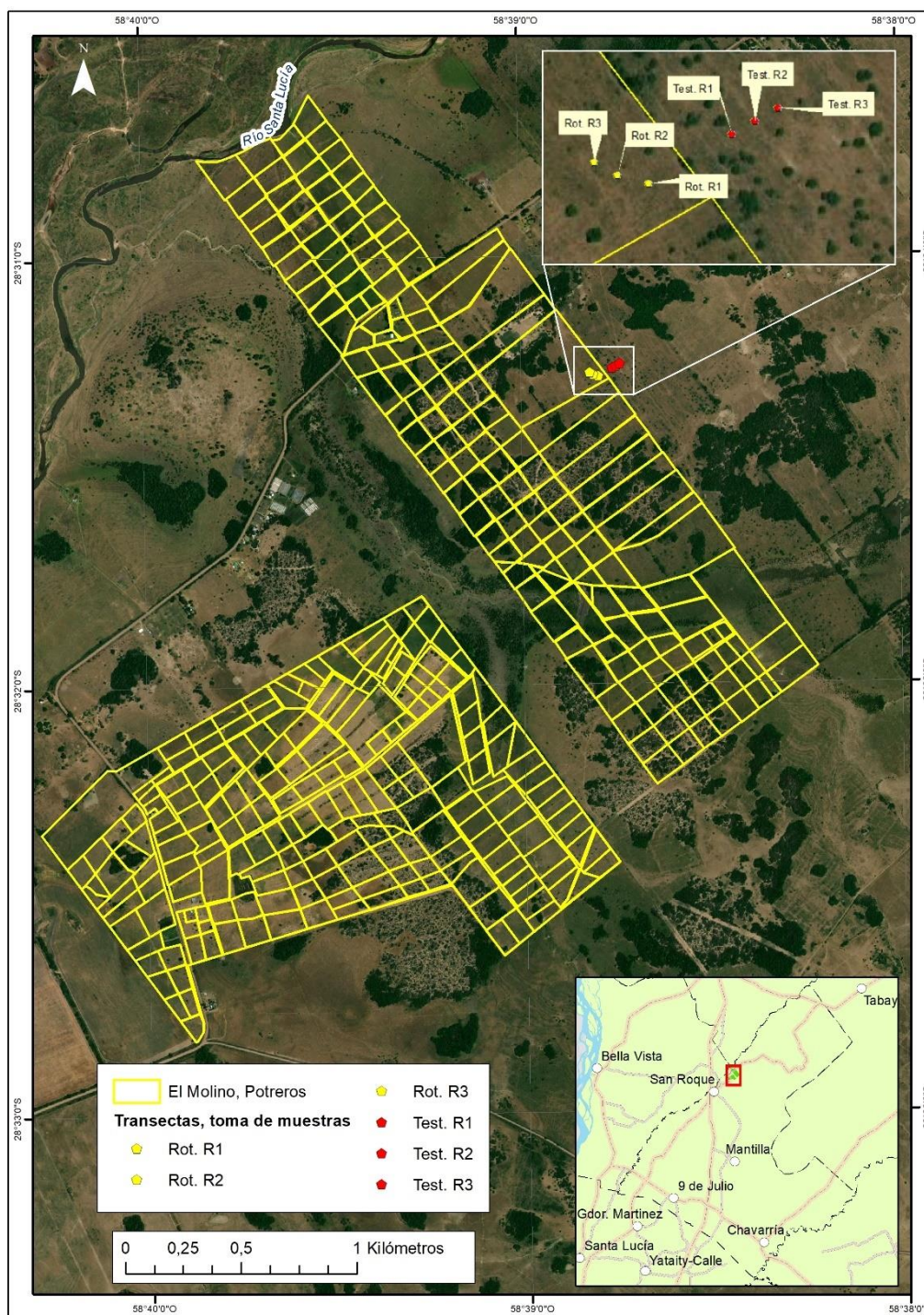


Figura 4.1.1. División de potreros en el Establecimiento El Molino, en el Departamento San Roque, Corrientes

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.1.2).

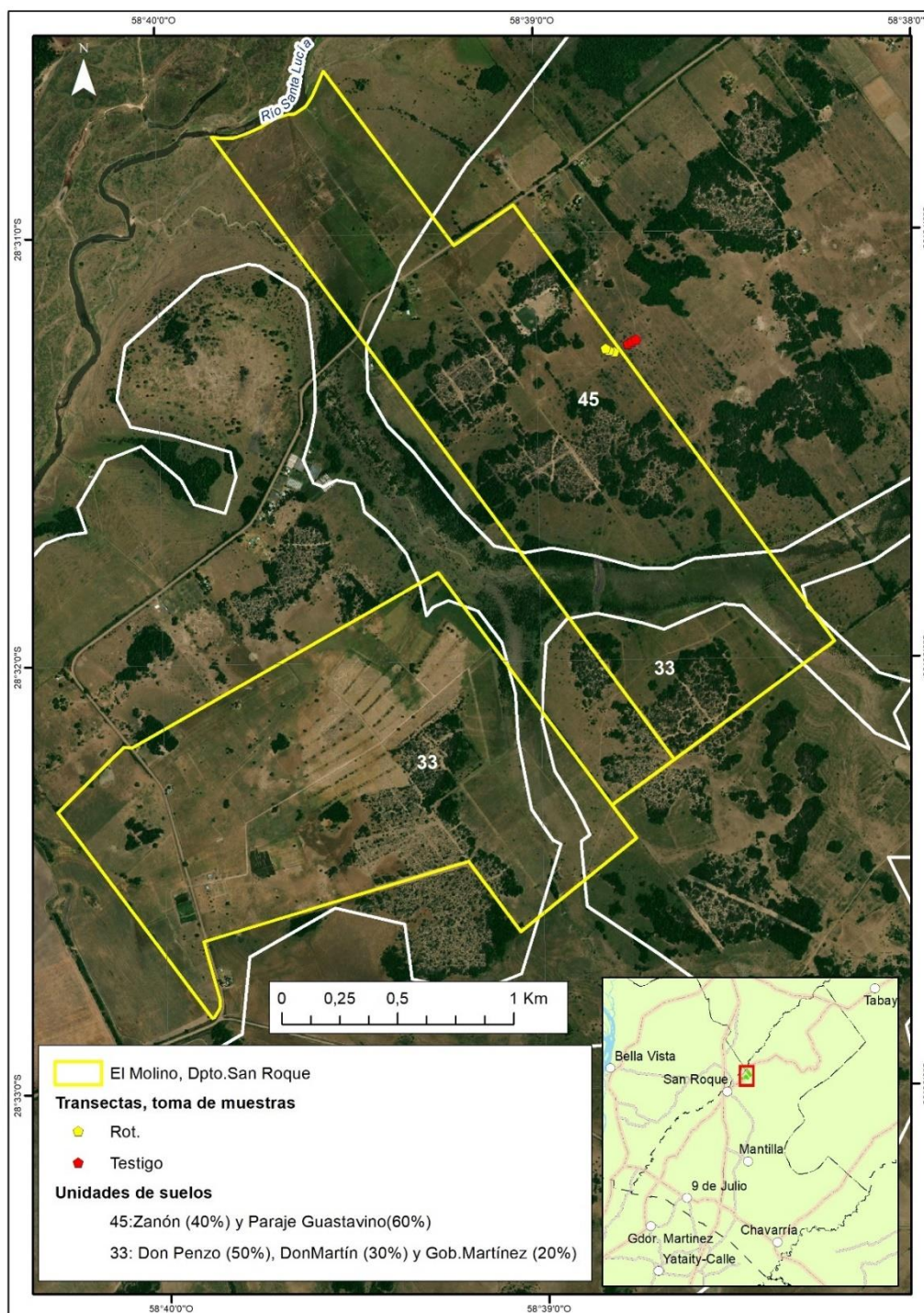


Figura 4.1.2. Suelos en el establecimiento El Molino, en el Departamento San Roque y sitios donde se tomaron las muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento El Molino

Este relevamiento resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras. busca caracterizar el estado de estos.

Historial/antecedentes del potrero

Desde el año en que se adquirió el potrero venía con pastoreo continuo, pero se estima más de 100 años. Se comenzó con el manejo diferente en el año 2019. El potrero tuvo un uso de pastoreo continuo desde sus inicios. Se realizaron como prácticas y laboreos la asignación de carga y descansos; también se realizaron las parcelas e instalación de aguadas. Se logró una mejora del pastizal con este manejo y se debe a una notable recuperación del pasto, sobre todo los más palatables para la hacienda. La principal actividad ganadera del potrero es la Recría. La carga animal utilizada durante los últimos años en este potrero es de 0,9 EV / ha. No se observó una disminución en la producción del pastizal, en los años secos sí, por cuestiones climáticas. El potrero cuenta con descansos de alrededor de 30-40 días en época primavera estival; y se está en proceso de lograr alrededor de 70 días en invierno. La carga instantanea de los potreros es de 35 EV/ha en invierno; y de 70 EV/ha en época primavera estival. El Establecimiento cuenta con una densidad en el módulo de 0,55 (superficie del módulo / cantidad de potreros); es decir que cuenta con 510 ha divididas en 283 potreros que se van ajustando de acuerdo con carga y época del año.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

En este establecimiento, 5 de los 19 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.1.3).

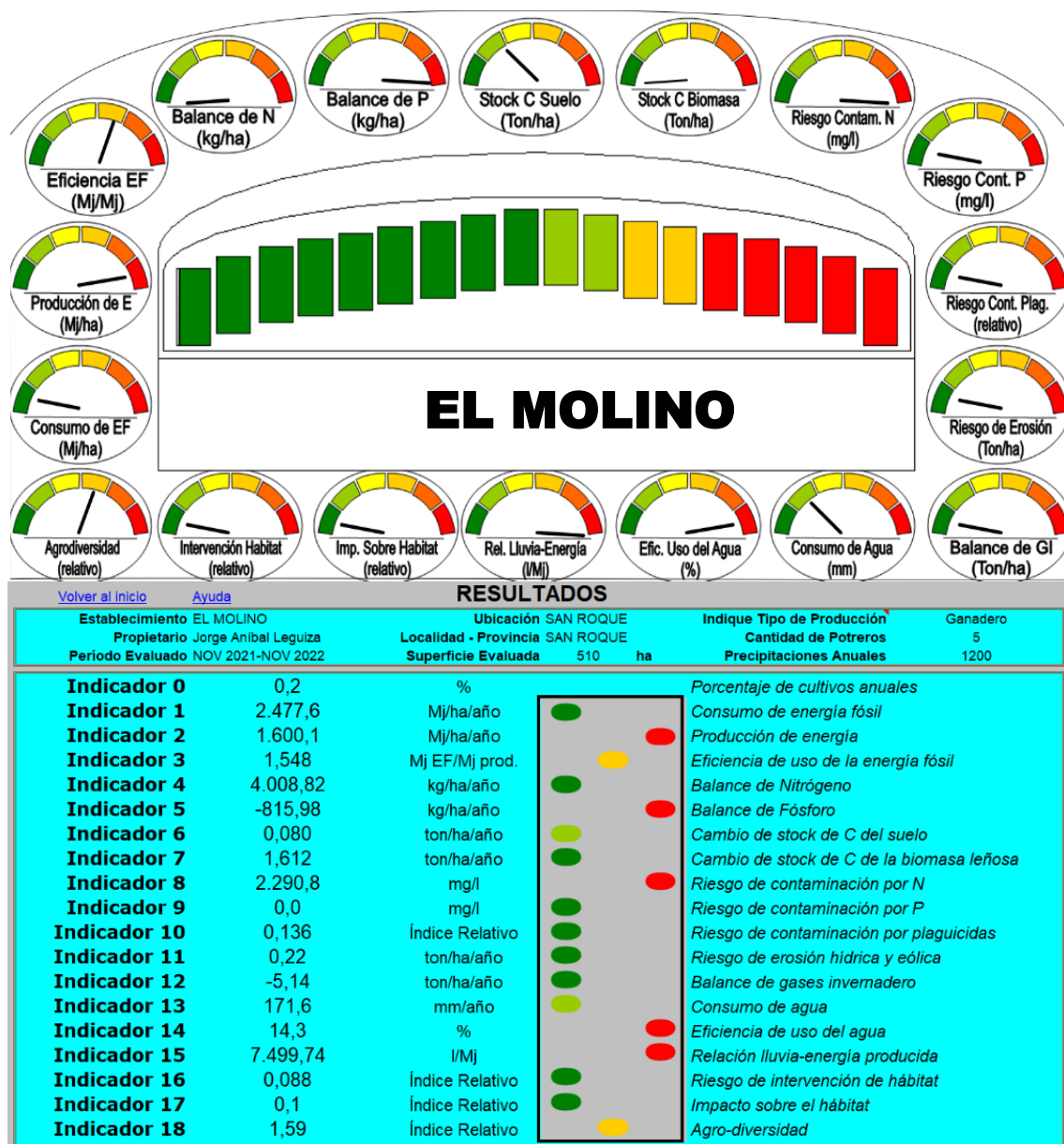


Figura 4.1.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el Establecimiento El Molino.

Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja. El balance de fósforo es deficitario, básicamente debido a: la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo y a la exportación de dicho elemento en el tejido óseo (principalmente) cuando se venden los animales. Si bien el riesgo de contaminación por N es alto, dada las elevadas precipitaciones, el productor no realiza fertilizaciones nitrogenadas. Sumado a ello, el pastoreo rotativo en este establecimiento permite aprovechar e incorporar de manera

eficiente el N de las heces, reduciendo en realidad el riesgo de contaminación. La eficiencia del uso del agua es baja, representando el consumo de agua frente al total de la lluvia recibida anualmente. La relación entre las precipitaciones y la energía producida es alta, indicando baja eficiencia en la producción de energía de este sistema ganadero (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente que la actividad agrícola), dado sobre todo a las abundantes precipitaciones. Por último, con relación a la agro-diversidad, el modelo no reporta un valor adecuado, ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.1.1).

Los resultados de las determinaciones del color del suelo, color tanto en seco como en húmedo, de los sitios tratados como del testigo, son iguales, aportando más evidencias de que se trata de la misma serie de suelo. No existen diferencias en la HUE (10YR), para ningún caso (Tabla 4.1.2). Solamente se registraron mínimas variaciones de chroma y value, que se fueron haciendo imperceptibles con la profundidad de muestreo.

Tabla 4.1.1. Textura de las muestras analizadas en el Establecimiento El Molino (Depto. de San Roque).

Manejo	Profundidad	Textura
Rotativo	0-10 cm	Franco arenoso
	10-20 cm	Franco arenoso
	20-30 cm	Franco arenoso
Continuo	0-10 cm	Franco arenoso
	10-20 cm	Franco arenoso
	20-30 cm	Franco arenoso

Las muestras 0 a 10 cm, presentaron un color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; y en seco un color gris a gris claro en ambos sitios evaluados. De 10 a 20 cm se presenta un color gris muy oscuro en ambos sitios, en húmedo; y en seco, ambos sitios con color gris en esa profundidad. En la última profundidad (20 a 30 cm) en húmedo se presenta un color gris muy oscuro en ambos sitios, mientras que, en seco, también se notó un color gris oscuro.

La densidad aparente superficial fue mayor en pastoreo rotativo a la profundidad de 0-10. (Figura 4.1.4 A). El pH (en KCl) fue mayor en el sitio tratado respecto al testigo hasta los 30 cm (Figura 4.1.4 C). El resto de las variables no presentaron diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.1.4 A-D).

Tabla 4.1.2. Detalle del color (en seco y en húmedo) de las muestras tomadas en el Establecimiento El Molino (Depto. De San Roque).

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10YR6/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2

10-20 cm	Rotativo	10YR5/1	10YR3/2
		10YR6/1	10YR3/2
		10YR5/1	10YR3/2
	Continuo	10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/2
	Rotativo	10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
20-30 cm	Continuo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR4/1	10YR3/2
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1

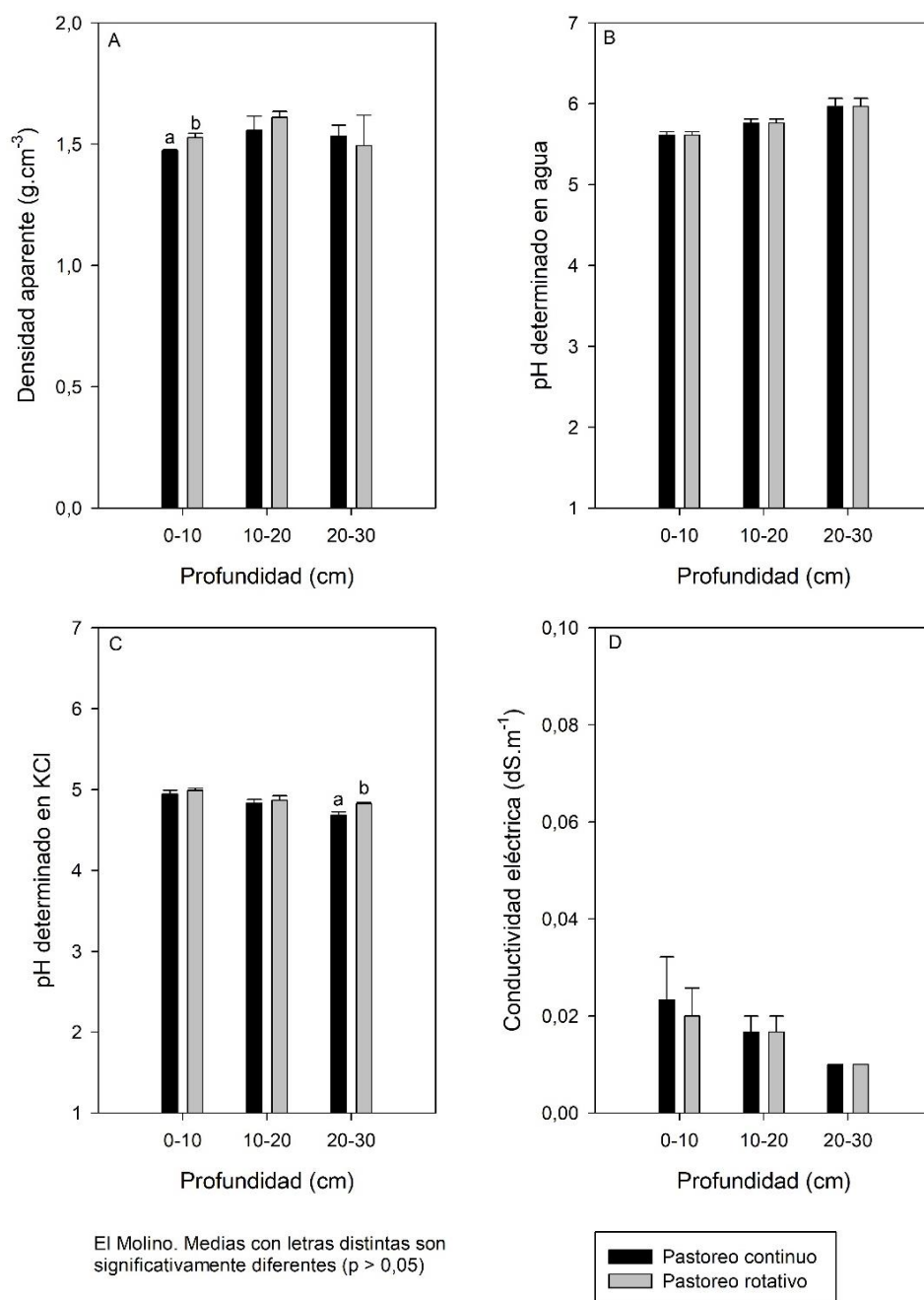


Figura 4.1.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0-10, de 10 a 20 y de 20 a 30cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

El fósforo particulado (ppm) es significativamente mayor en el sitio testigo frente al sitio con pastoreo rotativo. (Figura 4.1.5 E). También se encontró diferencias significativamente mayores en la respiración del sitio con pastoreo continuo, frente al pastoreo rotativo (Figura 4.1.5 G). las demás variables no registraron diferencias significativas (Figuras 4.1.5 A, B, C, D y F).

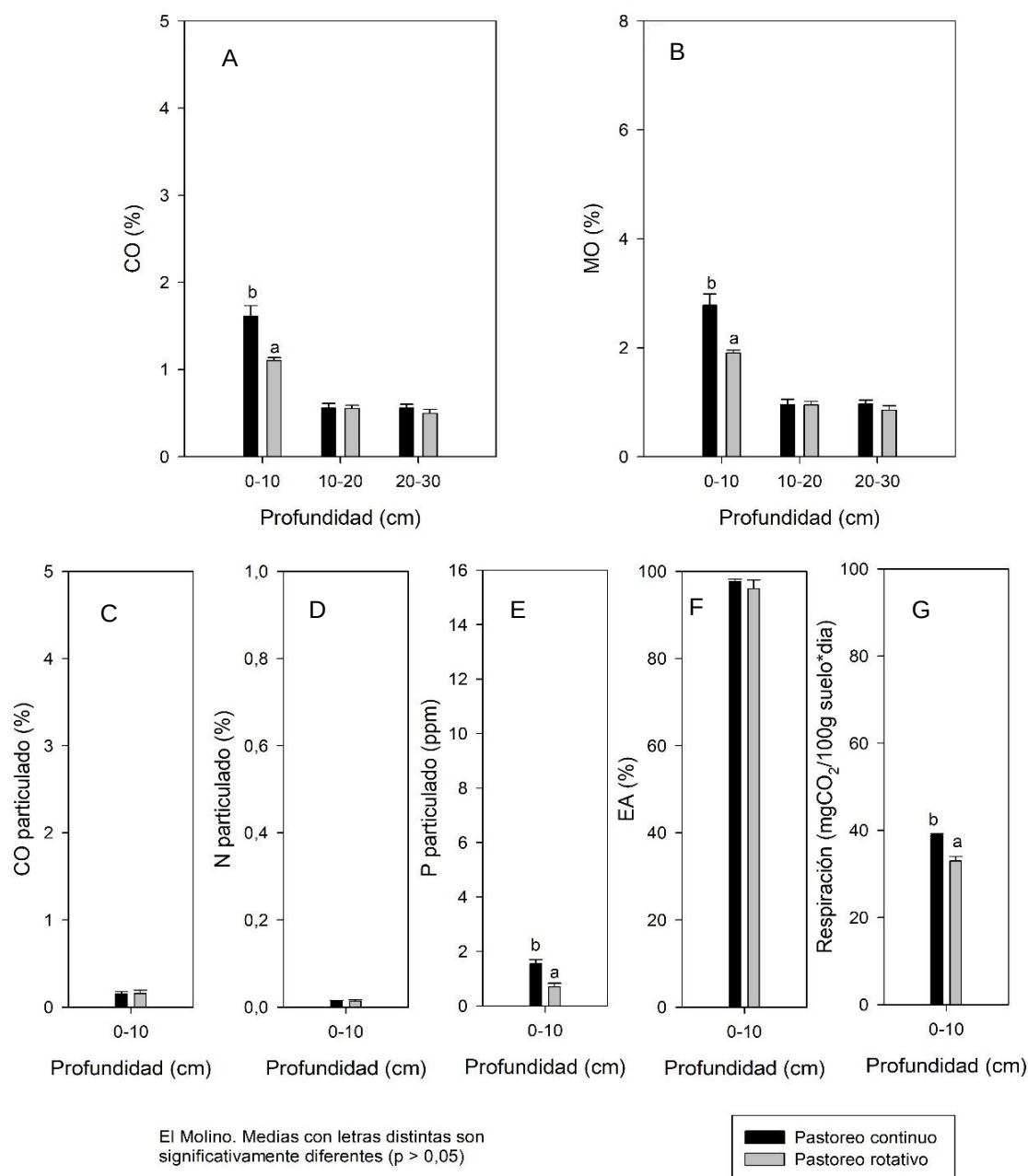


Figura 4.1.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, (CO) Carbono orgánico (A) y (MO) materia orgánica (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

Existen diferencias significativas entre el sitio tratado y el sitio testigo (Figura 4.1.6). Se aprecia que el sitio testigo (Pastoreo Continuo) posee un mayor valor en cuanto al stock de C, frente al sitio tratado (Pastoreo Rotativo).

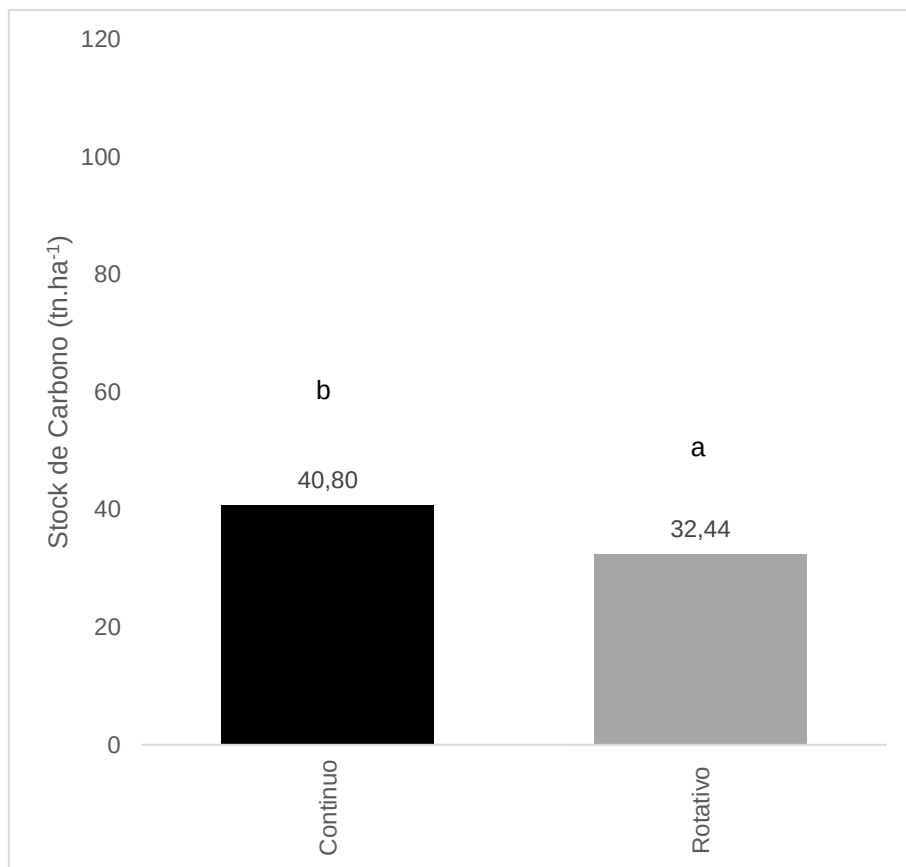


Figura 4.1.6. Stock de Carbono (tn. ha⁻¹) en el Establecimiento El Molino (Dpto. de San Roque).

El N (%) fue significativamente más alto en el pastoreo continuo frente al sitio tratado de 0-10 cm de profundidad (Figura 4.1.7 B). El Ca (cmolc/Kg) fue significativamente mayor en el sitio testigo frente al sitio tratado en las profundidades de 0-10 y 10-20 cm respectivamente (Figura 4.1.7 C). También se registraron diferencias significativas en el Mg (cmolc/Kg), donde el sitio testigo fue mayor al sitio tratado (Figura 4.1.7 D). el P (ppm) no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Figura 4.1.7 A).

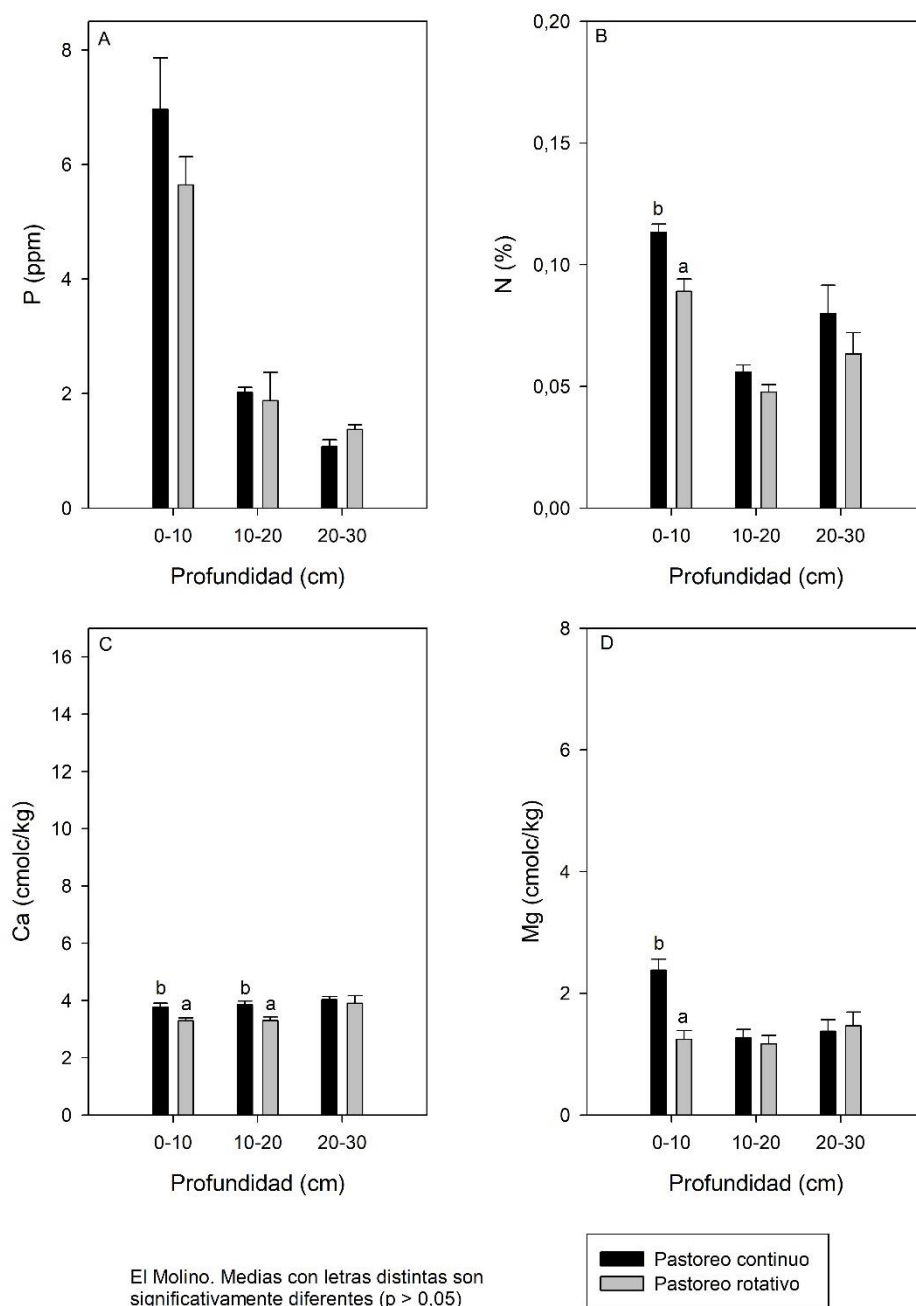


Figura 4.1.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

El K (cmolc/Kg) no presentó diferencias significativas entre los sitios evaluados (Figura 4.1.8 A). El Al (cmolc/Kg), fue significativamente mayor en el sitio testigo a 20 a 30 cm de profundidad frente al sitio tratado (Figura 4.1.8 B). El H (cmolc/Kg) fue significativamente mayor en el sitio tratado a 20 a 30 cm de profundidad frente al sitio testigo (Figura 4.1.8 C). El valor T fue

significativamente mayor en el sitio testigo a 0 a 10 cm de profundidad, frente al sitio tratado (Figura 4.1.8 D).

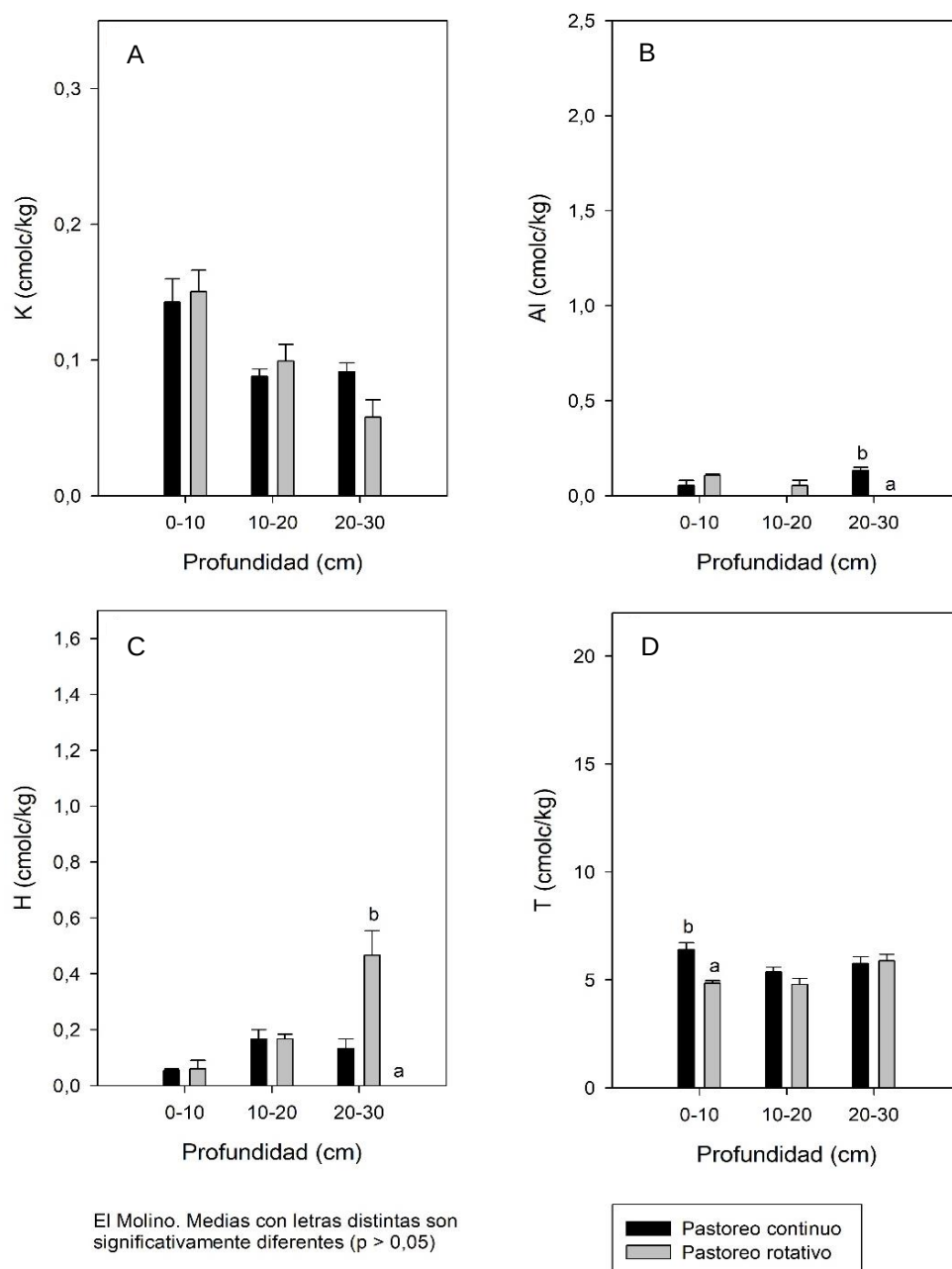


Figura 4.1.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Acidez (H) (C) y Capacidad de Intercambio catiónico (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

Los indicadores del componente vegetal en el sitio tratado indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con buena cobertura del suelo, escasa actividad biológica y presencia de hormigueros (Tabla 4.1.3). La dominancia de malezas es notable, seguida por especies de pastos (Figura 4.1.8), de muy baja altura en inferioridad de las malezas, con muy bajo vigor (Figura 4.1.9). También se evidencia presencia de microfauna, pero poca descomposición de deposiciones fecales y mucho material muerto seco en pie (Tabla 4.1.3).

Tabla 4.1.3. Indicadores visuales en pastoreo rotativo, en el Establecimiento El Molino.

Indicadores		
Cantidad de Mantillo		Poco
Incorporación Mantillo		Bajo
Cobertura Vegetal	80% (40% <i>Vernonia sp.</i>)	
Costra biológica		no
Microfauna		si
Descomposición de deposiciones fecales		poca
Vigor de gramíneas		bajo
Especie Clave		
Hormigueros		si
% muerto/vivo		80/20
% Matas		0%
Diámetro promedio de matas		0 cm
Altura promedio		24,1 cm

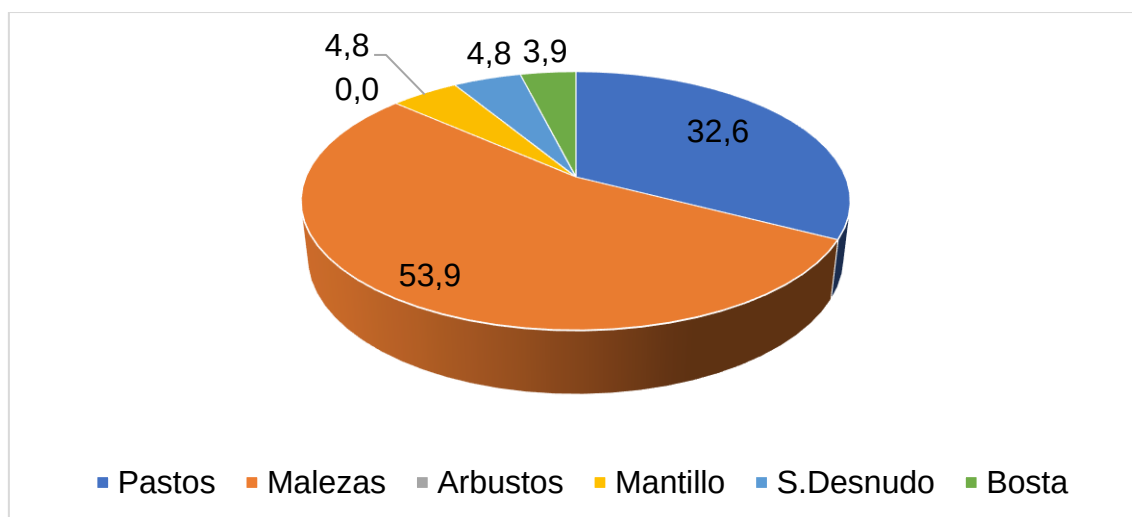


Figura 4.1.9. Distribución porcentual de la cobertura aérea en pastoreo rotativo, Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque).

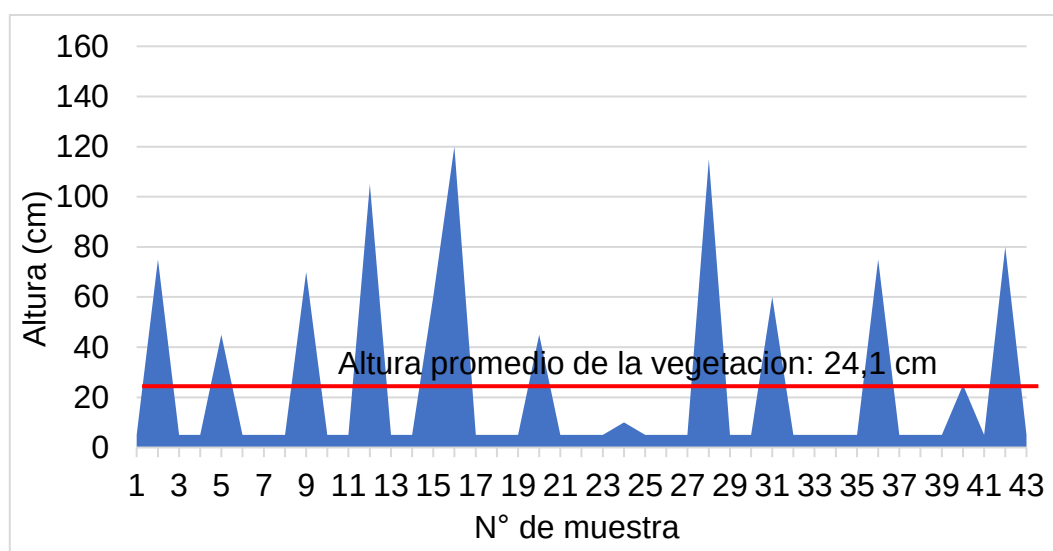


Figura 4.1.10. Altura de la vegetación en pastoreo rotativo, Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque).

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan menos de un tercio del total de especies identificadas, con dominio claro de otras familias (malezas). Las leguminosas estuvieron escasamente representadas (Tabla 4.1.4). El pastizal evaluado, presentó diversidad media alta y relativamente buena equidad (Tabla 4.1.6).

Tabla 4.1.4. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con manejo rotativo en el Establecimiento El Molino. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	6	4 gramíneas C4 y 2 C3 o invernales
Otras	20	3 leguminosas, 2 Ciperáceas y 15 de otras familias
TOTAL	26	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/ Diversidad	3,68	
Índice de Pielou (J)/ Equitatividad	0,78	

Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con buena cobertura del suelo y escasa actividad biológica (Tabla 4.1.5). Se presenta dominado por malezas 40% (Figura 4.1.11), seguidas de pastos de porte bajo, en un estrato inferior al de las malezas (Figura 4.1.12).

Tabla 4.1.5. Indicadores Visuales en pastoreo continuo, Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque).

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	80% (40% <i>Vernonia</i>)

Costra biológica	no
Microfauna	si
Descomposición de deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	bajo
Especie Clave	<i>Paspalum notatum</i>
Hormigueros	si
% muerto/vivo	80/20
% matas	0%
Tamaño medio	0 cm
Altura promedio	18,4 cm

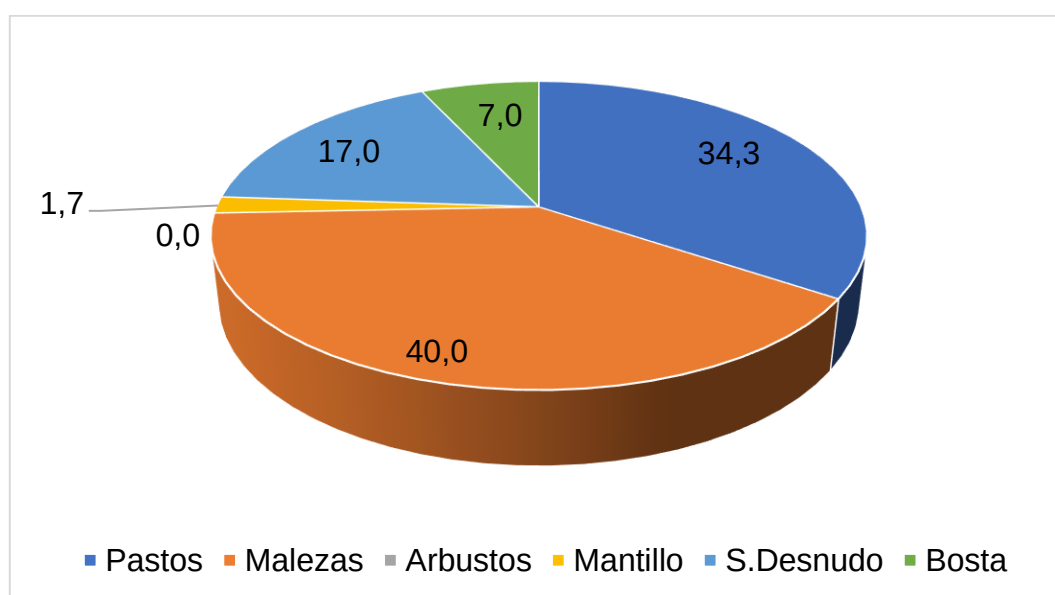


Figura 4.1.11. Distribución porcentual de la cobertura aérea en pastoreo continuo, Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque).

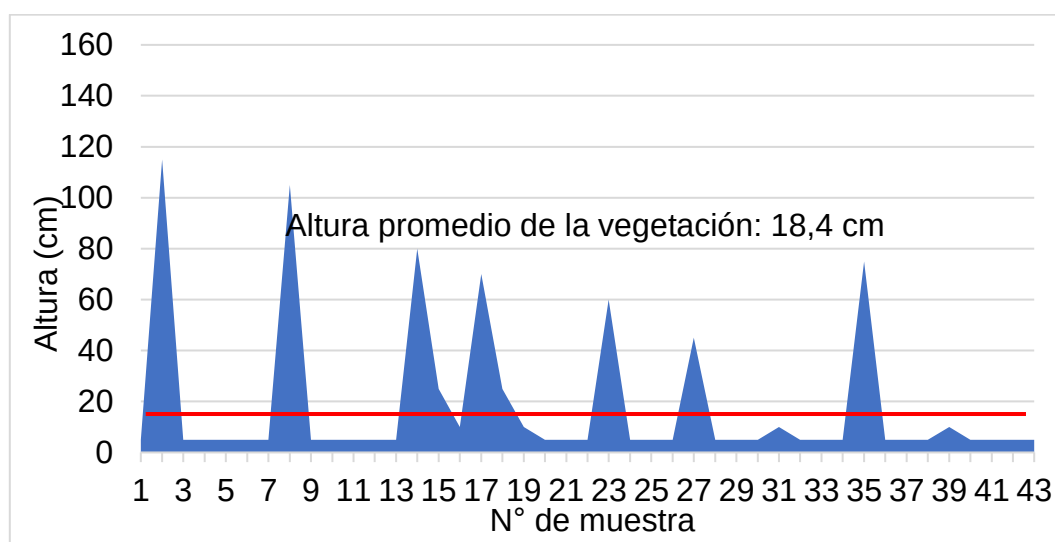


Figura 4.1.12. Altura de la vegetación en pastoreo continuo, Establecimiento El Molino (Dpto. San Roque).

Con respecto a la composición de especies en el testigo, se encontró que las gramíneas representan aproximadamente el 30% de todas las especies identificadas, con solo 2 especies del grupo funcional C4. Las leguminosas estuvieron a la par de las gramíneas en número de especies encontradas (Tabla 4.1.6). El pastizal evaluado bajo pastoreo continuo presentó diversidad media y relativamente buena equidad (Tabla 4.1.6).

Tabla 4.1.6. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con continuo en el Establecimiento El Molino. Los pastos de diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	3	2 gramíneas C4 y 1 C3 o invernales
Otras	10	2 leguminosas, 2 Ciperáceas y 6 de otras familias
TOTAL	13	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/ Diversidad	2,61	
Índice de Pielou (J)/ Equitatividad	0,70	

Ambos pastizales bajo manejo continuo, como rotativo estaban en mal estado, básicamente observado en la presencia de malezas (especies no deseables para el ganado) como así también por las especies forrajeras fuertemente debilitadas por la sequía transcurrida durante varios meses.

El potencial productivo de estos pastizales está por debajo de los 2000 kg de MS/ha/año y la producción carne también podemos considerar muy baja. Una posible recomendación sería continuar con el ajuste de cargas y descansos de los potreros, de acuerdo a la oferta forrajera.

4.2. Establecimiento María Blanca

Localización y cartografía del establecimiento María Blanca

Se localizaron y cartografiaron los potreros de todo el establecimiento María Blanca, Depto. Bella Vista (Figura 4.2.1).

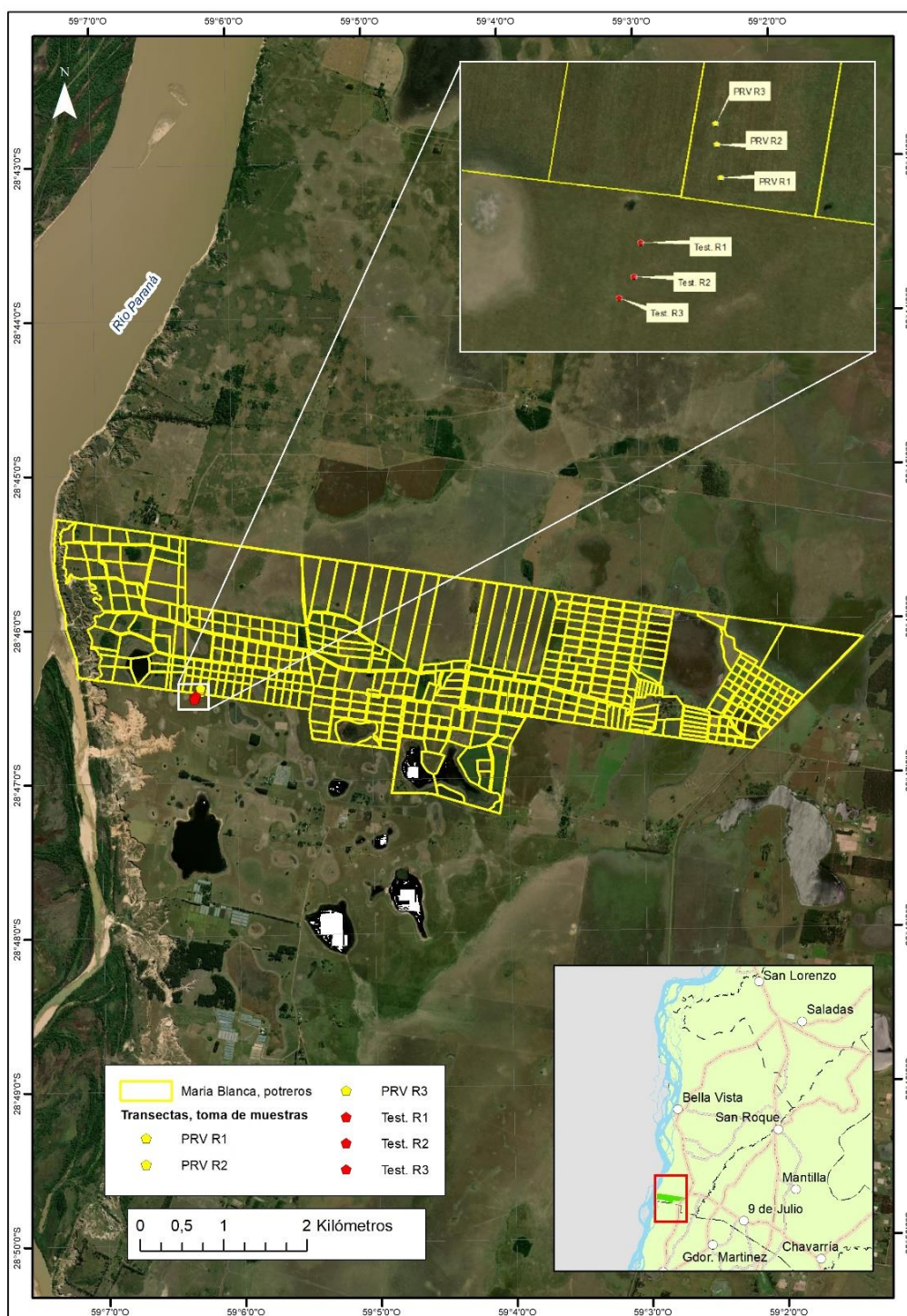


Figura 4.2.1. División de potreros en el Establecimiento María Blanca, en el Departamento Bella Vista, Corrientes.

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.2.2).

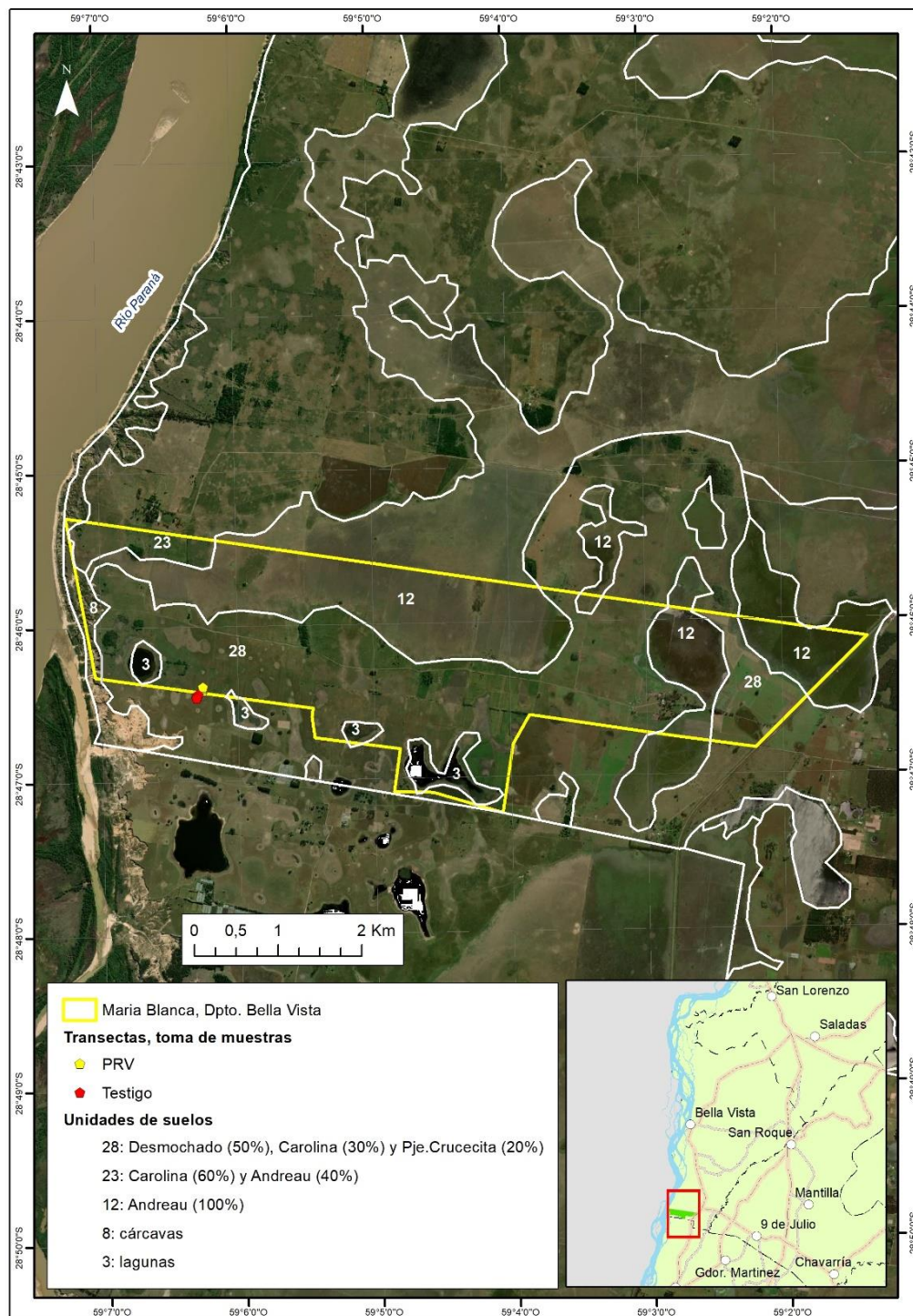


Figura 4.2.2. Suelos en el establecimiento María Blanca, en el Departamento Bella Vista y sitios donde se tomaron las muestras

La gestión del pastizal natural en el establecimiento María Blanca

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial/antecedentes del potrero

Este potrero estuvo en pastoreo continuo durante 150 años. Y a partir del año 2016 se comenzó con la implementación del Pastoreo Racional Voisin. Desde que se inició con el manejo diferente el potrero se encontraba con pastoreo continuo. Como labores se llevó a cabo la eliminación de tacurúes y acción de rabasto para desmalezar cardos. Además, se instalaron dos aguadas en el potrero de 154 ha que se subdividió en 70 lotes de 2 ha. la mejora que se logró es más que nada que las dos especies más palatables están más presentes en el tapiz y con mayor productividad y una disminución de las malezas, que pasó de ser el 50% de la superficie al 30%. Las principales actividades ganaderas del potrero son la cría y recria; con una carga animal de 0,9 EV / ha No se ha observado caída en la producción del pastizal en los últimos cinco años. El potrero cuenta con descansos de alrededor de 35 días en época primavera-estival y de 70 días en invierno. La carga instantánea del potrero es de 42 EV / ha en invierno y de 85 EV / ha en época primavera-estival. El Establecimiento cuenta con una densidad en el módulo 0,24 (superficie del módulo / cantidad de potreros) que se van ajustando de acuerdo con carga y época del año.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

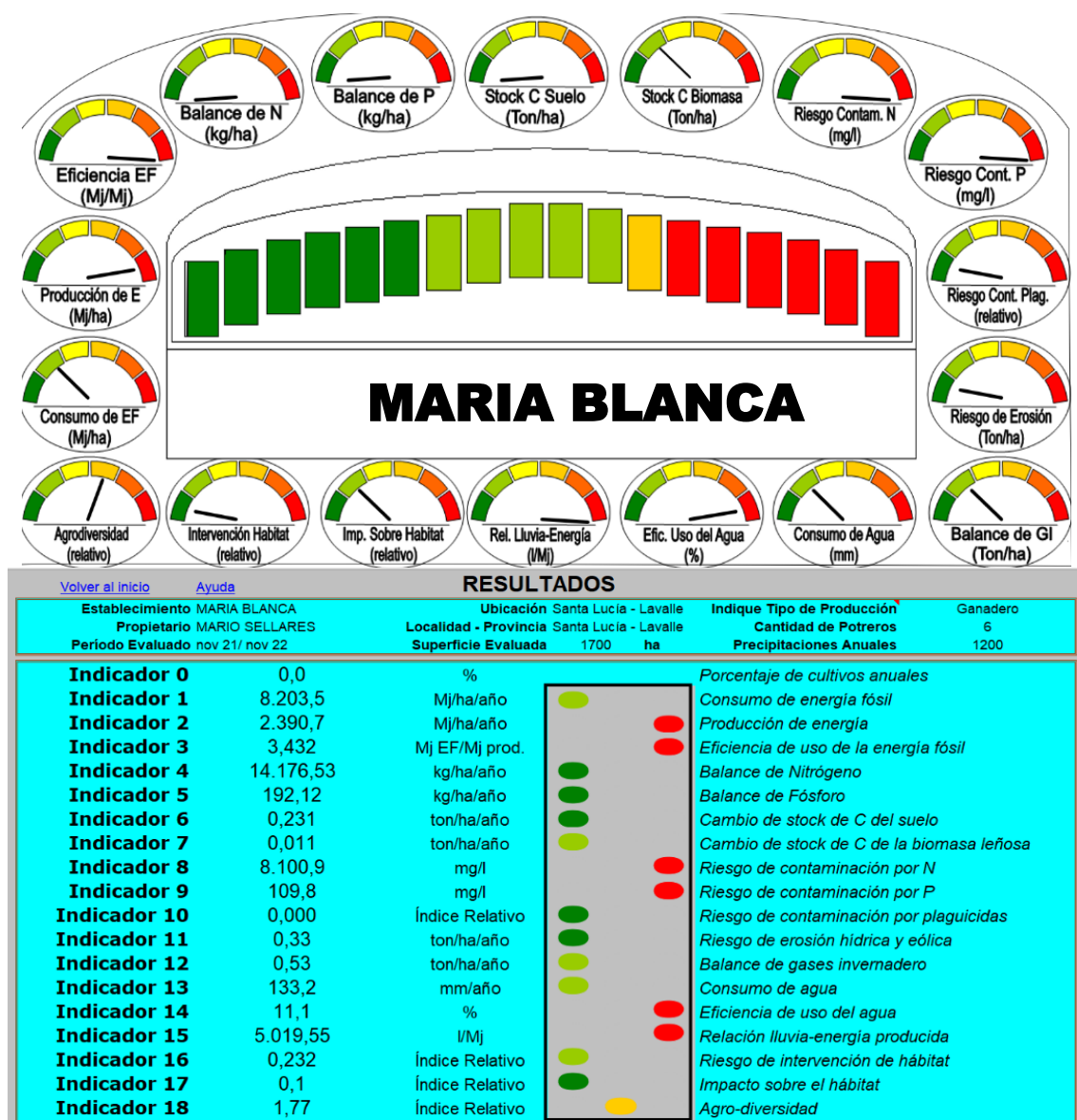


Figura 4.2.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el Establecimiento María Blanca.

En este establecimiento, 6 de los 19 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.2.3). Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja. Si bien el riesgo de contaminación por N y P son considerables, dada las elevadas precipitaciones y que el productor realiza suplementación nitrogenada y fosfatada a la dieta de los animales, aporta a elevar el riesgo de contaminación. Sin embargo, el pastoreo rotativo en este establecimiento permite aprovechar e incorporar de manera eficiente el N de las deposiciones, reduciendo en realidad el riesgo de contaminación. La eficiencia del uso del agua es baja, representando el consumo de agua frente al total de la lluvia recibida anualmente. La relación entre las

precipitaciones y la energía producida es alta, indicando baja eficiencia en la producción de energía de este sistema ganadero (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente que la actividad agrícola), debido sobre todo a las abundantes precipitaciones. Por último, con relación a la agro-diversidad, el modelo no reporta un valor adecuado, ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.2.1).

Los resultados de las determinaciones del color del suelo, tanto en seco como en húmedo (HUE 10YR), de los sitios tratados como del testigo son iguales, aportando evidencias de que se trata de la misma serie de suelo (Tabla 4.2.2). Solamente se registraron mínimas variaciones de chroma y value, que se fueron haciendo imperceptibles con la profundidad de muestreo.

Tabla 4.2.1. Textura de las muestras analizadas en el Establecimiento María Blanca (Depto. De Bella Vista).

Manejo	Profundidad	Textura
Continuo	0-10 cm	Arenoso franco
	10-20 cm	Arenoso franco
	20-30 cm	Arenoso franco
Racional/Voisin	0-10 cm	Arenoso franco
	10-20 cm	Franco arenoso
	20-30 cm	Arenoso franco

Las muestras de 0 a 10 cm presentaron un color pardo grisáceo oscuro, y pardo grisáceo muy oscuro de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm, en húmedo para ambos tratamientos. Mientras que, en seco, fue gris parduzco para todas las profundidades y para ambos sitios (Tabla 4.2.2).

Tabla 4.2.2. Detalle del color (en seco y en húmedo) de las muestras tomadas en el Establecimiento María Blanca (Depto. De Bella Vista).

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10YR6/2	10YR4/2
		10YR6/2	10YR4/2
		10YR6/2	10YR4/2
	Racional/Voisin	10YR6/2	10YR4/2
		10YR6/2	10YR4/2
		10YR6/2	10YR3/2
10-20 cm	Continuo	10YR6/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/1
	Racional/Voisin	10YR6/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/2
20-30 cm	Continuo	10YR6/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/2

	10YR6/2	10YR3/2
	10YR6/2	10YR3/2
Racional/Voisin	10YR6/2	10YR3/2
	10YR6/2	10YR3/2

La densidad aparente (gr.cm^{-3}) no presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Figura 4.2.4 A). El pH (en agua) es significativamente mayor en el sitio testigo, frente al sitio tratado a los 20-30 cm (Figura 4.2.4 B). Las demás profundidades no presentaron diferencias significativas en esta variable. El pH (en KCl) fue mayor en el sitio tratado respecto al testigo en las tres profundidades evaluadas (Figura 4.2.4 C). La conductividad eléctrica (dS.m^{-1}), no presentó diferencias significativas en ambos tratamientos (Figura 4.2.4 D).

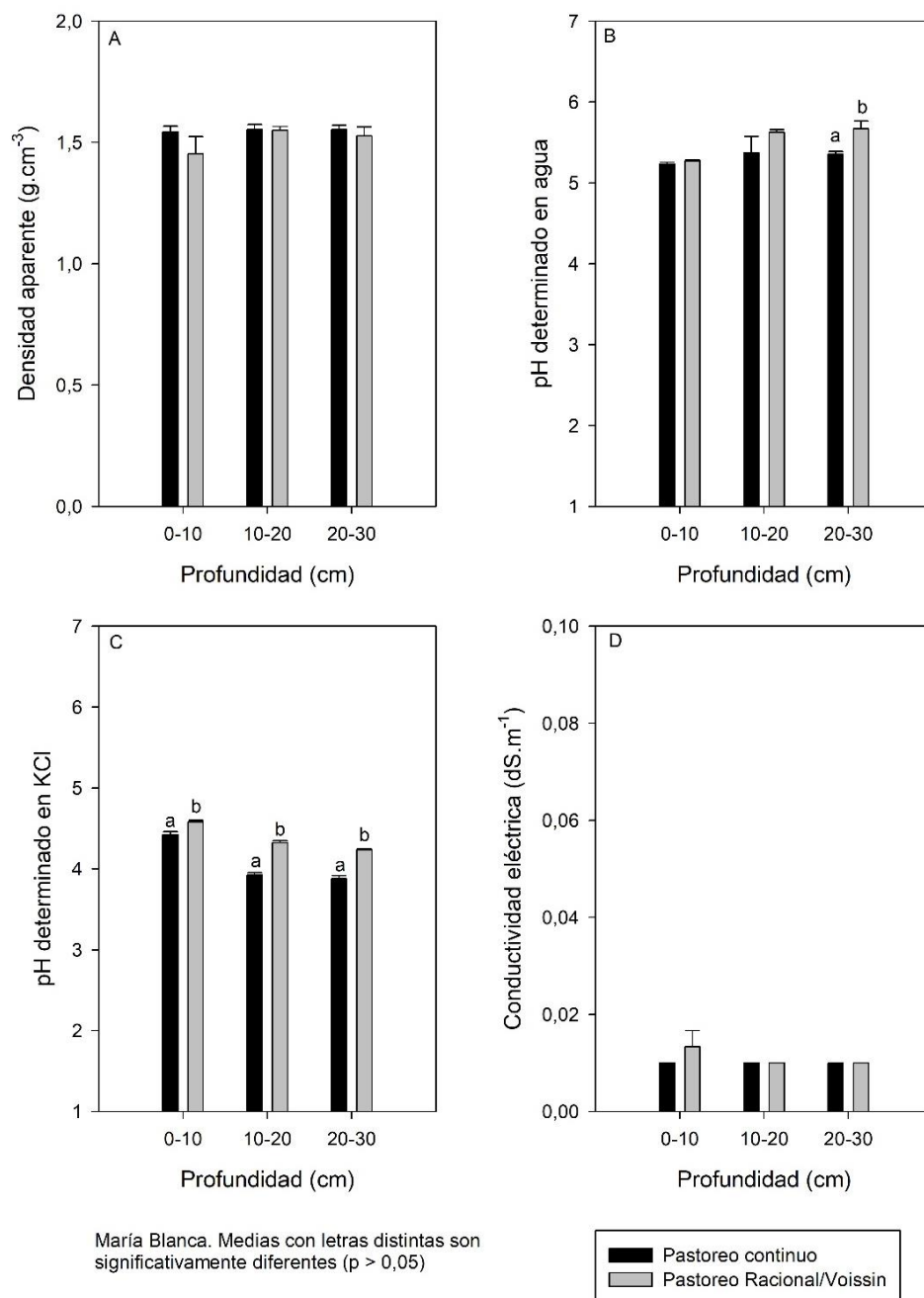
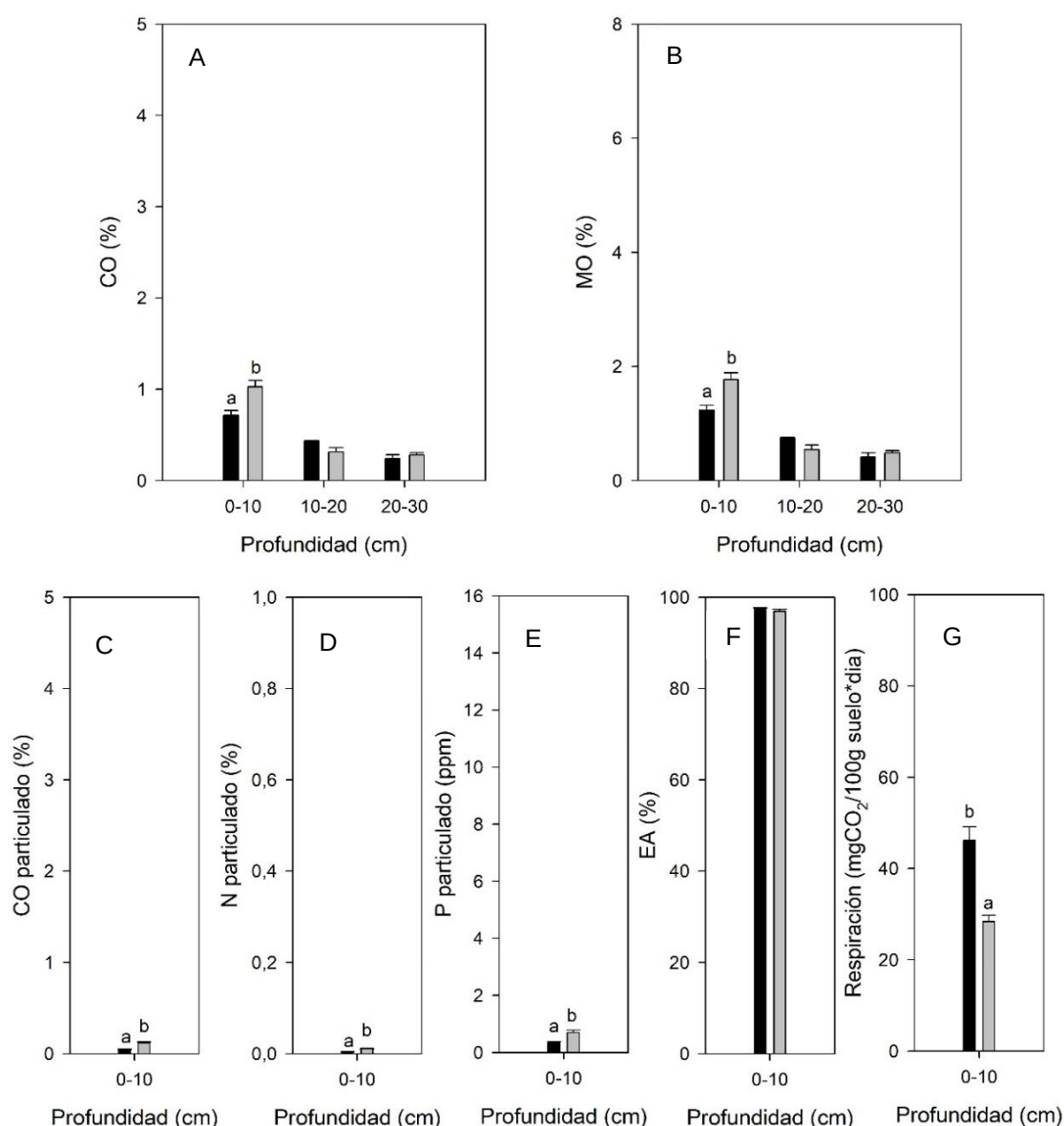


Figura 4.2.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento María Blanca (Dpto. Bella Vista), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl

(C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0-10, de 10 a 20 y de 20 a 30cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

El CO (%), como la MO (%), son significativamente mayores en el sitio tratado a la profundidad de 0-10 cm (Figura 4.2.5 A y 4.2.5 B). El CO particulado (%), el N particulado (%) y el P particulado (%), presentaron diferencias estadísticas significativas, siendo mayores en las tres variables analizadas en el caso del sitio tratado a la profundidad de 0-10 cm (Figuras 4.2.5 C, D y E). La EA (%) no registró diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 4.2.5 F). La Respiración ($\text{mgCO}_2 / 100 \text{ gr suelo} \cdot \text{día}$) fue significativamente mayor en el sitio testigo, frente al sitio tratado (Figura 4.2.5 G).



María Blanca. Medias con letras distintas son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Figura 4.2.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento María Blanca (Dpto. Bella Vista), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, (CO) Carbono orgánico (A) y (MO) materia orgánica (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

Si bien no existen diferencias significativas entre el sitio tratado y el sitio testigo respecto al stock de carbono (Figura 4.2.6), se aprecia que el sitio tratado (Racional/Voisin) presenta un stock de C más alto ($23,95 \text{ tn.ha}^{-1}$) comparado al sitio testigo ($21,51 \text{ tn.ha}^{-1}$) (Pastoreo Continuo).

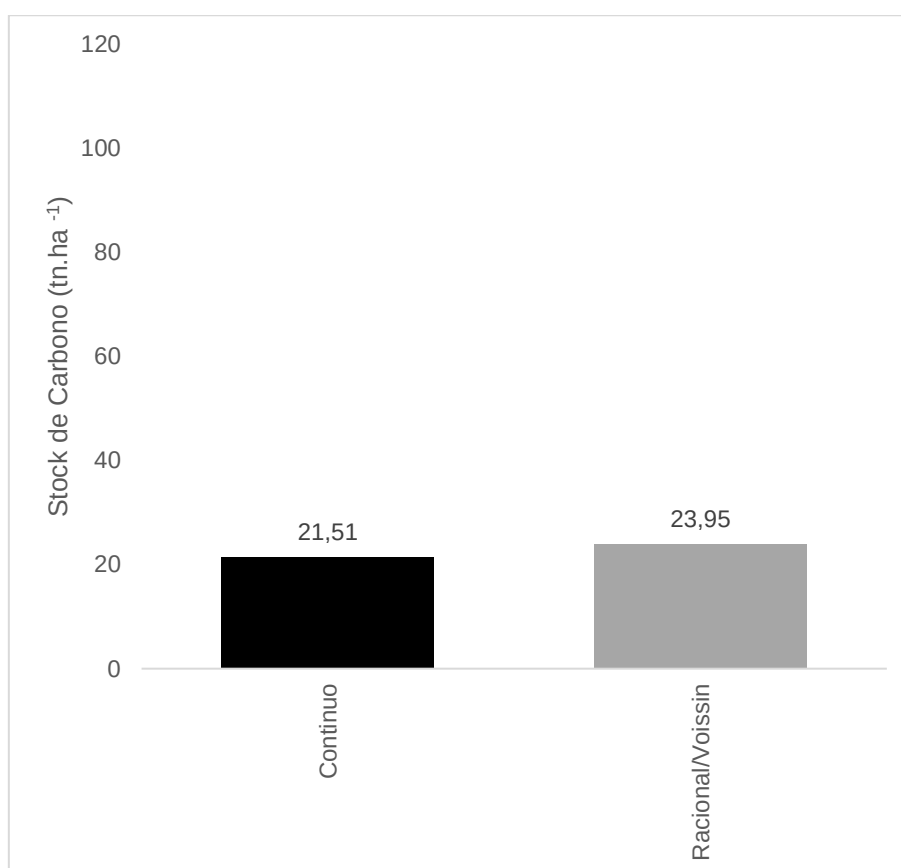


Figura 4.2.6. Stock de Carbono (tn. ha^{-1}) en el Establecimiento María Blanca.

El P(ppm) fue significativamente mayor en el sitio tratado en las profundidades de 0 a 10 y 20 a 30 cm de profundidad. Al contrario, en la profundidad de 10-20 cm presentó diferencias estadísticas significativas, siendo mayor en el sitio testigo respecto al sitio tratado (Figura 4.2.7 A). El N (%) no presentó diferencias entre ambos entre ambos sitios (Figura 4.2.7 B). El Ca (cmolc/Kg) tampoco presentó diferencias significativas entre sitios (Figura 4.2.7 C). El Mg (cmolc/Kg) fue significativamente diferente en las tres profundidades, siendo mayor en el sitio tratado a las profundidades de 0 a 10 y 10 a 20 cm. En el caso de 20-30 el mayor valor lo tuvo el sitio testigo (Figura 4.2.7 D).

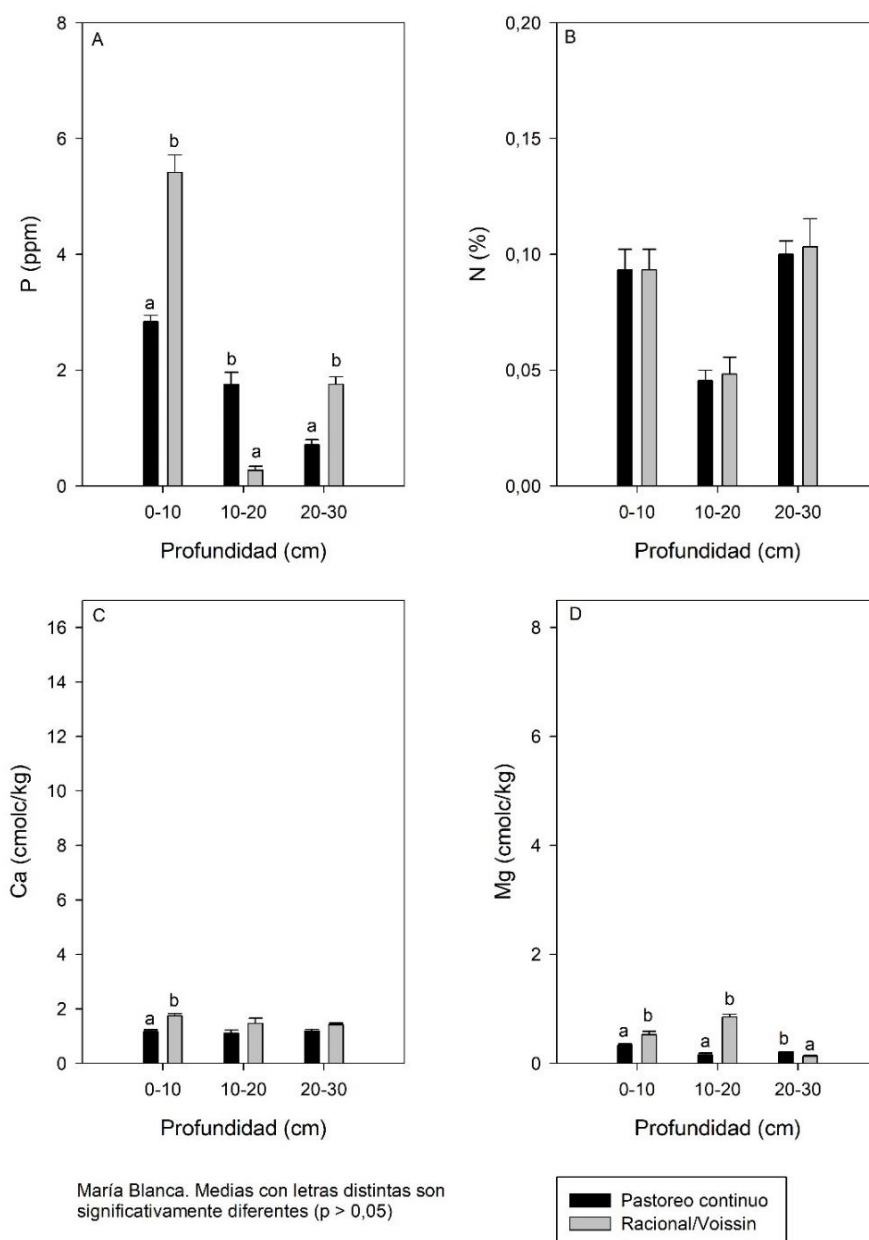


Figura 4.2.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento María Blanca (Dpto. Bella Vista), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

El K (cmolc/Kg) y el Al (cmolc/Kg) no presentaron diferencias significativas entre los sitios evaluados (Figura 4.2.8 A y B). El H (cmolc/Kg) fue significativamente mayor en el sitio testigo a 20-30 cm de profundidad frente al sitio tratado (Figura 4.2.8 C). El valor T fue significativamente diferente en las tres profundidades, siendo mayor en el sitio tratado a las profundidades de 0-10 y 10-20 cm. En el caso de 20-30 el mayor valor lo tuvo el sitio testigo (Figura 4.2.8 D).

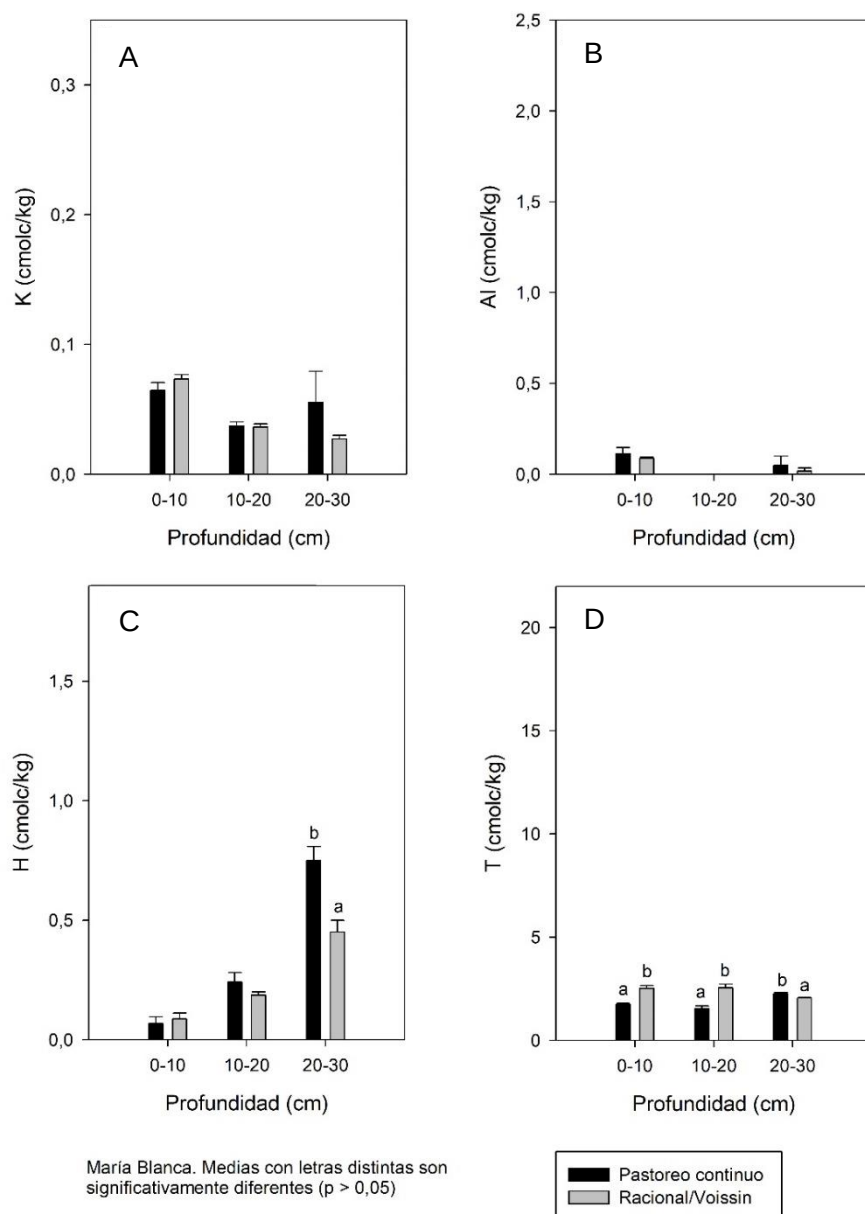


Figura 4.2.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento María Blanca (Dpto. Bella Vista), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Acidez (H) (C) y Capacidad de Intercambio catiónico (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

Los indicadores del componente vegetal en el sitio tratado indican que el pastizal posee poco mantillo incorporado. Con buena cobertura del suelo, escasa actividad biológica y presencia de hormigueros (Tabla 4.2.3). La dominancia de pastos es notable (52,2%), seguida por especies de malezas y mantillo (Figura 4.2.9), el pastizal es de muy baja altura, con promedio de 17,8 cm (Figura 4.2.10), con buena distribución y buen vigor de gramíneas, siendo *Andropogon lateralis* y *Axonopus* sp las especies claves. También se evidencia la presencia de microfauna, con buena descomposición de deposiciones fecales y material muerto seco en pie con proporciones similares entre el material vegetal muerto y vivo (Tabla 4.2.3).

Tabla 4.2.3. Indicadores visuales con manejo racional-Voisin en el Establecimiento María Blanca.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación de Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	90%
Costra biológica	No
Microfauna	si
Descomposición deposiciones fecales	media
Vigor de gramíneas	medio
Especie Clave	<i>Andropogon lateralis</i> - <i>Axonopus</i> sp.
Hormigueros	si
% muerto/vivo	50/50
%Matas	40%
Diámetro promedio de matas	10-30 cm
Altura promedio	17,8 cm

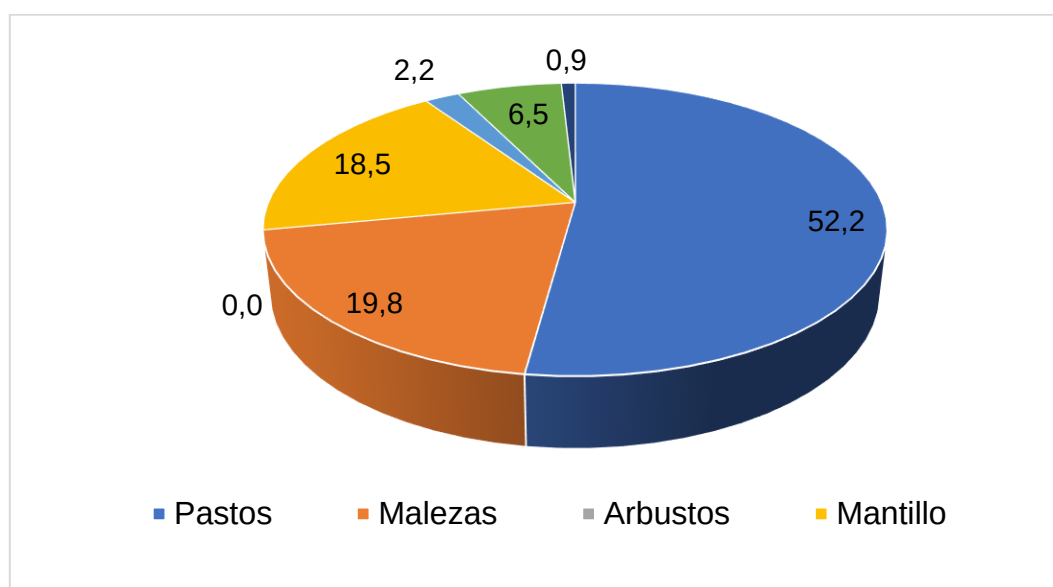


Figura 4.2.9. Distribución porcentual de la cobertura aérea con manejo racional-Voisin, en el Establecimiento María Blanca.

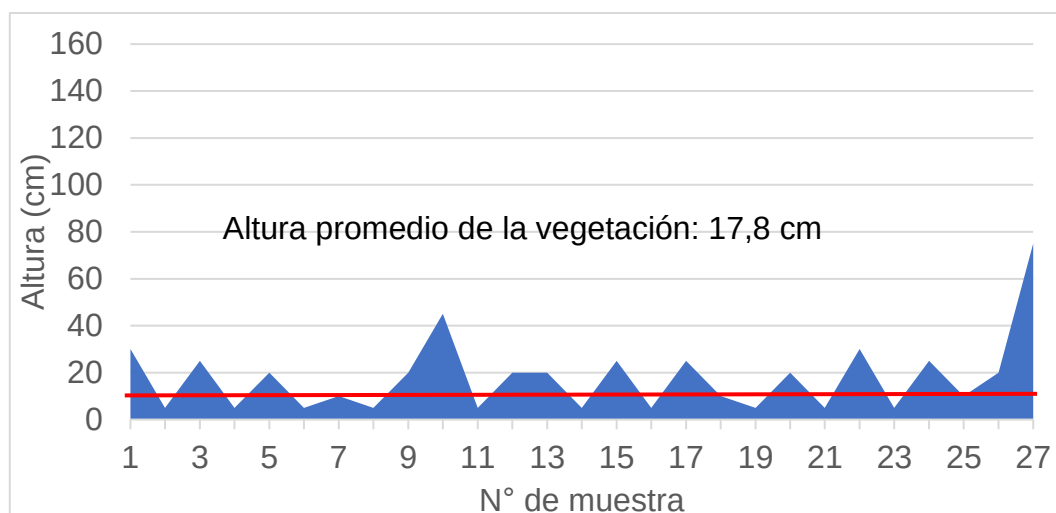


Figura 4.2.10. Altura de la vegetación con manejo racional-Voisin, en el Establecimiento María Blanca.

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan prácticamente un tercio del total de especies identificadas, con dominio claro de las C4. Las leguminosas estuvieron escasamente representadas, con diversidad y equidad media alta (Tabla 4.2.4).

Tabla 4.2.4. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con manejo racional-Voisin en el Establecimiento María Blanca. Los pastos de diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	9	7 Gramíneas C4 y 2 C3 o invernales
Otras	18	4 leguminosas, 1 Ciperáceas y 13 de otras familias
TOTAL	27	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/Diversidad	3,46	
Índice de Pielou (J)/Equitatividad	0,76	

El pastizal evaluado presentaba una buena cobertura y las principales especies presentaban un buen vigor, sin embargo, se determinó un valor elevado de especies no deseables (malezas - cardo - *Eryngium*) para el ganado, que indicarían una pérdida del valor pastoral del recurso forrajero. Otra variable para destacar es la proporción de material muerto 50%, esto implicaría eficiencia de cosecha o factor de uso por parte de los animales bajo, menos del 30%. Desde el punto de vista de la productividad son pastizales de 5.000 a 7.000 kg de materia seca por ha/año y debido al avance de las malezas y pérdida de condición corporal la producción animal sería de menos de 100 kg de carne por ha/año.

Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con buena cobertura del suelo y

escasa actividad biológica y con deposiciones fecales levemente descompuestas (Tabla 4.2.5). Se presenta dominado por pastos con más del 50%, donde la especie clave es el *Axonopus* sp, seguida por malezas de porte bajo (Figura 4.2.11). El pastizal posee un bajo vigor, y con baja proporción de material muerto seco en pie, dando bajos valores en el promedio de altura (Figura 4.2.12).

Tabla 4.2.5. Indicadores visuales en el testigo del Establecimiento María Blanca.

Indicadores		
Cantidad de Mantillo		Bajo
Incorporación de Mantillo		Bajo
Cobertura Vegetal		90%
Costra biológica		No
Microfauna		si
Descomposición de deposiciones fecales	Levemente descompuesta	
Vigor de gramíneas		Bajo
Especie Clave		<i>Axonopus</i> sp.
Hormigueros		Si
% muerto/vivo		40/60
% matas		5-10%
Diámetro promedio de las matas		10 cm
Altura promedio de la vegetación		9,2 cm

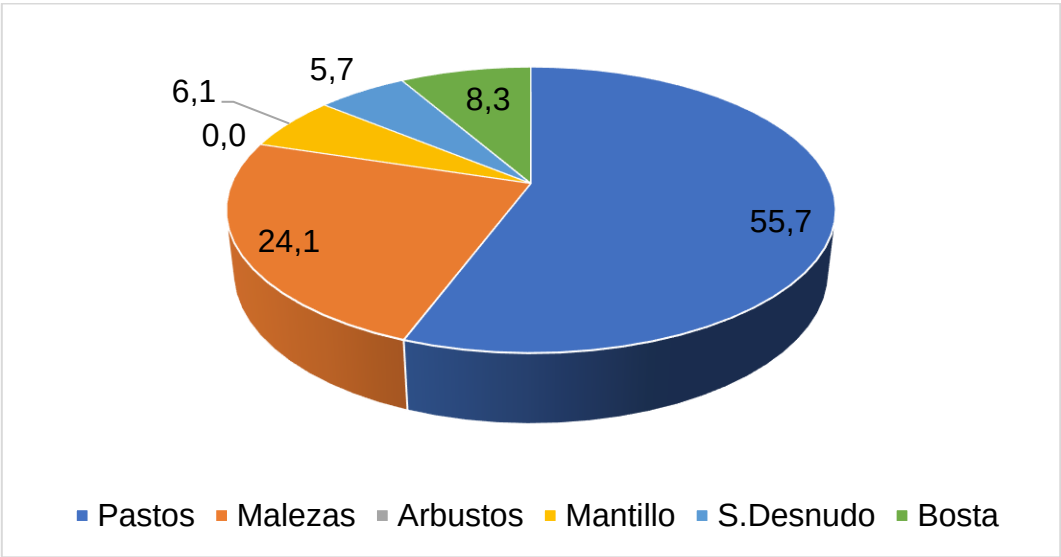


Figura 4.2.11. Distribución porcentual de la cobertura aérea en el testigo del Establecimiento María Blanca.

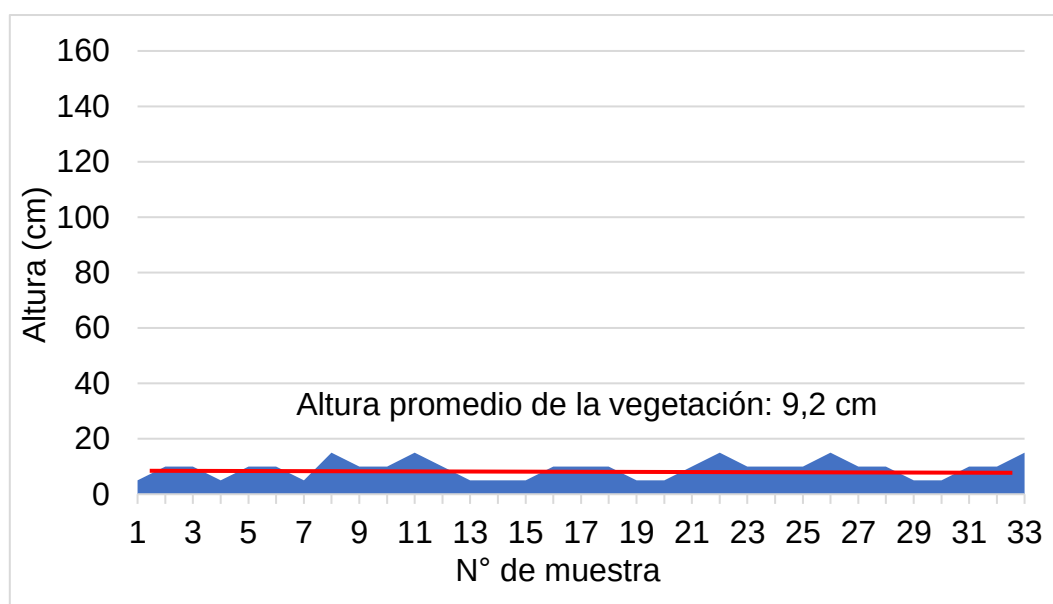


Figura 4.2.12. Altura de la vegetación en el testigo del Establecimiento María Blanca.

Con respecto a la composición de especies en el testigo, se encontró que las gramíneas representan aproximadamente el 40% de todas las especies identificadas, con 10 especies del grupo funcional C4. Las leguminosas estuvieron cerca del 15% de presencia, el resto fueron malezas y otras familias. El pastizal posee diversidad y equidad media alta (Tabla 4.2.6).

Tabla 4.2.6. Tipo y número de especies y familias identificadas en el potrero testigo del Establecimiento María Blanca. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	10	10 gramíneas C4 y ninguna C3 o invernial
Otras	15	4 leguminosas, 1 Ciperáceas y 10 de otras familias
TOTAL	25	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/Diversidad	3,46	
Índice de Pielou (J)/Equitatividad	0,76	

El pastizal evaluado como testigo presentaba una buena cobertura, sin embargo, debido al agresivo sobre pastoreo no se detectaron especies que superen los 15 cm de altura, como así también se detectó la ausencia de especies formadoras de matas como *Andropogon lateralis*. Desde el punto de vista de la productividad son pastizales de 1.500 a 3.000 kg de materia seca por ha/año y debido a la pérdida de condición la producción animal sería menos de 50 kg de carne por ha/año.

4.3. Establecimiento Merceditas

Localización y cartografía del establecimiento Merceditas

Se localizaron y cartografiaron los potreros de todo el establecimiento Merceditas en el Depto. Mercedes (Figura 4.3.1).

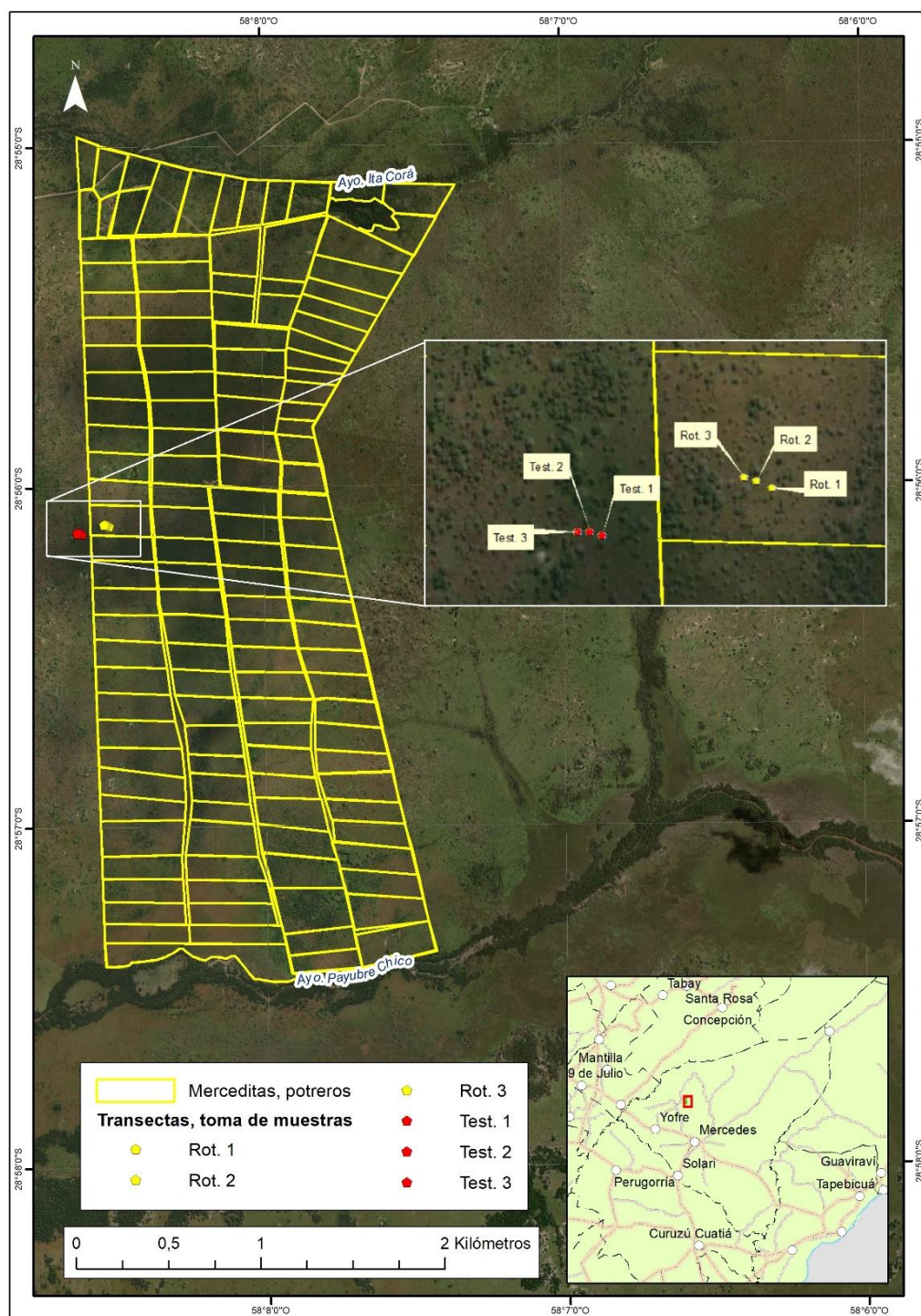


Figura 4.3.1. División de potreros en el Establecimiento Merceditas, en el Departamento Mercedes, Corrientes.

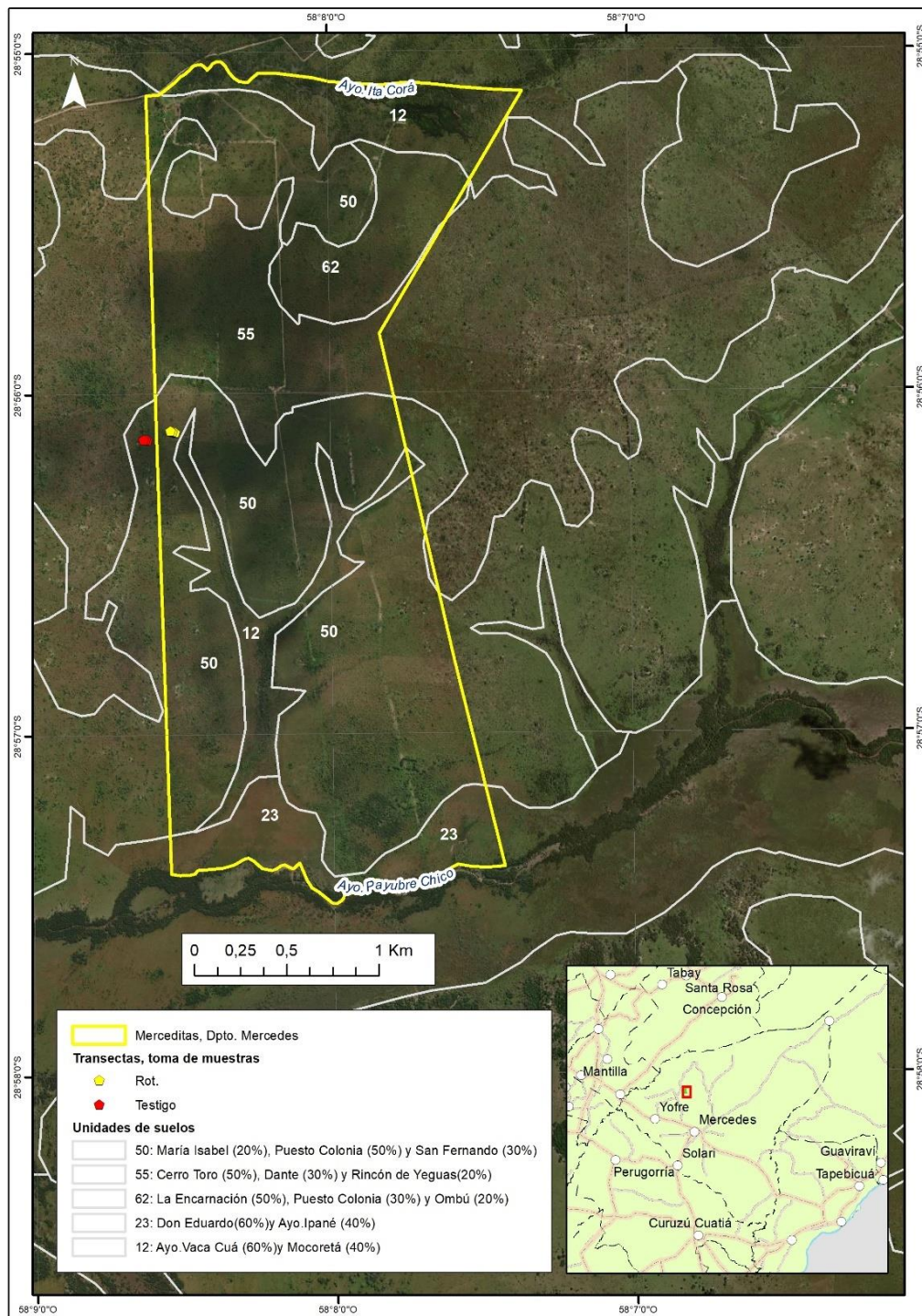


Figura 4.3.2. Suelos en el Establecimiento Merceditas, en el Departamento Mercedes, y sitios donde se tomaron las muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento Merceditas

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial/antecedentes del potrero

El potrero tiene un historial de uso para pastoreo. El manejo diferente se inició en el año 1986 con pastoreo rotativo. Las prácticas que se utilizaron desde que se inició este manejo fue el descanso en rotación. El productor manifiesta que se logró la mejora del pastizal a partir de la implementación de este manejo. La principal actividad ganadera del potrero muestreado es la recría. En ese potrero se manejó en los últimos años, una carga animal de 1,4 EV / ha. No se observó en los últimos cinco años una caída en la producción del pastizal. El potrero cuenta con periodos de descanso, que van de 60 días en invierno y de 35 días en época primavera-estival. La carga instantánea del potrero es de 30 EV / ha / día en invierno y de 40 EV / ha / día en época primavera-estival. El establecimiento cuenta con módulos con una densidad de 0,17 potreros / ha (superficie / cantidad de potreros); 676 ha, con 115 potreros.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

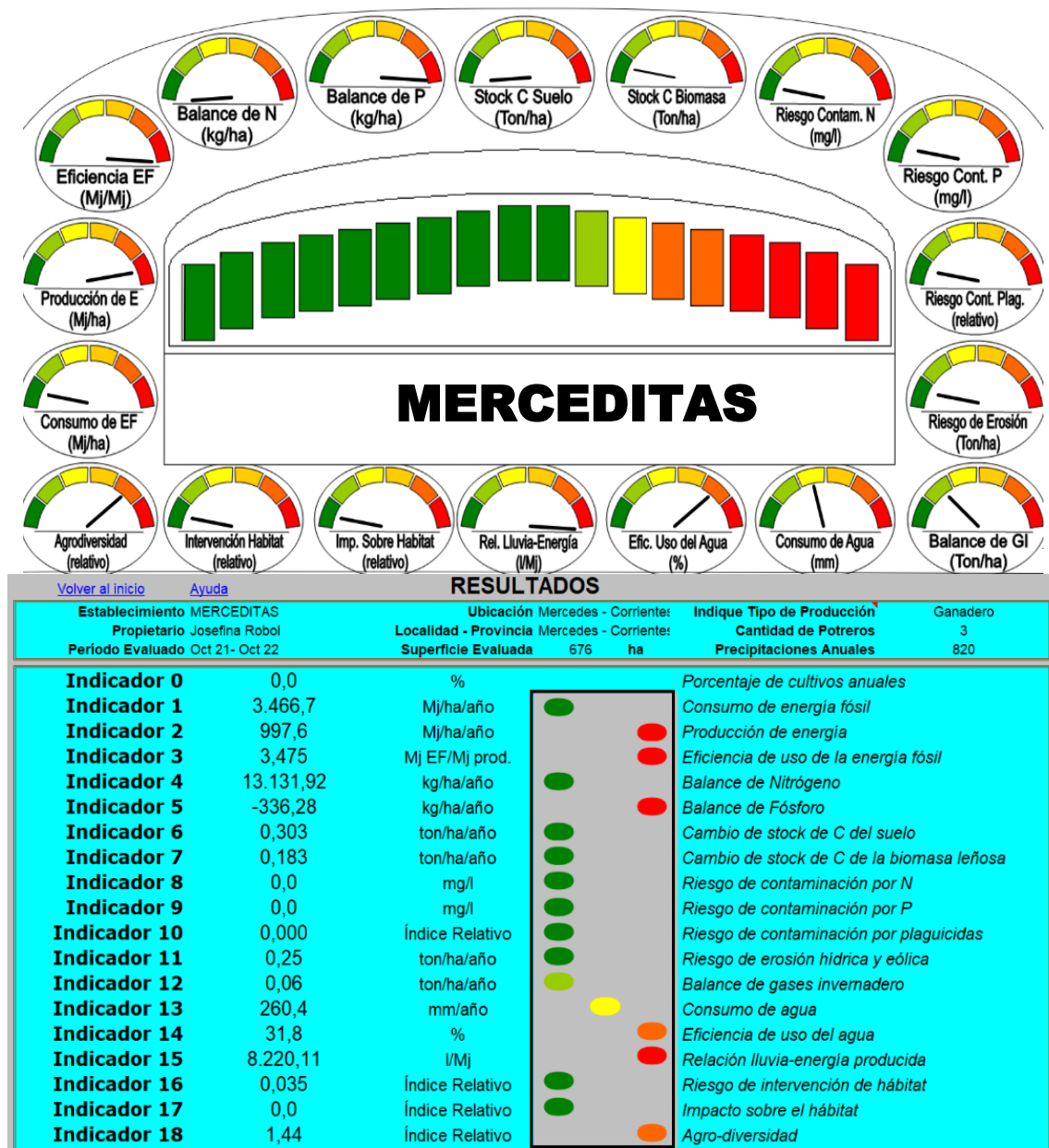


Figura 4.3.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el Establecimiento Merceditas.

En este establecimiento, 6 de los 19 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.3.3), siendo estos indicadores los representados por la baja producción de energía y la baja eficiencia en uso de energía fósil. Además, el modelo indica un balance deficitario de fósforo, básicamente debido a la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo y a la exportación de dicho elemento en el tejido óseo (principalmente) cuando se venden los animales. La eficiencia del uso del agua es baja, representando el consumo de agua frente al total de la lluvia recibida anualmente. La relación entre las precipitaciones y la energía producida es alta, indicando baja eficiencia en la producción de energía de este sistema ganadero (por lo general la ganadería

extensiva es menos eficiente que la actividad agrícola), dado sobre todo a las abundantes precipitaciones. Por último, con relación a la agro-diversidad, el modelo no reporta un valor adecuado, ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.3.1).

Tabla 4.3.1. Variable textura del suelo en cada una de las profundidades evaluadas y tratamientos continuo y rotativo.

Manejo	Profundidad	Textura
Rotativo	0-10 cm	Franco arcillo limoso
	10-20 cm	Franco arcillo limoso
	20-30 cm	Arcillo limoso
Continuo	0-10 cm	Franco arcillo limoso
	10-20 cm	Franco arcillo limoso
	20-30 cm	Arcillo limoso

No existen diferencias en la HUE (10YR), para ningún caso. Con respecto a las variaciones de chroma y value del suelo (Tabla 4.3.2) para ambos sitios analizados, en la primera profundidad (0 a 10 cm) en el sitio testigo mostró un color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; y en el sitio con manejo rotativo mostró un color gris muy oscuro en húmedo. La segunda profundidad (10 a 20 cm) y la última profundidad (20 a 30 cm) presentaron un color en húmedo gris muy oscuro para ambos sitios analizados. El color en seco de la primera profundidad, en el sitio testigo fue gris parduzco claro, mientras que en el sitio con manejo rotativo fue gris a pardo grisáceo. En la segunda profundidad ambos sitios se presentó un color gris; mientras que la última profundidad mostró un color gris oscuro a gris en ambos sitios (Tabla 4.3.2).

Tabla 4.3.2. Variable color del suelo en seco y en húmedo en cada una de las profundidades evaluadas y tratamientos continuo y rotativo.

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10YR6/2	10YR3/1
		10YR6/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/2
	Rotativo	10YR5/2	10YR3/1
		10YR5/2	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
10-20 cm	Continuo	10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR5/1	10YR3/2
		10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
20-30 cm	Continuo	10YR4/1	10YR3/1

	10YR4/1	10YR3/1
	10YR5/1	10YR3/1
Rotativo	10YR4/1	10YR3/1
	10YR5/1	10YR3/1
	10YR4/1	10YR3/1

En las variables densidad aparente, pH (en KCl) y conductividad eléctrica no se hallaron diferencias estadísticas significativas (Figura 4.3.4 A, C y D). En cambio, el pH en agua presentó diferencias estadísticas sólo en la segunda profundidad evaluada (10 a 20 cm) siendo menor el valor en pastoreo continuo (Figura 4.3.4 B).

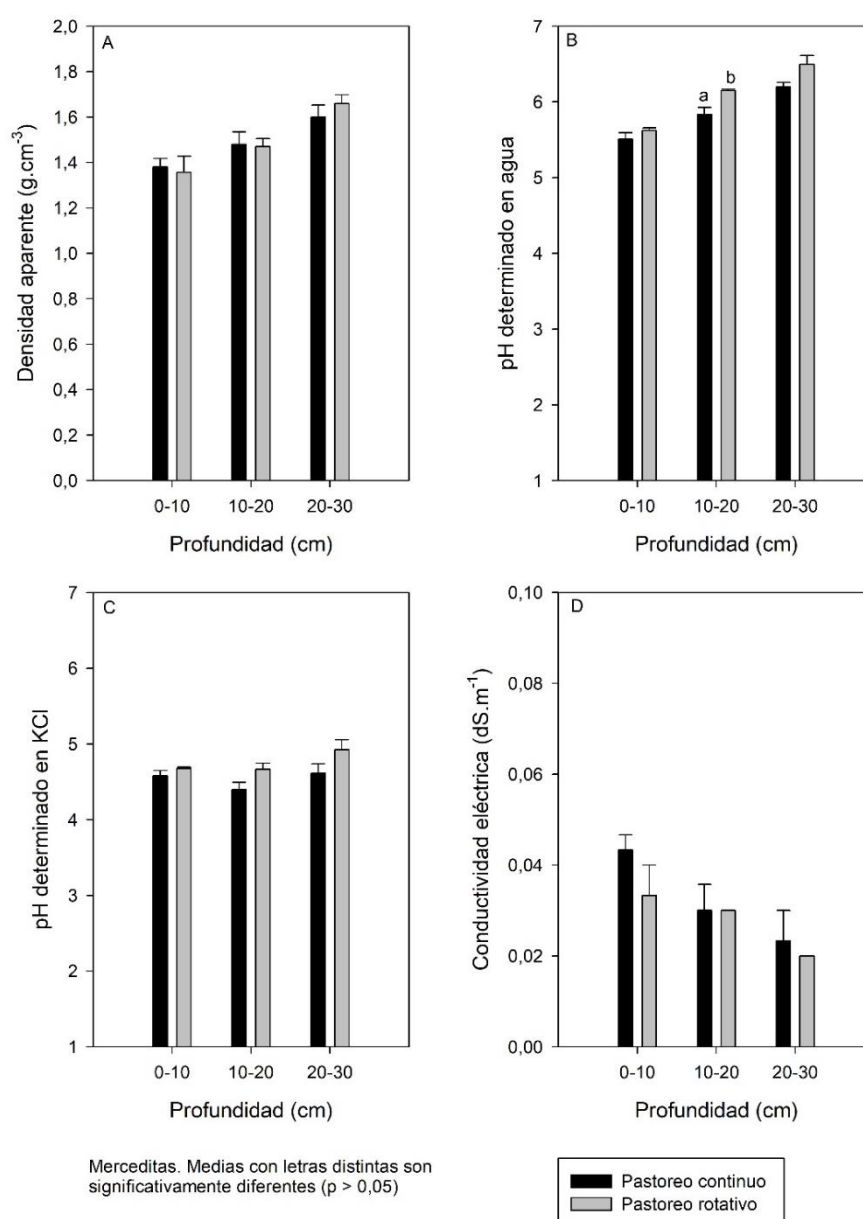


Figura 4.3.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Merceditas (Dpto. Mercedes), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl

(C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

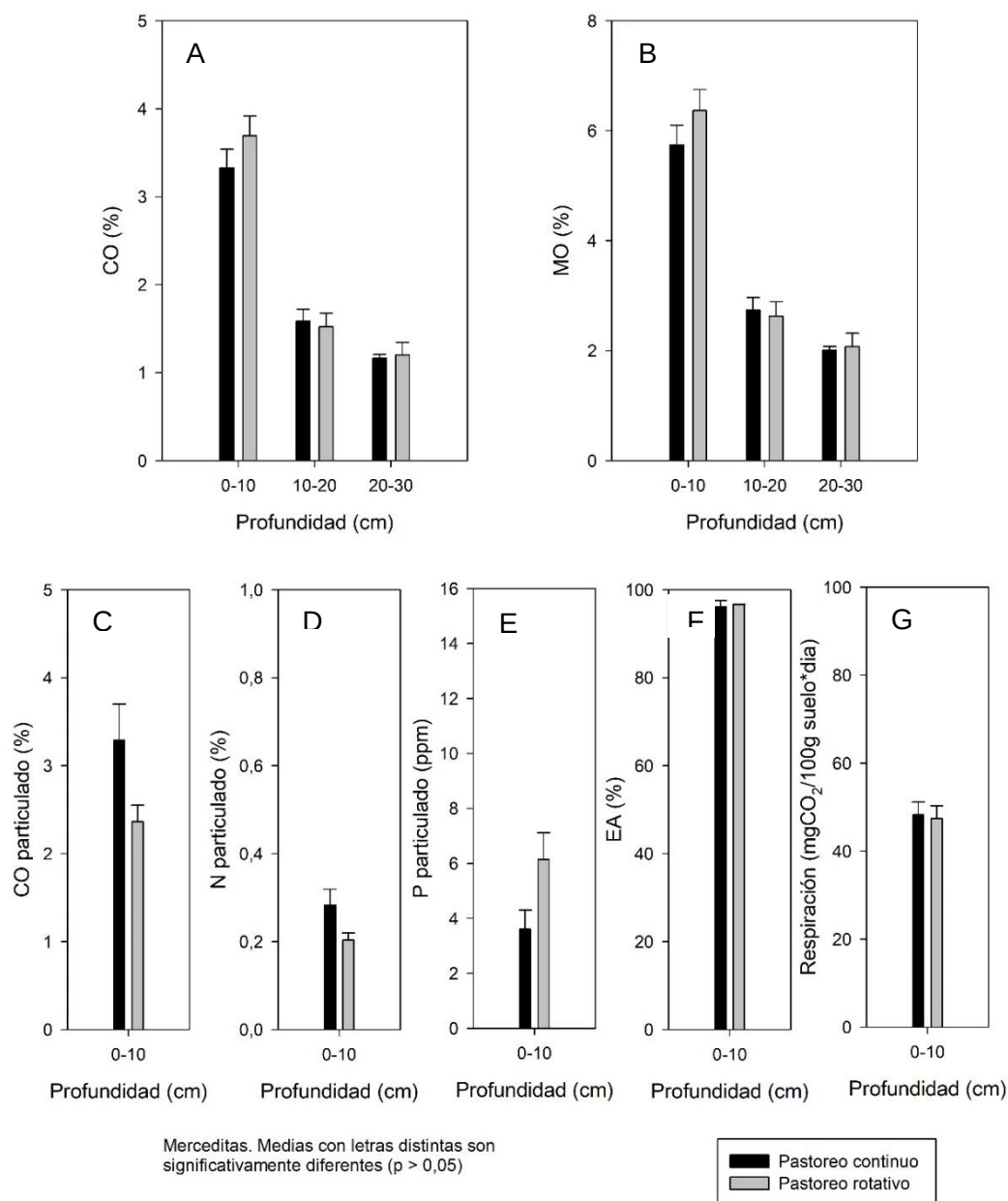


Figura 4.3.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Mercedesitas (Dpto. Mercedes), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, (CO) Carbono orgánico (A) y (MO) materia orgánica (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

En la comparación de resultados de tratamiento y testigo de la Figura 4.3.5 que representan las variables carbono orgánico, materia orgánica, en las tres profundidades evaluadas y las variables CO, Nitrógeno y Fósforo particulado, Estabilidad de agregados y Respiración, evaluados en la profundidad de 0 a 10

cm, no se registraron diferencias significativas (Figuras 4.3.5 A, B, C, D, F y G). Tampoco se evidenciaron diferencias significativas en el stock de carbono del suelo (Figura 4.3.6).

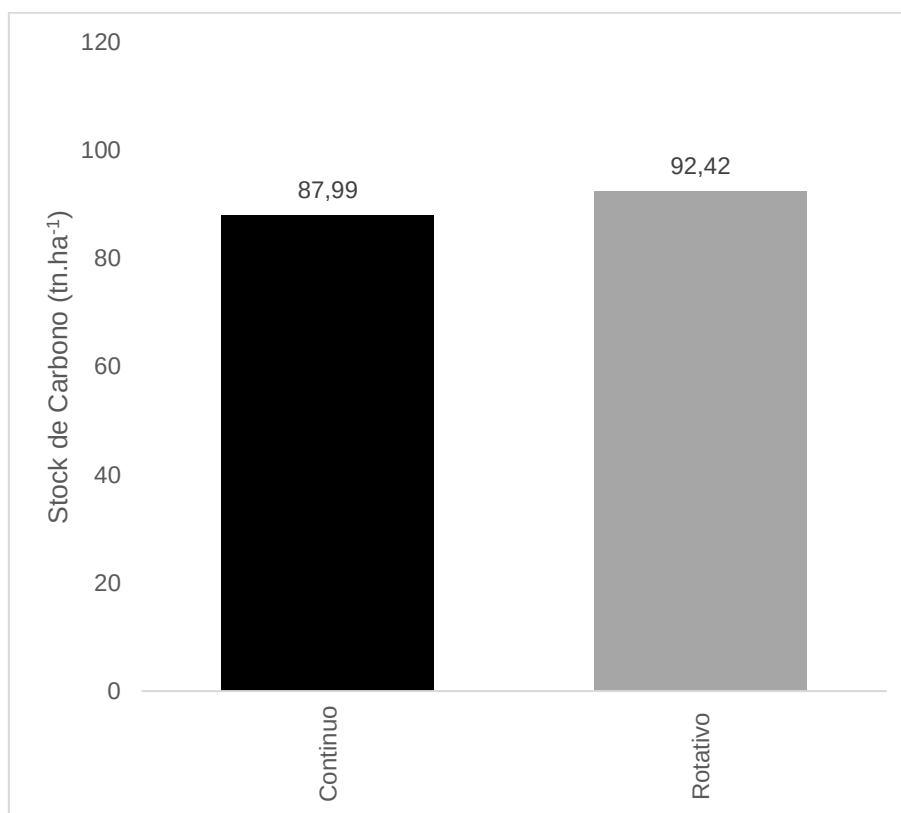


Figura 4.3.6. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Merceditas (Dpto. Mercedes), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Stock de Carbono (tn. ha⁻¹) en la profundidad de 0 a 30 cm.

El P (ppm) fue significativamente más alto en el pastoreo continuo frente al sitio tratado de 0 a 10 cm de profundidad (Figura 4.3.7 A). El Ca (cmolc/kg) fue significativamente mayor en el sitio tratado frente al sitio testigo en las profundidades de 0 a 10 y 10 a 20 cm respectivamente (Figura 4.3.7 C). No se registraron diferencias significativas en el Mg (cmolc/Kg) ni en el contenido de N (%), (Figura 4.3.7 D y B respectivamente).

En cuanto al K (cmolc/Kg) presentó diferencias significativas entre los sitios evaluados (Figura 4.3.8 A) sólo en la segunda profundidad evaluada donde el sitio tratado presentó menores valores que el testigo. Tanto el aluminio intercambiable (Al) (cmolc/Kg) (Figura 4.3.8 B) como la acidez intercambiable (H) (cmolc/Kg) no presentaron diferencias estadísticas significativas (Figura 4.3.8 C). El valor T fue significativamente mayor en el sitio tratado en las tres profundidades evaluadas frente al testigo (Figura 4.3.8 D).

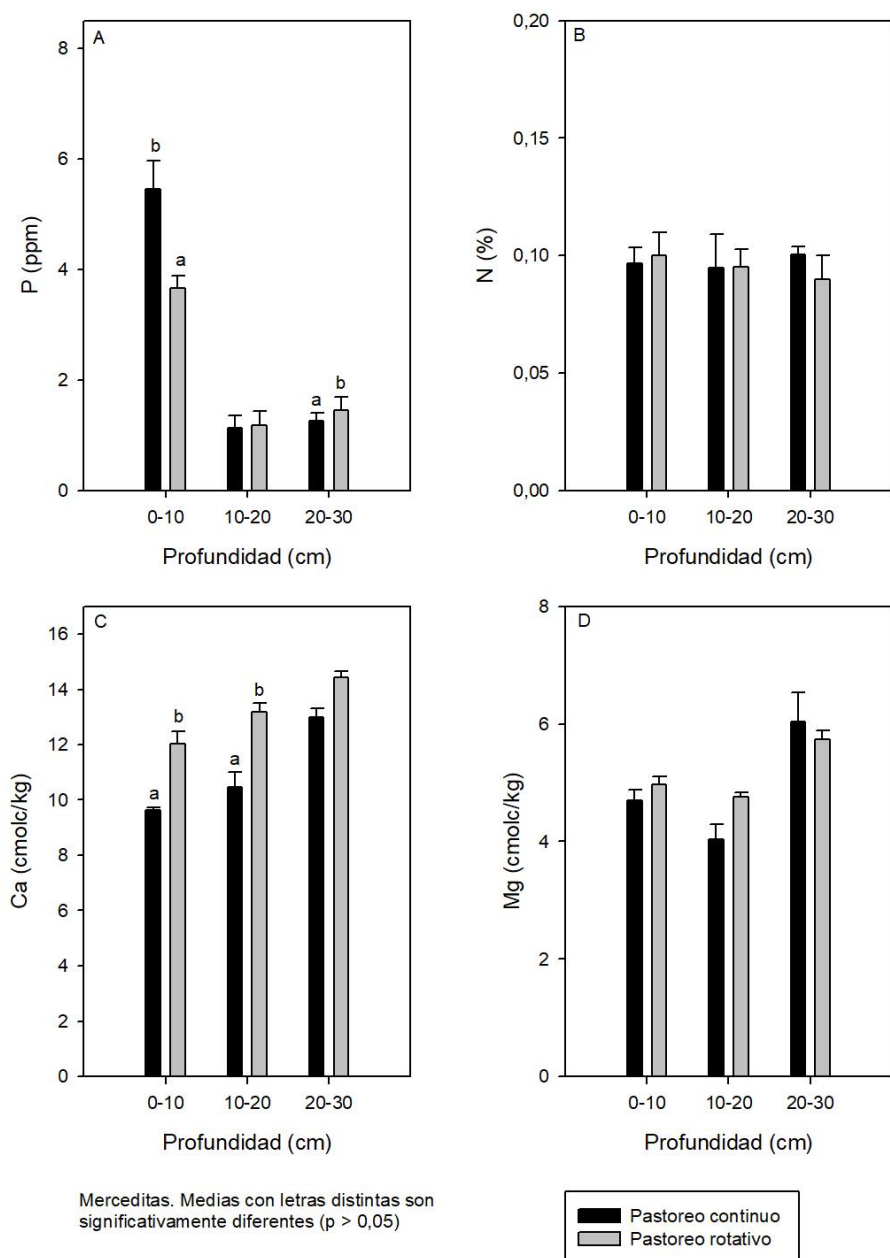


Figura 4.3.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Merceditas (Dpto. Mercedes), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

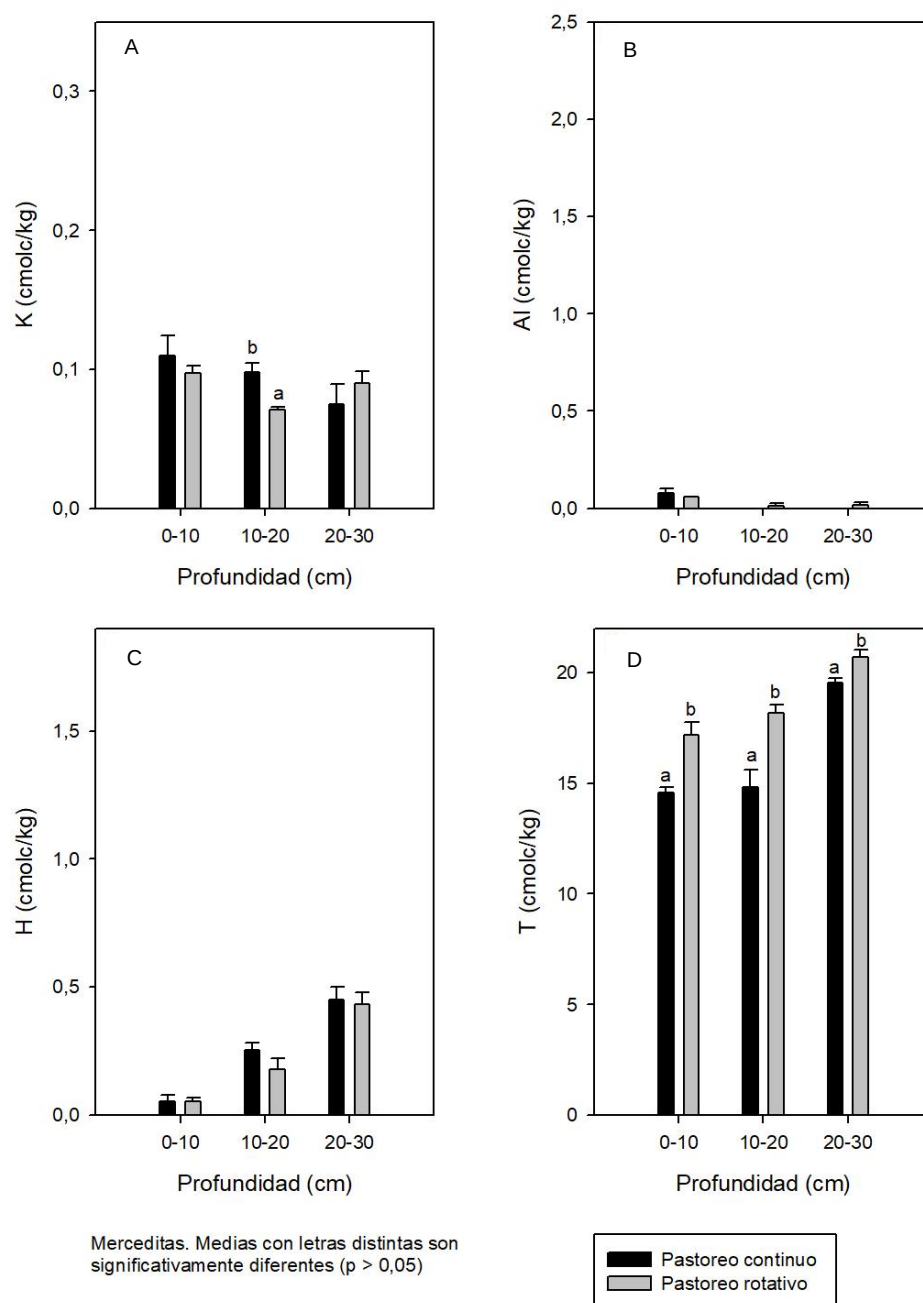


Figura 4.3.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Merceditas (Dpto. Mercedes), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Acidez (H) (C) y Capacidad de Intercambio catiónico (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

El pastizal evaluado en pastoreo rotativo presentaba una condición excelente comparado con el pastoreo continuo. La buena condición del pastizal se vio reflejada en su cobertura, a pesar del marcado efecto de la sequía. La presencia de arbustos (mayor al 40% de sombra) podría ser una limitante para el crecimiento del pastizal, sin embargo, también consideramos importante su presencia como sombra, abrigo y otros beneficios relacionados con servicios ecosistémicos (captura de carbono y otros nutrientes gracias a la profundidad de raíces). Se destaca la presencia de especies invernales C3 seguramente gracias a los descansos generados por el pastoreo rotativo. La producción de pasto debería estar entre 2.000 a 4.000 kg de materia seca/ha/año y como de producción animal de 70 a 100 kg/cab/año, siempre considerando un tiempo adecuado de estadía por parcela y descanso según época del año, potencial de crecimiento y humedad del suelo.

Los indicadores del componente vegetal en el sitio tratado indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con relativamente buena cobertura del suelo (Tabla 4.3.3). La dominancia de pastos es notable (49,6%), seguida por malezas (Figura 4.3.9), de entre 15 y 25 cm de altura (Figura 4.3.10), presenta gramíneas con muy bajo vigor, no se evidencia presencia de microfauna, se presenta poca descomposición de las deposiciones fecales y mucho material muerto seco en pie (Tabla 4.3.3).

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan aproximadamente el 40% del total de especies identificadas, con dominio claro de otras familias (malezas). Las leguminosas estuvieron escasamente representadas por 4 especies, pero el pastizal posee buena diversidad y equidad (Tabla 4.3.4).

Tabla 4.3.3 Indicadores visuales con manejo rotativo en el Establecimiento Merceditas.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Bajo
Incorporación del Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	70%
Costra biológica	No
Microfauna	No
Descomposición de deposiciones fecales	Poco descompuesta
Vigor de gramíneas	bajo
Especie Clave	<i>Paspalum</i> sp.
Hormigueros	No
% muerto/vivo	70/30
% Matas	20%
Diámetro promedio de matas	15-25 cm
Altura promedio de la vegetación	21,7 cm

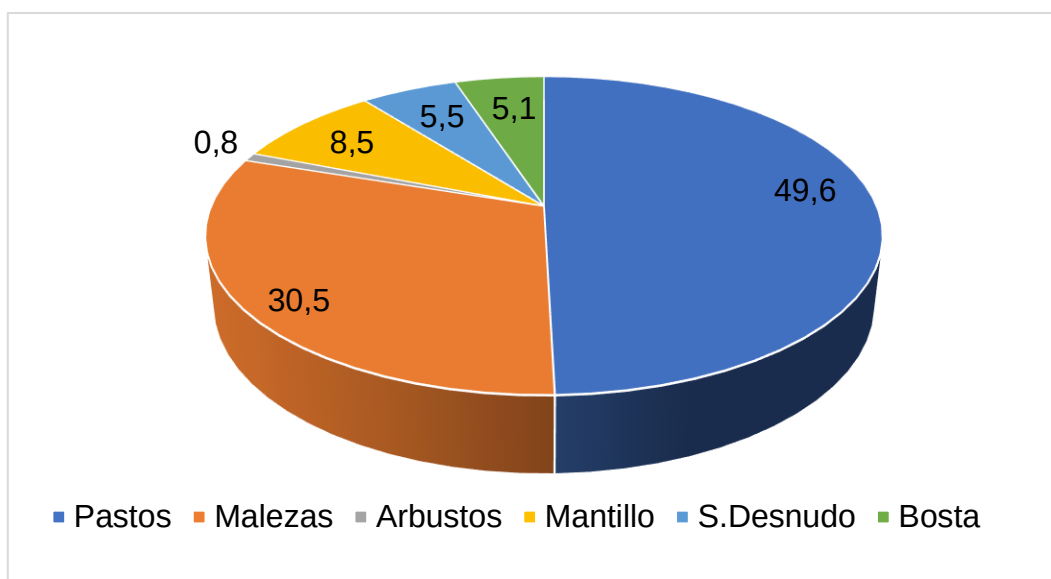


Figura 4.3.9. Distribución porcentual de la cobertura aérea con manejo rotativo en el Establecimiento Merceditas.

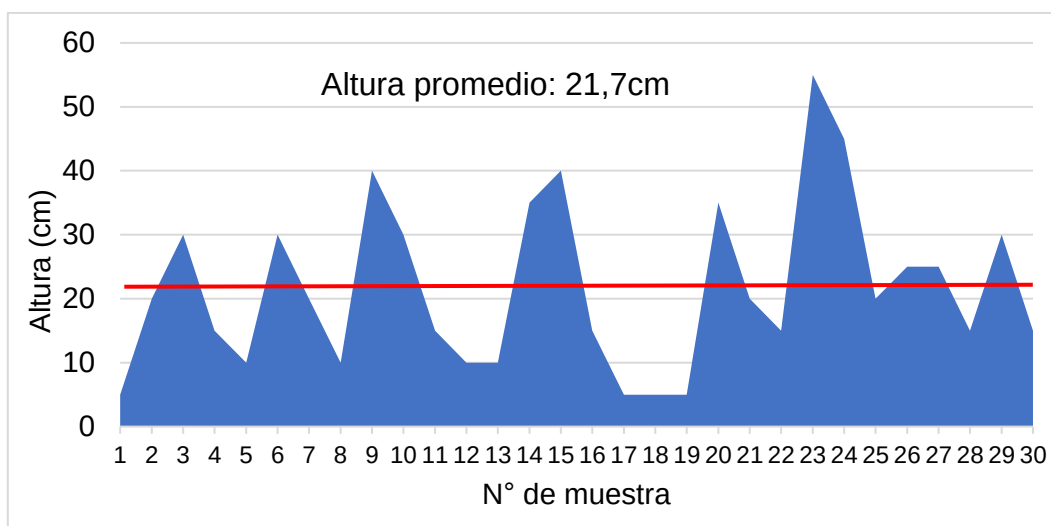


Figura 4.3.10. Altura de la vegetación con manejo rotativo en el Establecimiento Merceditas.

Tabla 4.3.4. Tipo y número de especies, familias e índices de diversidad y equitatividad identificadas en el potrero con manejo rotativo en el Establecimiento Merceditas. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	15	7 gramíneas C4 y 8 C3 o invernales
Otras	21	4 leguminosas, 1 Ciperáceas y 16 de otras familias
TOTAL	36	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver/ Diversidad	4,49	
El índice de Pielou (J)/ Equitatividad	0,87	

El muestreo del pastizal en pastoreo continuo fue sobre un recurso forrajero muy degradado con una disponibilidad de pasto casi nula (menos de 200 kg de MS/ha), esto más la presión de pastoreo no permite la recuperación

del pastizal, por esa razón las alturas del muestreo fueron muy bajas (Tabla 4.3.5). En este caso de no disminuir sustancialmente la caga animal la mortandad del ganado es muy probable.

Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con baja cobertura del suelo y nula actividad biológica (Tabla 4.3.5). Se presenta dominado por pastos 34% (Figura 4.3.11), seguidas de malezas, con altura promedio de 6 cm (Figura 4.3.12), con bajo vigor, y con alta proporción de material muerto seco en pie (Tabla 4.3.5).

Con respecto a la composición de especies en el testigo, se encontró que las gramíneas representan un tercio de todas las especies identificadas, con solo 2 especies del grupo funcional C4. Las leguminosas encontradas fueron de 4 especies diferentes, acompañadas de ciperáceas y otras. El pastizal posee media alta diversidad y equidad (Tabla 4.3.6).

Tabla 4.3.5. Indicadores visuales con manejo continuo en el Establecimiento Merceditas.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Bajo
Incorporación de Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	60%
Costra biológica	No
Microfauna	No
Descomposición de deposiciones fecales	baja
Vigor de gramíneas	bajo
Especie Clave	<i>Paspalum</i> sp.
Hormigueros	No
% muerto/vivo	80/20
% matas	0%
Diámetro promedio de matas	0 cm
Altura promedio	6,2 cm

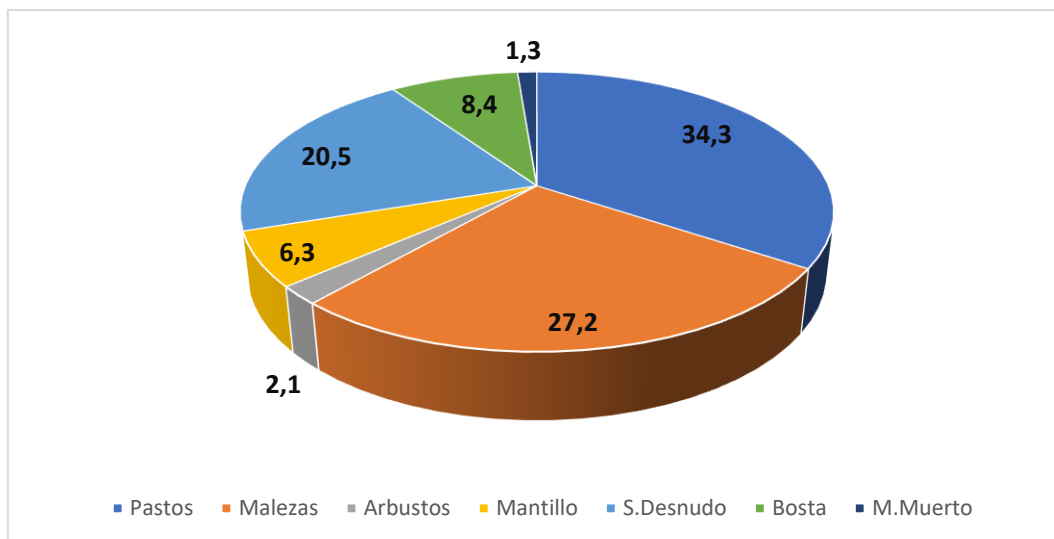


Figura 4.3.11. Distribución porcentual de la cobertura aérea con manejo continuo en el Establecimiento Merceditas.

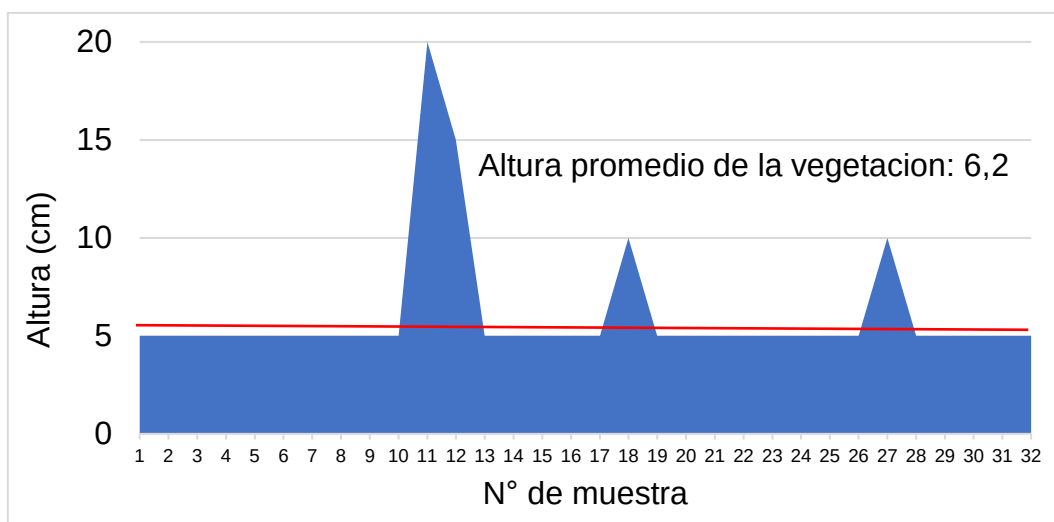


Figura 4.3.12. Altura de la vegetación con pastoreo continuo en la Estancia Merceditas.

Tabla 4.3.6. Tipo y número de especies, familias e índices de diversidad y equitatividad identificadas en el potrero con pastoreo continuo en el Establecimiento Merceditas. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	6	2 gramíneas y 4 C3 o invernales
Otras	12	4 leguminosas, 1 Ciperáceas y 8 de otras familias
TOTAL	18	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver/Diversidad	3,34	
El índice de Pielou (J)/Equitatividad	0,80	

4.4. Establecimiento Metanoia

Localización y cartografía del establecimiento Metanoia

El establecimiento Metanoia se encuentra ubicado en el departamento Santo Tomé. Se localizaron y cartografiaron los potreros de todo el establecimiento (Figuras 4.4.1).

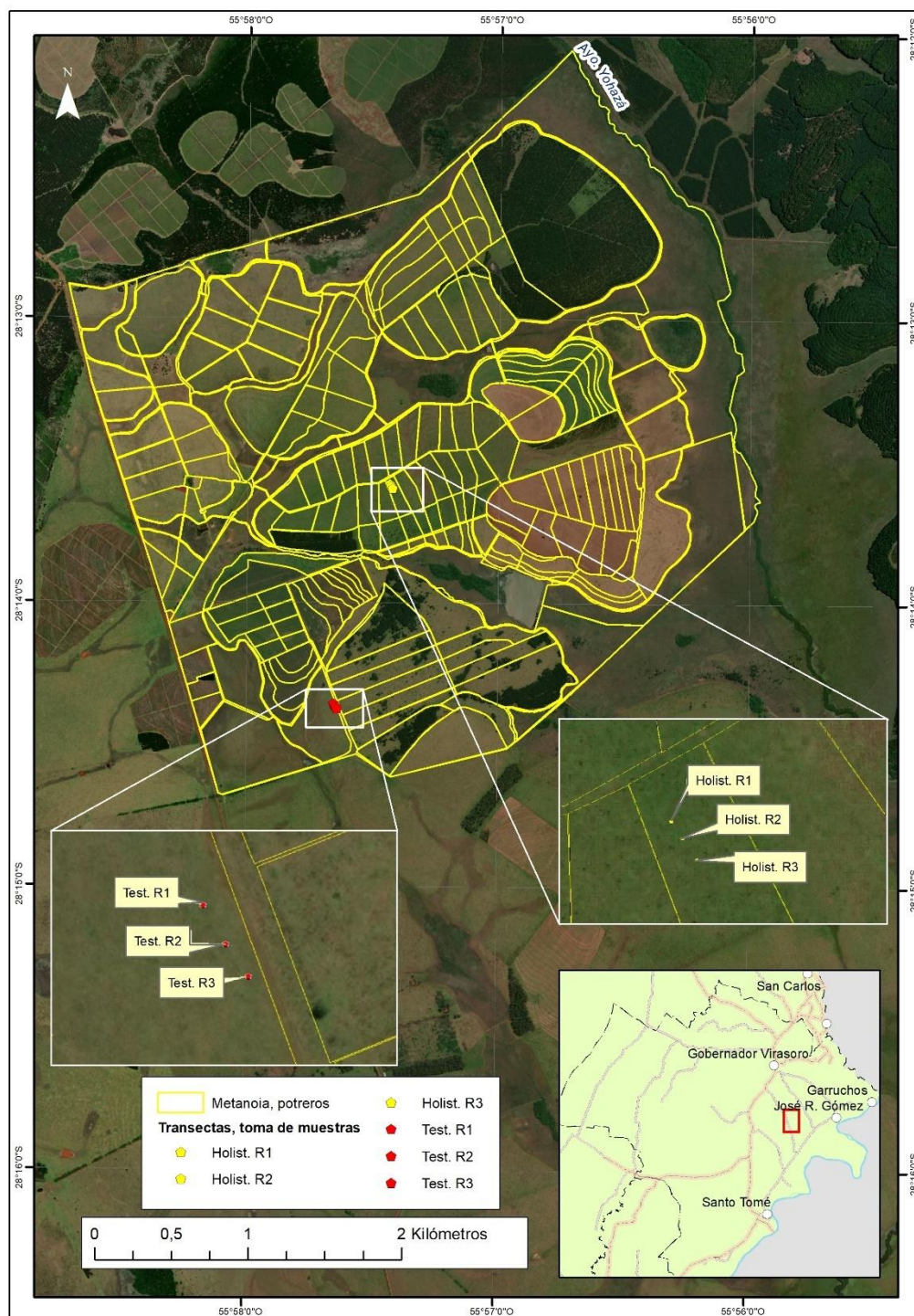


Figura 4.4.1. División de potreros en el establecimiento Metanoia.

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.4.2).

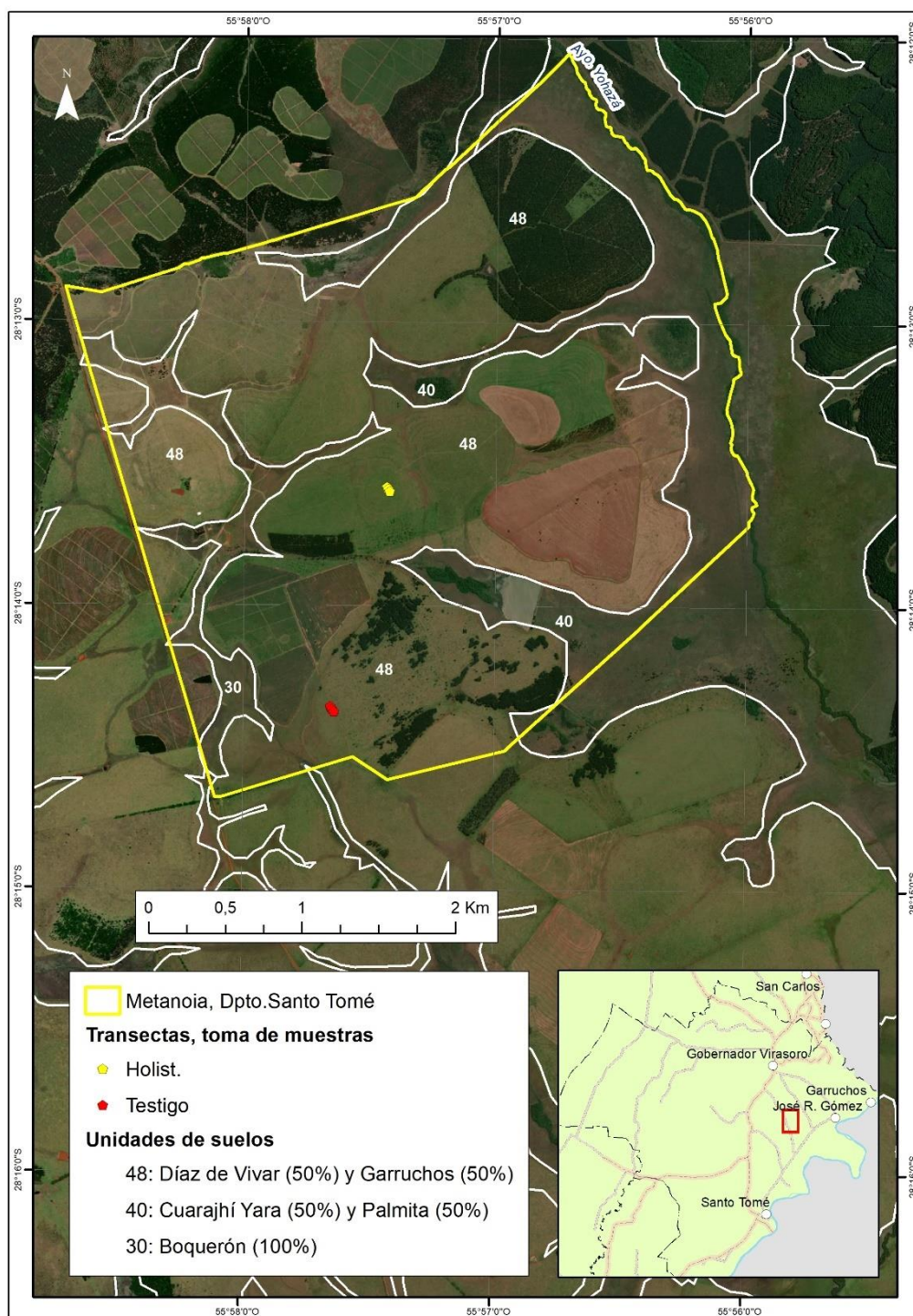


Figura 4.4.2. Suelos en el establecimiento Metanoia y ubicación de los sitios donde se tomaron muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento Metanoia

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial/antecedentes del potrero

El historial de manejo en el predio es el pastoreo en forma continua con una carga de 0,4 EV / ha. Se comenzó a manejar el potrero de forma diferente en el año 2017, pasando de una carga ganadera de 0,4 a 0,9 EV / ha. Desde que se inició el manejo diferente, no se realizaron laboreos, quemas ni desmalezados. Se logró una mejora del pastizal con el manejo diferente porque se mejoró el tapiz, el descanso permitió la recuperación de plantas deseables, como el pasto horqueta y algunas leguminosas. La principal actividad ganadera del potrero es la cría. La carga animal utilizada en los últimos años en el potrero es de 0,9 a 1 EV / ha, en promedio al año. No se ha observado una caída de la producción del pastizal en los últimos 5 años debido al manejo rotativo del pastoreo. El productor manifiesta que observó una mayor presencia de leguminosas nativas. El manejo consiste en 120 días de descanso en invierno y de 45 a 90 días en época primavera-estival, con cargas instantáneas de 4 EV/ha/día en invierno, y de 6 EV/ha/día, en la época primavera-estival. La densidad del módulo donde se aplica el manejo diferente es de 9,74 (superficie del módulo / cantidad de potreros). Es decir que cuenta con 1023 ha con 105 módulos, divididos en 834 potreros.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

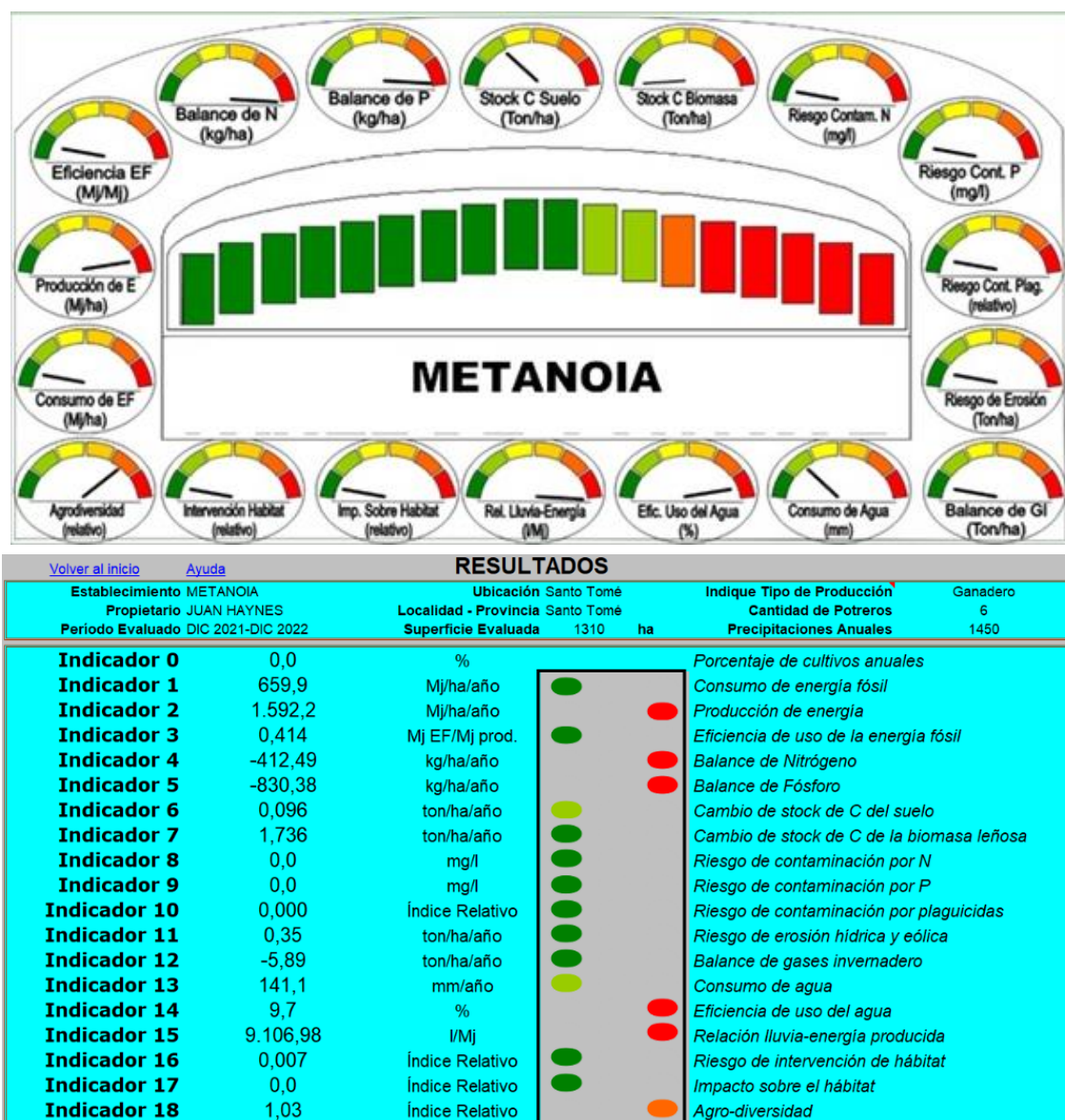


Figura 4.4.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el establecimiento Metanoia.

Este establecimiento presenta un buen desempeño en general, con 12 indicadores dentro de los rangos aceptables y 6 en rangos desfavorables o de remediación (Figura 4.4.3). Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja. El balance de nitrógeno y fósforo es deficitario, ya que el productor no realiza fertilizaciones nitrogenadas y en el caso del fósforo básicamente debido a la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo y a la exportación en el tejido óseo (principalmente) cuando se venden los animales. Al ser negativos los balances de nutrientes, no se presentan riesgos de contaminación. La eficiencia del uso del agua es baja ya que el consumo de agua es escaso en proporción a la cantidad de precipitación anual recibida. La baja

eficiencia en la producción de energía de los sistemas ganaderos en relación con los netamente agrícolas produce una alta relación de litros de precipitaciones ingresados al sistema por cada Mj de energía producida (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente en términos energéticos a la de los sistemas agrícolas). Por último, con relación a la agro-diversidad, el modelo no reporta un valor adecuado, ya que asume que una mayor diversificación de usos aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural de las muestras aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.4.1).

Tabla 4.4.1. Textura de las muestras de suelo analizadas en el establecimiento Metanoia.

Manejo	Profundidad	Textura
Continuo	0-10 cm	Arcilloso
	10-20 cm	Arcilloso
	20-30 cm	Arcilloso
Holístico	0-10 cm	Arcilloso
	10-20 cm	Arcilloso
	20-30 cm	Arcilloso

Los resultados de las determinaciones del color del suelo, tanto en seco como en húmedo, de los sitios tratados como del testigo son similares, sumando evidencias de que se trata de la misma serie de suelo (Tabla 4.4.2). En la primera profundidad (0 a 10 cm) ambos sitios presentaron un color pardo rojizo oscuro en húmedo, y en seco ambos sitios mostraron un color rojo oscuro. La segunda profundidad (10 a 20 cm) presentó un color pardo rojizo oscuro en húmedo para ambos sitios; y en seco un color rojo oscuro para los dos sitios analizados; en la última profundidad (10 a 30 cm) en húmedo presentaron un color pardo rojizo oscuro ambos sitios; y en seco ambos sitios mostraron un color rojo oscuro.

Tabla 4.4.2. Detalle del color (en seco y en húmedo) de las muestras tomadas en el establecimiento Metanoia.

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10R3/4	2,5YR2/5
		10R3/6	2,5YR2/4
		10R3/4	2,5YR2/4
	Holístico	10R3/6	2,5YR2/4
		10R3/6	2,5YR2/4
		10R3/4	2,5YR2/5
10-20 cm	Continuo	2,5YR3/6	2,5YR2/4
		2,5YR3/6	2,5YR2/4
		2,5YR3/6	2,5YR2/4
	Holístico	2,5YR3/6	2,5YR2/4
		2,5YR3/6	2,5YR2/4
		2,5YR3/6	2,5YR2/4
20-30 cm	Continuo	2,5YR3/6	2,5YR2/4

	2,5YR3/6	2,5YR2/4
	2,5YR3/6	2,5YR2/4
	2,5YR3/6	2,5YR2/4
Holístico	2,5YR3/6	2,5YR2/4
	2,5YR3/6	2,5YR2/4

En cuanto a los resultados de los análisis de densidad aparente, determinaciones de pH en agua y en cloruro de potasio (KCl) en general no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, se puede señalar que el pH (en agua) en el sitio tratado fue más alto que en el testigo en los primeros 10 cm (Figura 4.4.4 B). El pH (en KCl) fue menor en el sitio tratado respecto al testigo entre los 10 a 20 cm (Figura 4.4.4 C). El resto de las variables no presentaron diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.4.4 A y D).

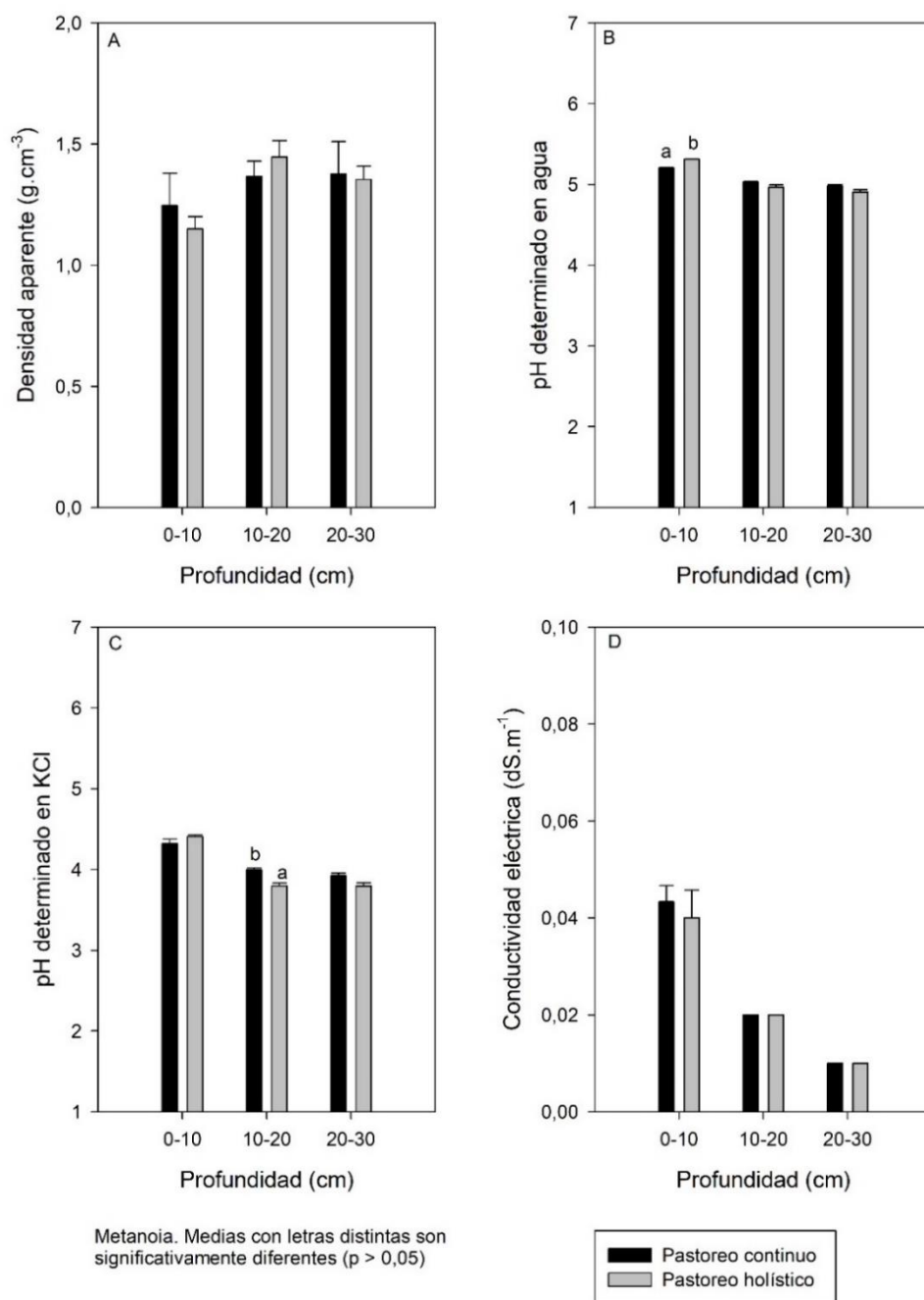


Figura 4.4.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el establecimiento Metanoia, tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

El CO del sitio tratado fue superior al testigo en los 10 cm superficiales e inferior entre los 10 a 20 cm de profundidad (Figura 4.4.5 A). Similar comportamiento se observó para la MO (Figura 4.4.5 B). El CO, N y P particulados mostraron porcentajes mayores en el sitio tratado (Figura 5 C, D, E). La respiración en cambio fue menor que en el testigo (Figura 4.4.5 G). La EA no mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 4.4.5 F).

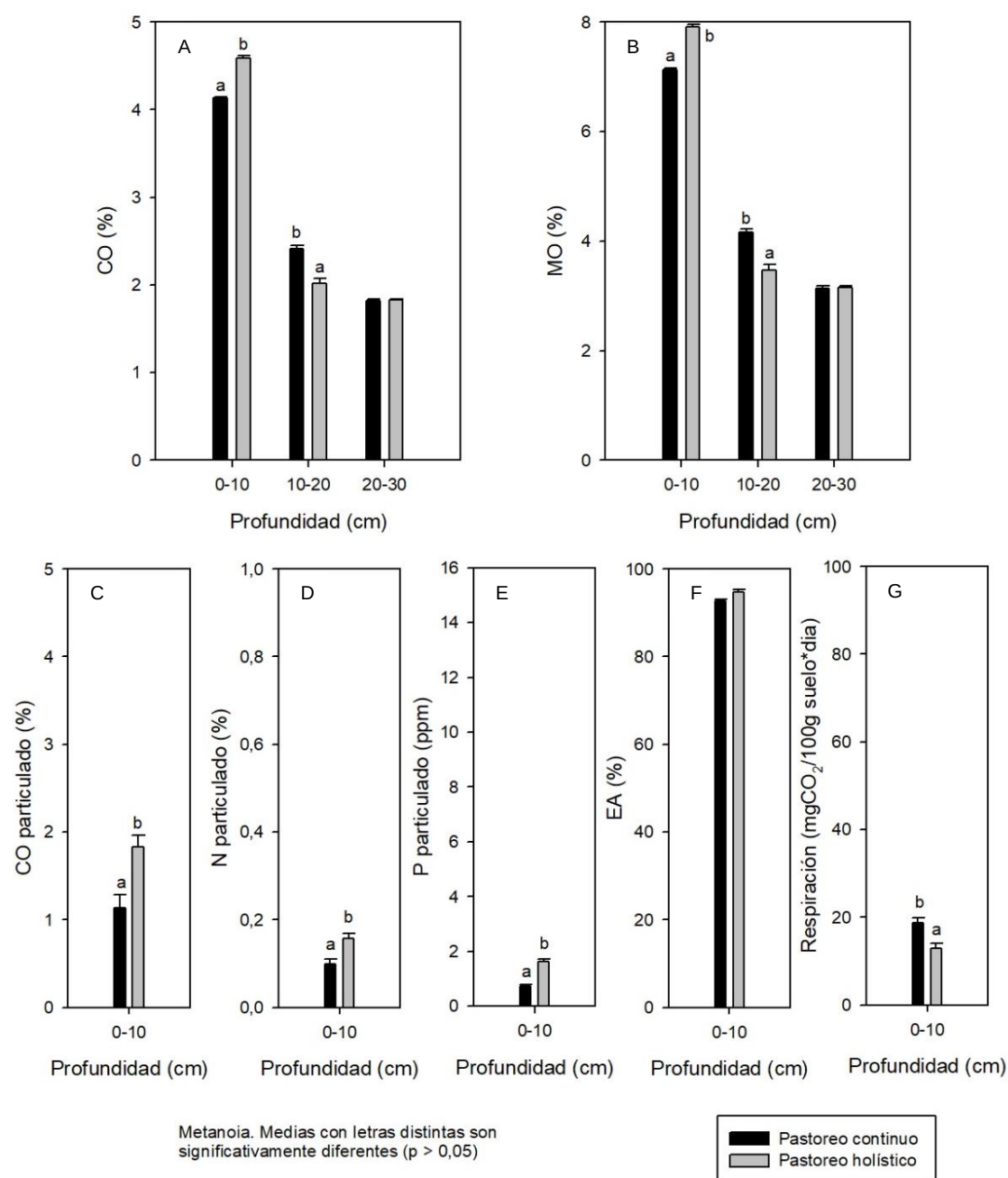


Figura 4.4.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el establecimiento Metanoia, tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Carbono orgánico (CO) (A) y materia orgánica (MO) (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

Respecto al stock de C, no existen diferencias significativas entre el sitio tratado y el sitio testigo (Figura 4.4.6). Se aprecia que el sitio testigo (pastoreo continuo) presenta una ligera diferencia ($109,5 \text{ tn} \cdot \text{ha}^{-1}$) en cuanto al stock de C, frente al sitio con pastoreo holístico ($106,66 \text{ tn} \cdot \text{ha}^{-1}$).

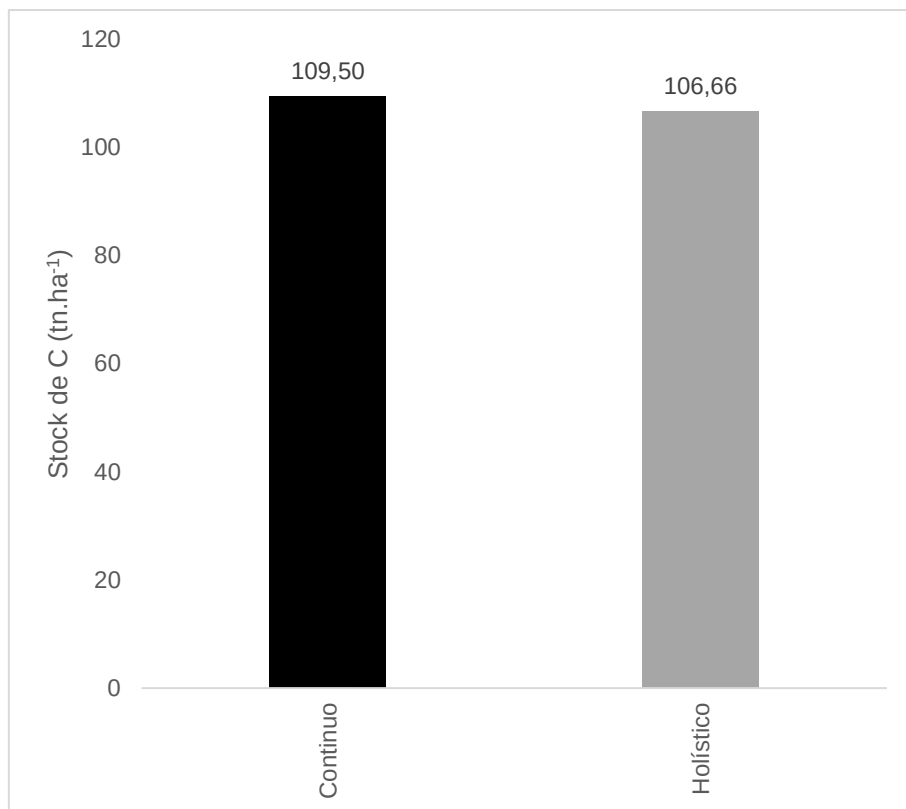


Figura 4.4.6. Stock de Carbono (tn.ha⁻¹) en el establecimiento Metanoia.

El contenido de P fue significativamente más bajo en el sitio tratado que en el testigo en la profundidad de 20 a 30 cm (Figura 4.4.7 A). Asimismo, el N fue significativamente más bajo en el sitio tratado comparado con el testigo a una profundidad de 10 a 20 cm (Figura 4.4.7 B). Con respecto al contenido de Ca, de 10 a 20 cm de profundidad, fue más bajo en el sitio tratado comparado con el testigo (Figura 4.4.7 C). Igual comportamiento registró el Mg, siendo más bajo en el sitio tratado de 10 a 20 cm de profundidad (Figura 4.4.7 D).

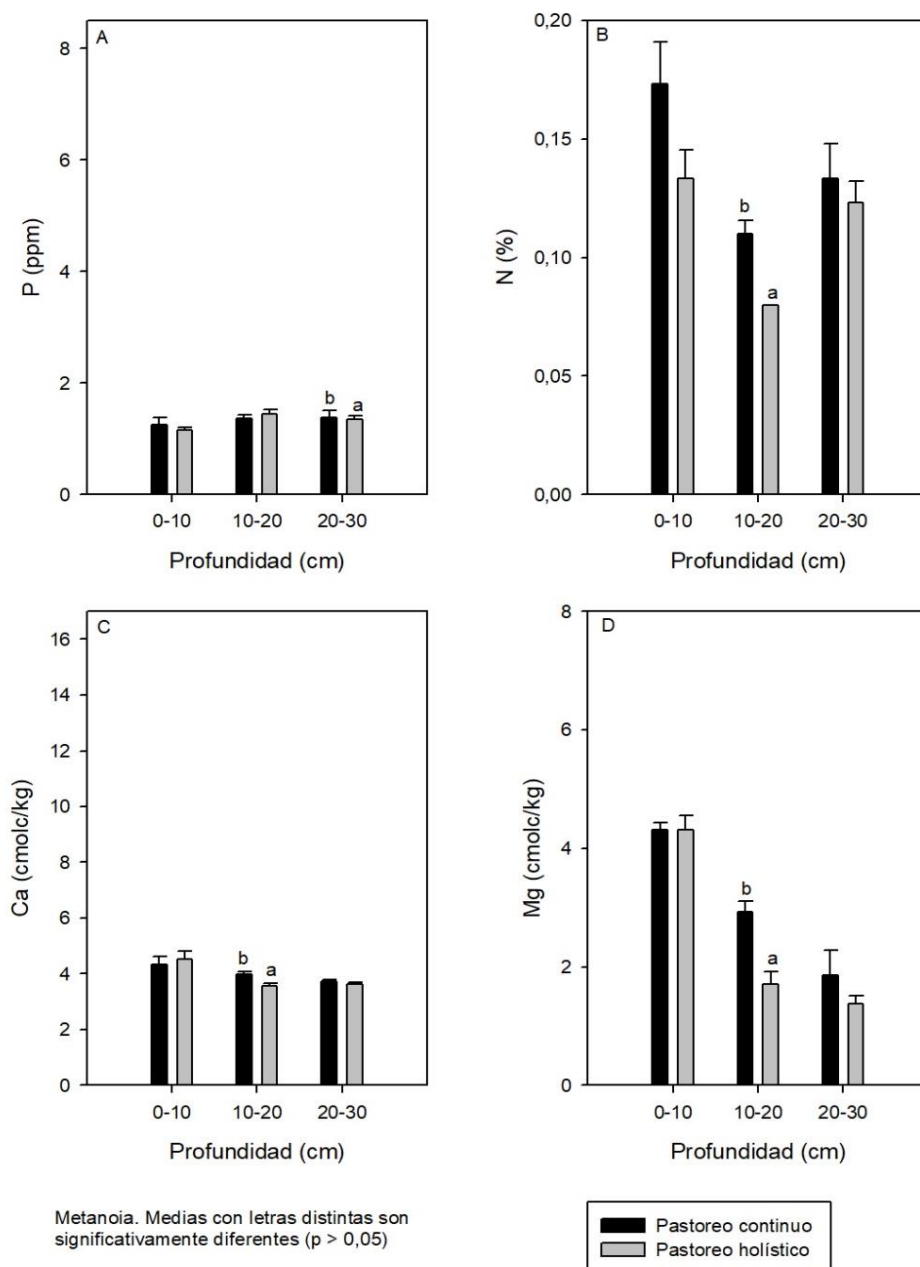


Figura 4.4.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el establecimiento Metanoia, tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo disponible (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D) en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

En el sitio tratado, el contenido de H fue más alto en el sitio tratado comparado con el testigo a la profundidad de 10 a 20 cm (Figura 4.4.8 C). En el caso de T, a la misma profundidad de 10 a 20 cm, el sitio tratado presentó valores más bajos respecto al testigo (Figura 4.4.8 D). El resto de las variables analizadas (K y Al) no presentaron diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.4.8 A y B).

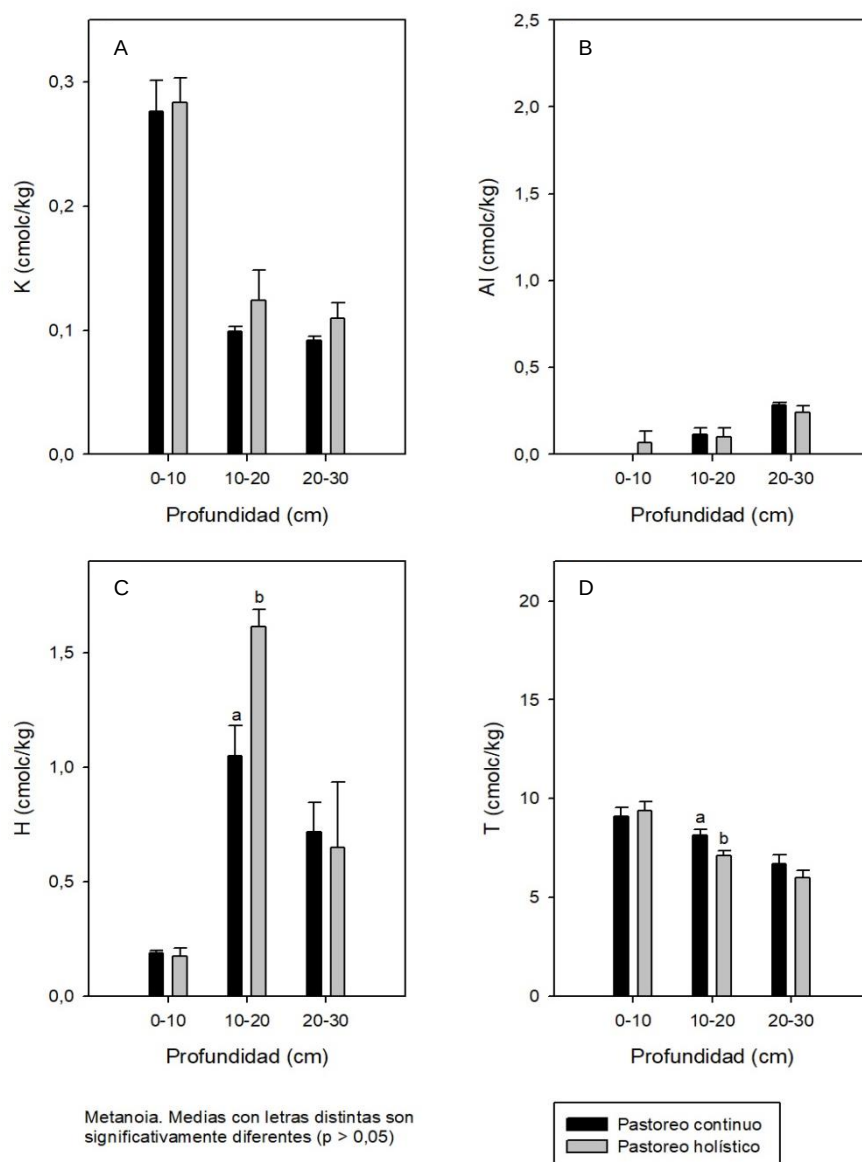


Figura 4.4.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el lomo del malezal en el establecimiento Metanoia, tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Hidrógeno (H) (C) y Suma de bases (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

Tanto el pastizal evaluado en pastoreo continuo como rotativo presentaron una condición excelente, reflejada en su cobertura, composición botánica (equitatividad y diversidad) y vigor de especies. Se destaca una presencia importante de especies forrajeras invernales (especies C3). La biomasa de forraje o disponibilidad (kg de materia seca/ha) en las parcelas evaluadas (parcelas en descanso) era buena. Los resultados de producción de pasto (4.000 a 8.000 kg de materia seca/ha/año) como de producción animal (70 a 150 kg/cab/año) y por área o productividad (kg de carne/ha/año) serán adecuados al tiempo de estadía por parcela y retorno a la misma, según época del año y potencial de crecimiento según humedad del suelo. La infraestructura está en perfectas condiciones para lograr un manejo del ganado (tamaño de las parcelas y agua en cada parcela).

Los indicadores generales del componente vegetal en el sitio tratado indican que el pastizal posee poco mantillo, poco incorporado, con buena cobertura del suelo y escasa actividad biológica (Tabla 4.4.3). Se presenta dominado por pastos en un 52% (Figura 4.4.9) de porte bajo (Figura 4.4.10), con vigor leve a medio y con elevada proporción de material muerto seco en pie. Las malezas representan alrededor del 20% de la cobertura vegetal (Figura 4.4.9).

Tabla 4.4.3. Indicadores visuales en el potrero con pastoreo rotativo en el establecimiento Metanoia.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación de Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	90%
Costra biológica	no
Microfauna	Poca
Descomposición de deposiciones fecales	Poca
Vigor de gramíneas	Leve-medio
Especie Clave	<i>Paspalum plicatulum</i>
Hormigueros	No
% muerto/vivo	80/20%
% matas	0%
Altura promedio	12,6 cm
Diámetro promedio de las matas	0 cm

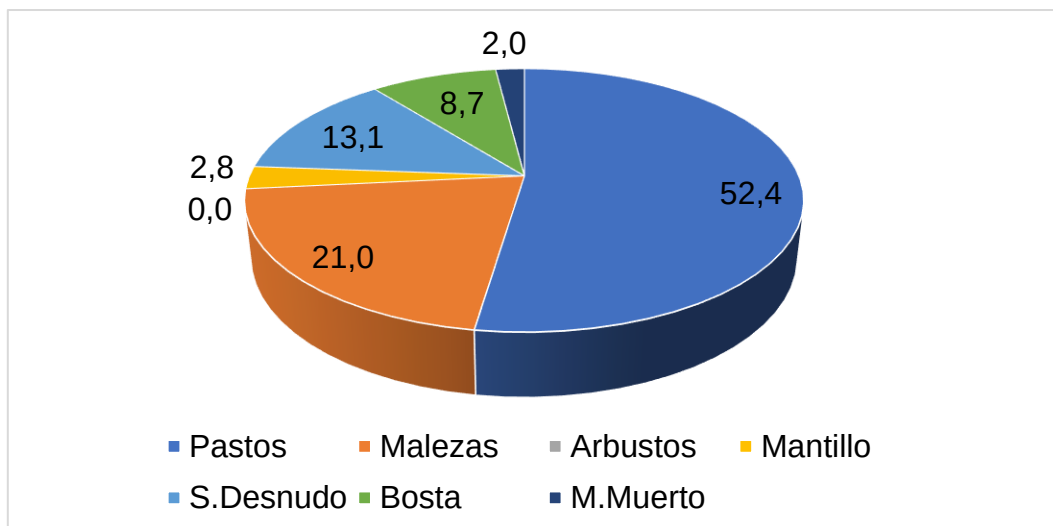


Figura 4.4.9. Distribución porcentual de la cobertura en el potrero con pastoreo rotativo establecimiento Metanoia.

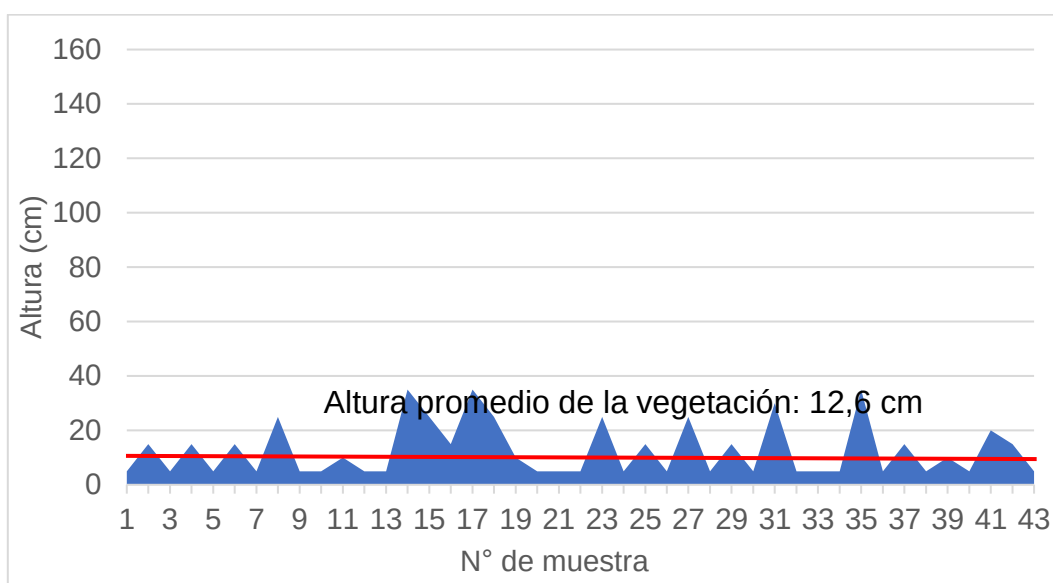


Figura 4.4.10. Altura de la vegetación en el potrero con pastoreo rotativo en el establecimiento Metanoia.

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan un poco menos del 50% de todas las especies identificadas. Las leguminosas estuvieron representadas por una sola especie. Las restantes especies corresponden a otras familias botánicas, el pastizal posee alta diversidad y equidad media alta (Tabla 4.4.4).

Tabla 4.4.4. Tipo, número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con pastoreo rotativo en el establecimiento Metanoia. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	8	4 gramíneas C4 y 4 C3 o invernales

Otras	10	1 leguminosas, 1 ciperáceas y 8 de otras especies
TOTAL	18	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/Diversidad	4,19	
Índice de Pielou (J)/Equitatividad	0,75	

Al evaluar los parámetros relacionadas a la condición del pastizal, la ausencia de animales y largos tiempos de descanso posiblemente sean efecto de la cantidad del material muerto más del 80% en pie de la biomasa disponible (Tabla 4.4.5). Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo indican que el pastizal posee poco mantillo, con baja incorporación, presentando alta cobertura del suelo y escasa actividad biológica (Tabla 4.4.5). Se presenta dominado por malezas en un 46% (Figura 4.4.11) de porte bajo (Figura 4.4.12), de vigor bajo y elevada proporción de material muerto seco en pie. Los arbustos se encuentran en alta proporción, constituyendo un 30% de la cobertura vegetal (Tabla 4.4.5).

Tabla 4.4.5. Indicadores visuales en el potrero con pastoreo continuo en el establecimiento Metanoia.

Indicadores		
Cantidad de Mantillo		poco
Incorporación del Mantillo		bajo
Cobertura Vegetal		90%
Costra biológica		no
Microfauna		no
Descomposición de deposiciones fecales		poca
Vigor de gramíneas		bajo
Especie Clave	<i>Paspalum plicatulum</i>	
Hormigueros		si
% muerto/vivo		85/15
% matas		0%
Diámetro promedio de las matas		0 cm
Altura promedio		12,2 cm

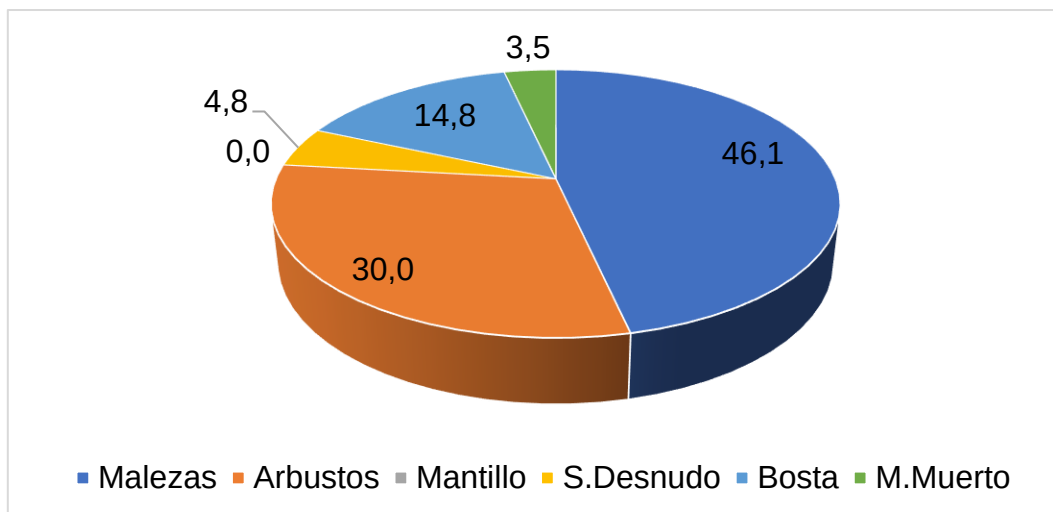


Figura 4.4.11. Distribución porcentual de la cobertura en el potrero con pastoreo continuo en el establecimiento Metanoia.

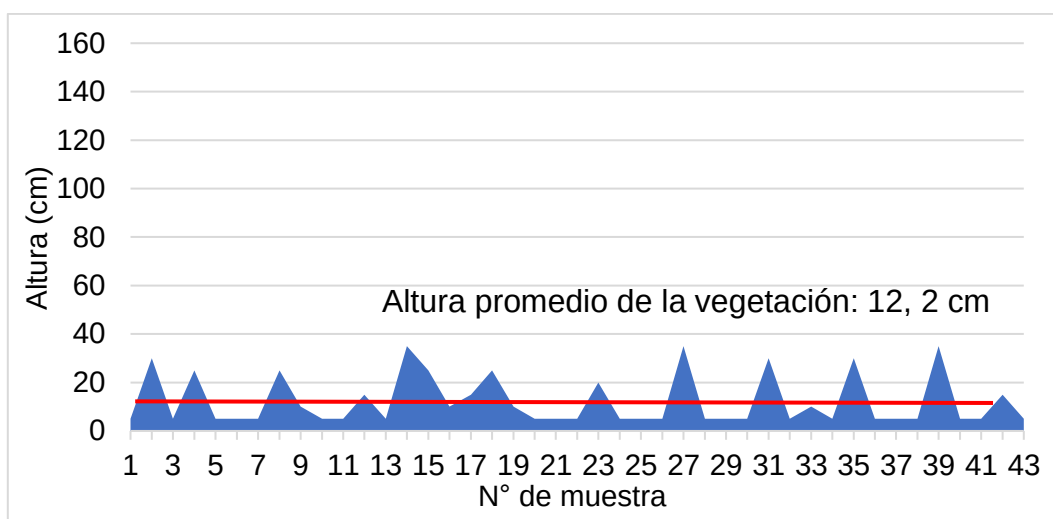


Figura 4.4.12. Altura de la vegetación en el potrero con pastoreo continuo en el establecimiento Metanoia.

Con respecto a la composición de especies en el testigo, se encontró que las gramíneas, todas del grupo funcional C4, representan algo más del 25% de todas las especies. No se identificaron leguminosas y principalmente se encontraron ejemplares de otras familias, el pastizal posee alta diversidad y equidad media alta (Tabla 4.4.6).

Tabla 4.4.6. Tipo, número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con pastoreo continuo en el establecimiento Metanoia. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Distribución
Pastos	4	4 gramíneas C4
Otras	11	0 leguminosas, 2 ciperáceas y 9 de otras familias
TOTAL	15	Especies identificadas

Índice de Shannon-Weaver (H) Diversidad	4,18
Índice de Pielou (J) Equitatividad	0,77

4.5. Establecimiento Euzkadi

Localización y cartografía del establecimiento Euzkadi

Se localizaron y cartografiaron los potreros del establecimiento (Figura 4.5.1).

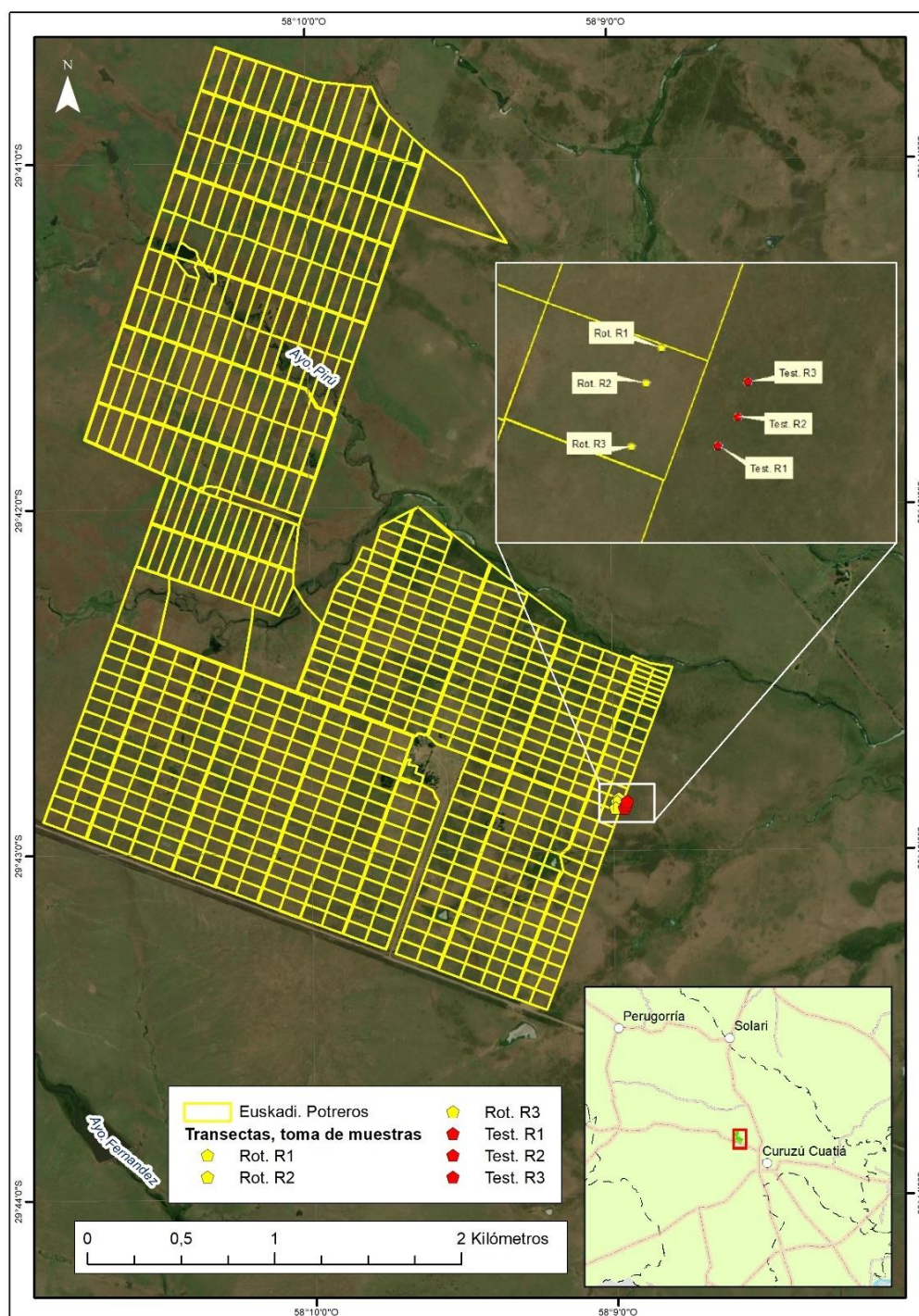


Figura 4.5.1. División de potreros en el Establecimiento Euzkadi, en el departamento Curuzú Cuatía, Corrientes.

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.5.2).

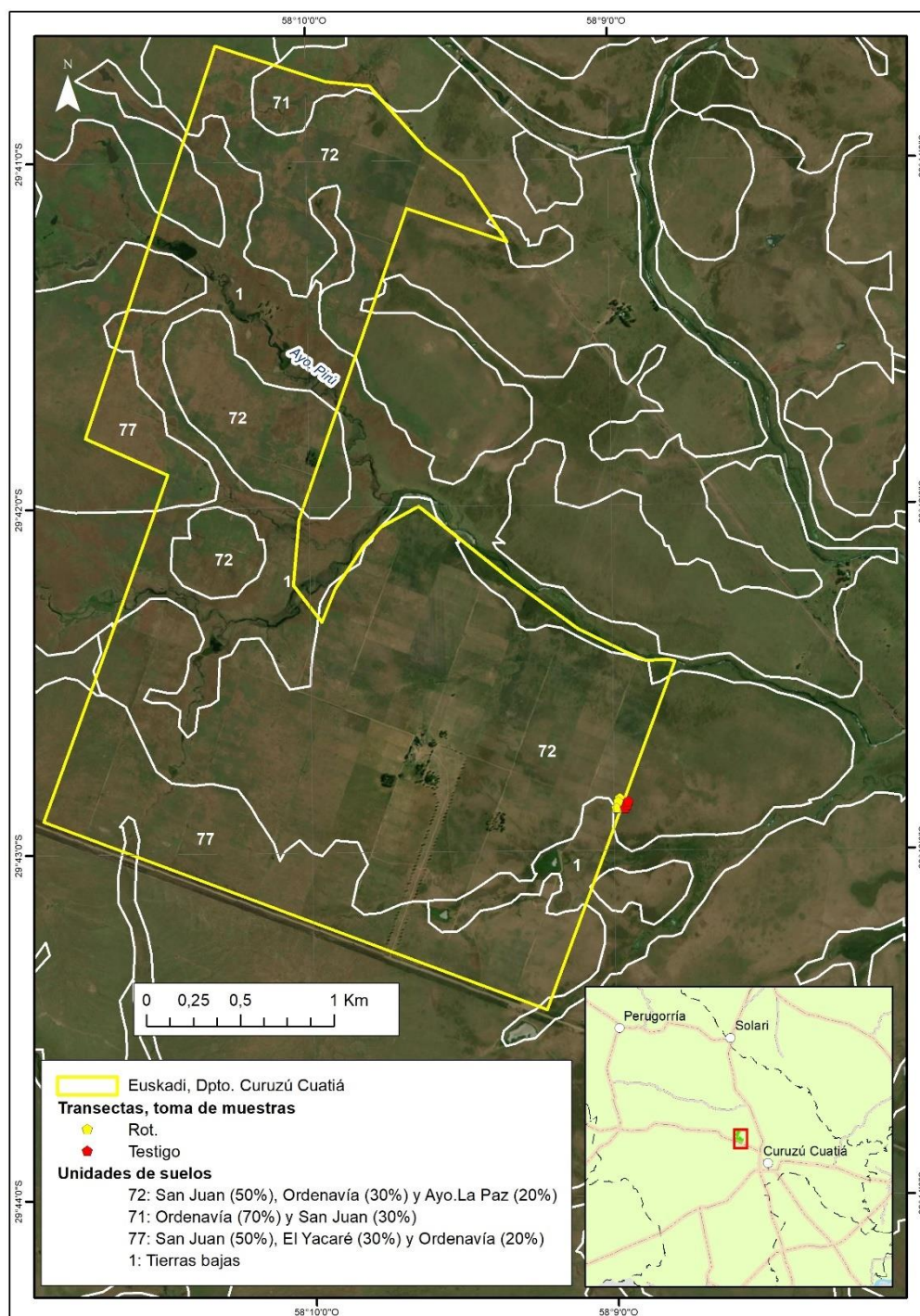


Figura 4.5.2. Suelos en el establecimiento Euskadi, en el Departamento Curuzú Cuatía y sitios donde se tomaron las muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento Euzkadi

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial/antecedentes del potrero

El historial de manejo lo constituye el pastoreo en forma continua con altas carga de bovinos y ovinos, hasta el inicio del manejo diferente. Se comienza a manejar el potrero de forma diferente en 1998, como un pastoreo rotativo, que consistía en rotación y descanso de los potreros. Desde que se inició el manejo diferente, se desmalezó la paja colorada en 2 oportunidades. Se logró una mejora del pastizal con el manejo diferente por el aumento de la receptividad del campo, el mejoramiento del tapiz, producto del descanso y mejor aprovechamiento del pastizal. La principal actividad ganadera del potrero es la recría. La carga animal utilizada en los últimos años en el potrero es de 1,1 EV / ha, en promedio al año. No se ha observado una caída la producción del pastizal en los últimos 5 años debido al manejo rotativo del pastoreo. El manejo del productor implica 48 días de descanso en invierno y 24 días en el período primavera-estival con cargas instantáneas, en invierno, de 45 EV / ha / día y de 60 EV / ha / día, en la época primavera-estival. La densidad del módulo donde se aplica el manejo diferente es de 48,1 (superficie del módulo / cantidad de potreros). Es decir que cuenta con 16 módulos con 771 ha, divididas en 834 potreros.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

En este establecimiento, 5 de los 18 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.5.3). Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja. El balance de fósforo es deficitario, básicamente debido a: la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo y a la exportación de dicho elemento en el tejido óseo (principalmente) cuando se venden los animales. La eficiencia del uso del agua es baja, representando el consumo de agua frente al total de la lluvia recibida anualmente. La relación entre las precipitaciones y la energía producida es alta, indicando baja eficiencia en la producción de energía de este sistema ganadero (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente que la actividad agrícola), dado sobre todo a las abundantes precipitaciones. Por último, con relación a la agro-diversidad, el modelo no reporta un valor adecuado, ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

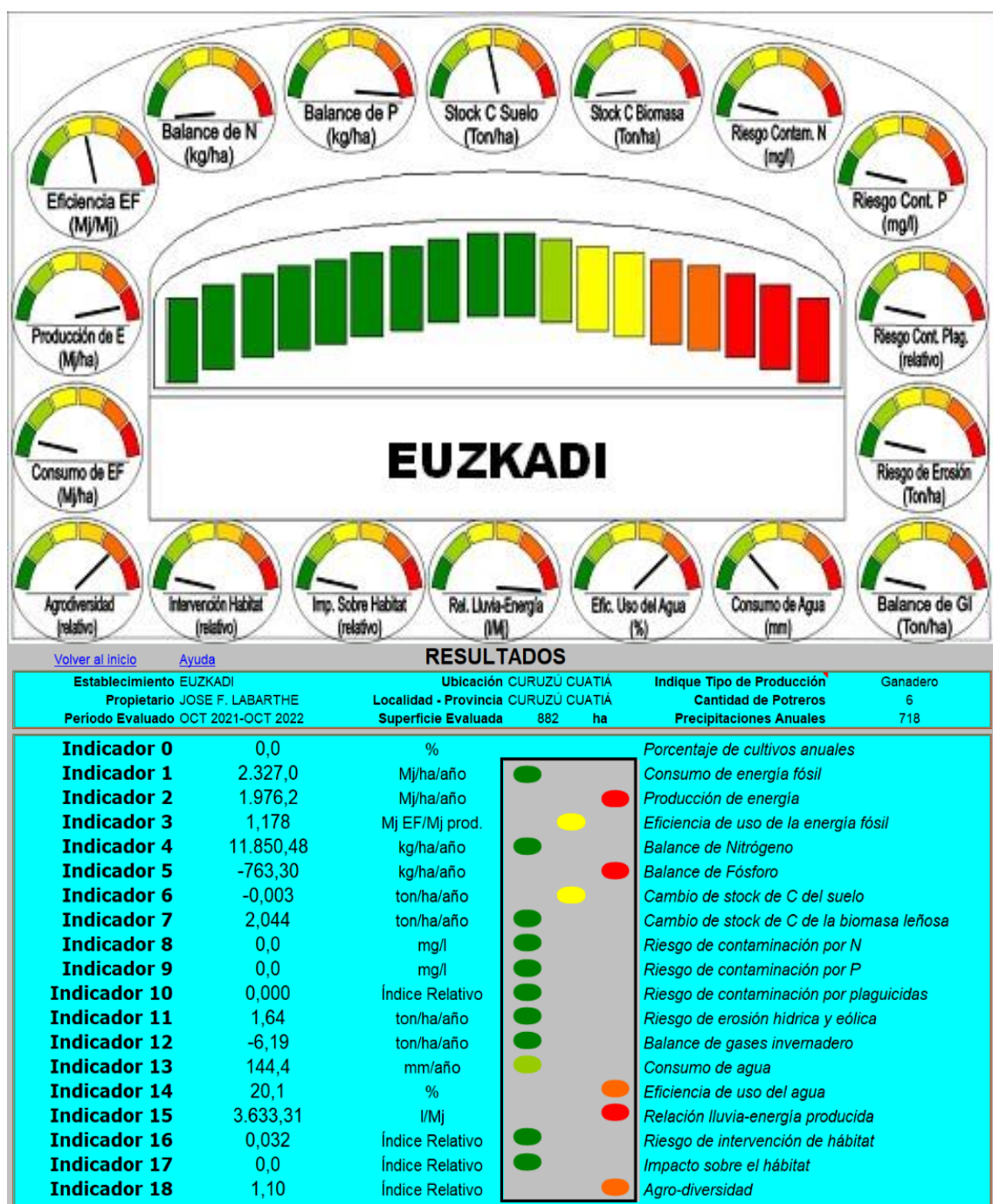


Figura 4.5.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el establecimiento Euzkadi.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.5.1).

Con respecto al color, de todas las determinaciones no hubo diferencias en la HUE (10YR) (Tabla 4.5.2). La coloración del suelo de ambos sitios analizados, y en todas las profundidades presentaron un color en húmedo gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro. En seco presentaron color gris oscuro a gris, en ambos sitios y en todas las profundidades (Tabla 4.5.2).

Tabla 4.5.1. Variable textura del suelo en cada una de las profundidades evaluadas y tratamientos continuo y rotativo.

Manejo	Profundidad	Textura
Continuo	0-10 cm	Franco
	10-20 cm	Franco arcilloso
	20-30 cm	Franco arcilloso
Rotativo	0-10 cm	Franco
	10-20 cm	Franco arcilloso
	20-30 cm	Franco arcilloso

Tabla 4.5.2. Variable color del suelo en seco y en húmedo en cada una de las profundidades evaluadas y tratamientos continuo y rotativo.

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
10-20 cm	Continuo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
20-30 cm	Continuo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/2
	Rotativo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1

La densidad aparente superficial en el sitio tratado fue más alta que en el testigo y no difirió significativamente sub-superficialmente (Figura 4.5.4 A). El pH

en agua fue diferente estadísticamente sólo en la profundidad de 10 a 20 cm siendo el testigo más elevado que el tratamiento. El pH en KCl fue menor en el sitio tratado en la profundidad de 20 a 30 cm respecto al testigo, no presentándose diferencia en las otras profundidades. (Figura 4.5.4 C). La variable CE no presentó diferencia significativa.

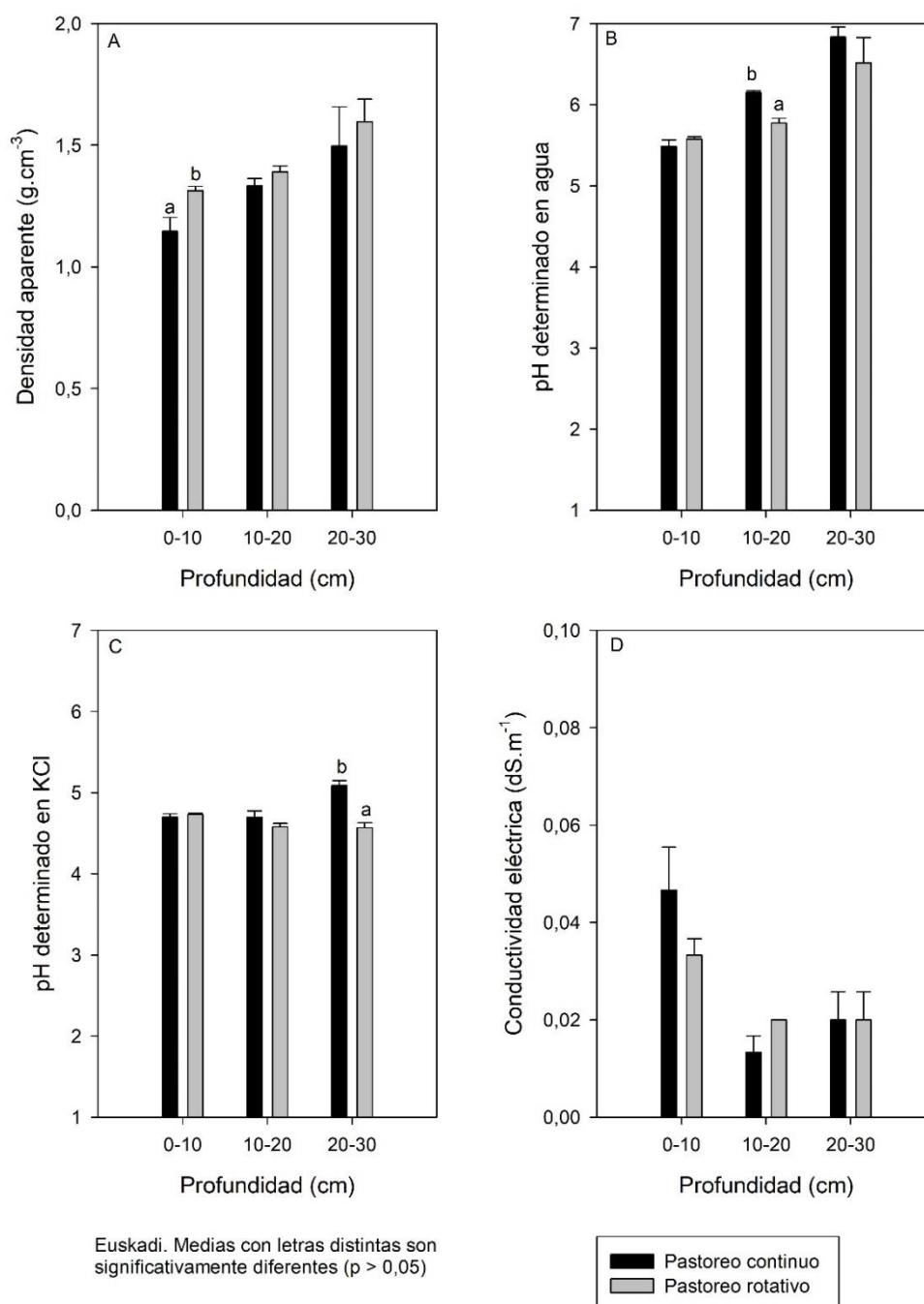


Figura 4.5.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Euzkadi (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

De las variables evaluadas en la Figura 4.5.5 la única que presentó diferencia significativa fue la de carbono orgánico, el contenido en el testigo fue mayor que en el tratamiento (Figura 4.5.5 A). Al analizar el stock de carbono del suelo hasta los 30 cm no se evidenciaron diferencias significativas entre los sitios (Figura 4.5.6).

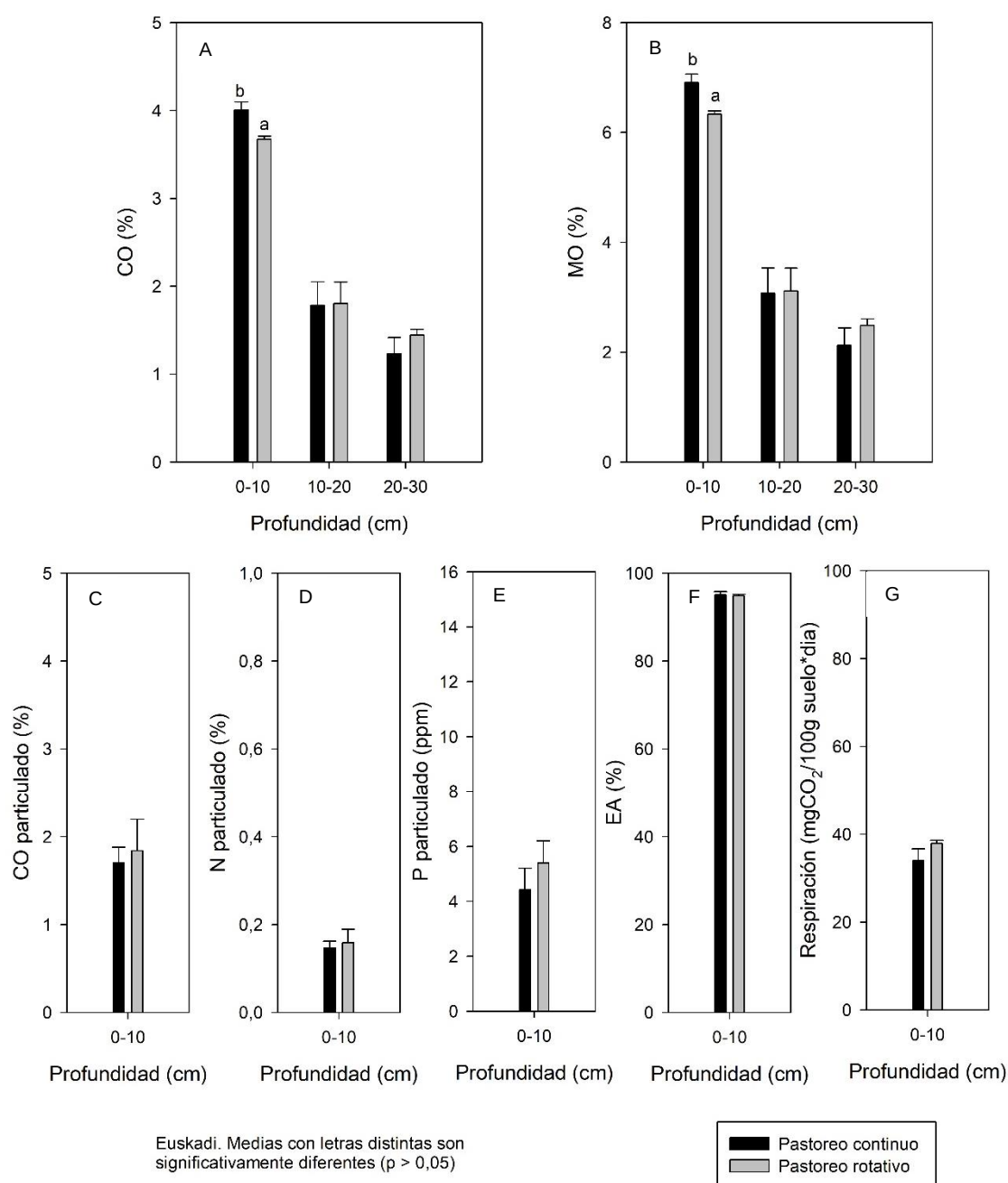


Figura 4.5.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Euzkadi (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Carbono orgánico (CO) (A) y materia orgánica (MO) (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

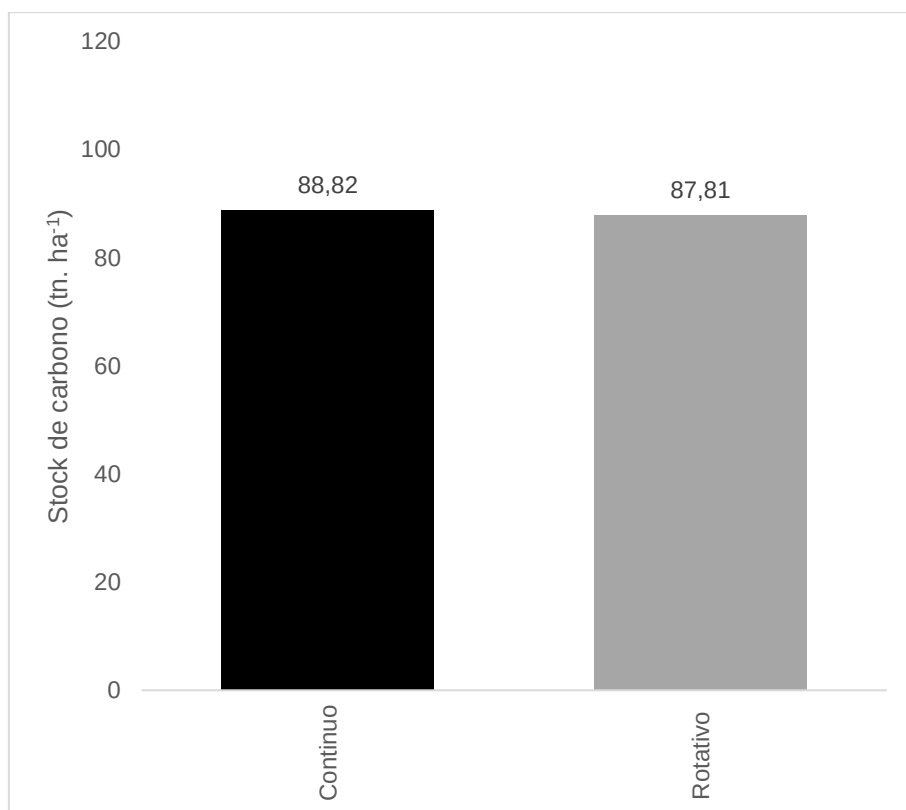


Figura 4.5.6. Comparación de resultados del stock de carbono hasta los 30 cm en muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Euzkadi (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo.

Para las variables P (ppm) N (%), Ca y Mg (cmolc/kg) se detectaron diferencias significativas en superficie para las variables N y Mg donde en N el tratamiento testigo es mayor que el tratado (Figura 4.5.7 B) y a la inversa para la variable Mg (Figura 4.5.7 D). El resto de las variables analizadas no presentaron diferencias significativas. La variable K (cmolc/kg) presentó diferencia significativa en superficie siendo mayor el contenido en el sitio testigo (Figura 4.5.8 A). Las demás variables observadas en la Figura 4.5.8 no presentaron diferencias significativas.

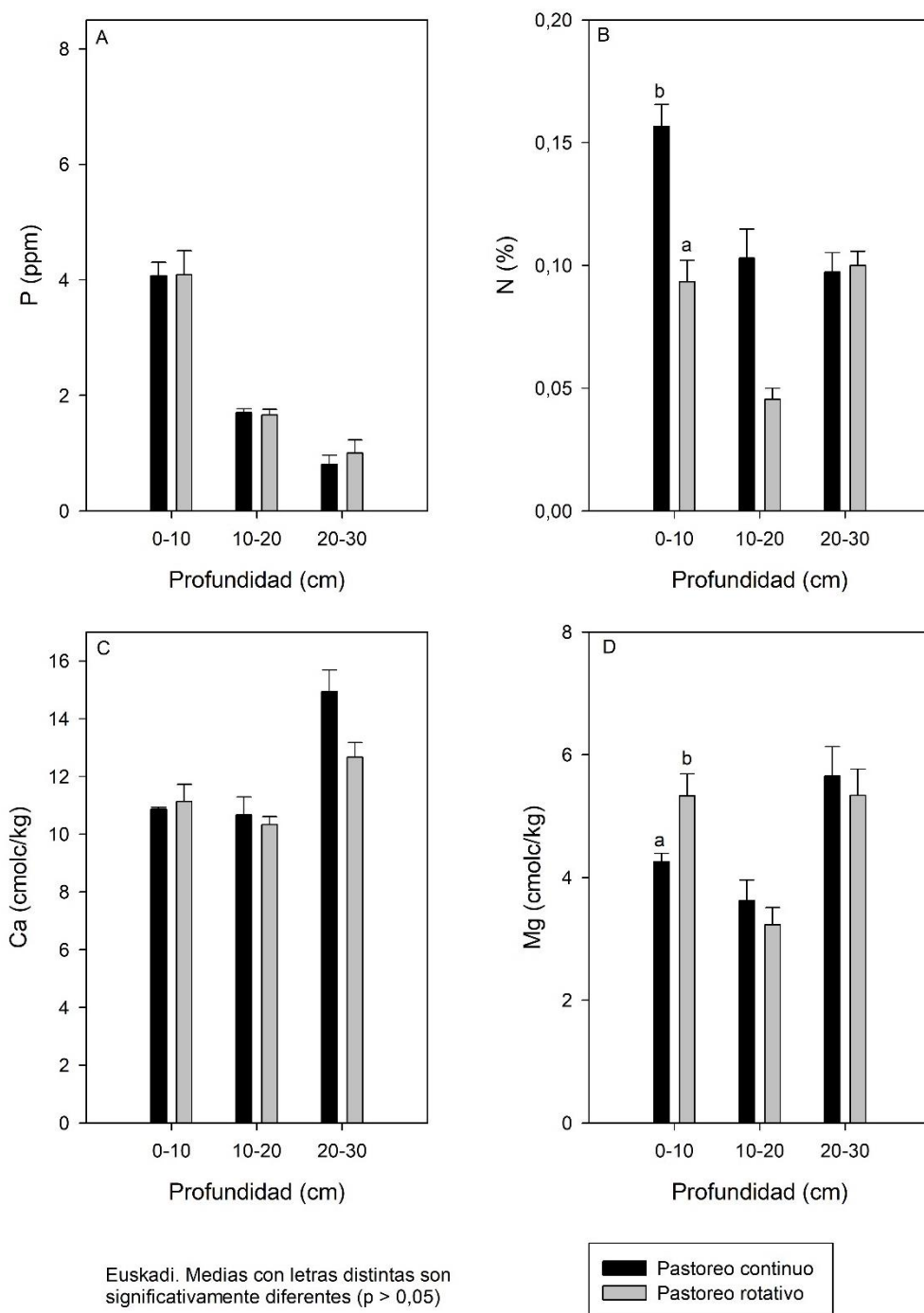


Figura 4.5.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Euzkadi (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

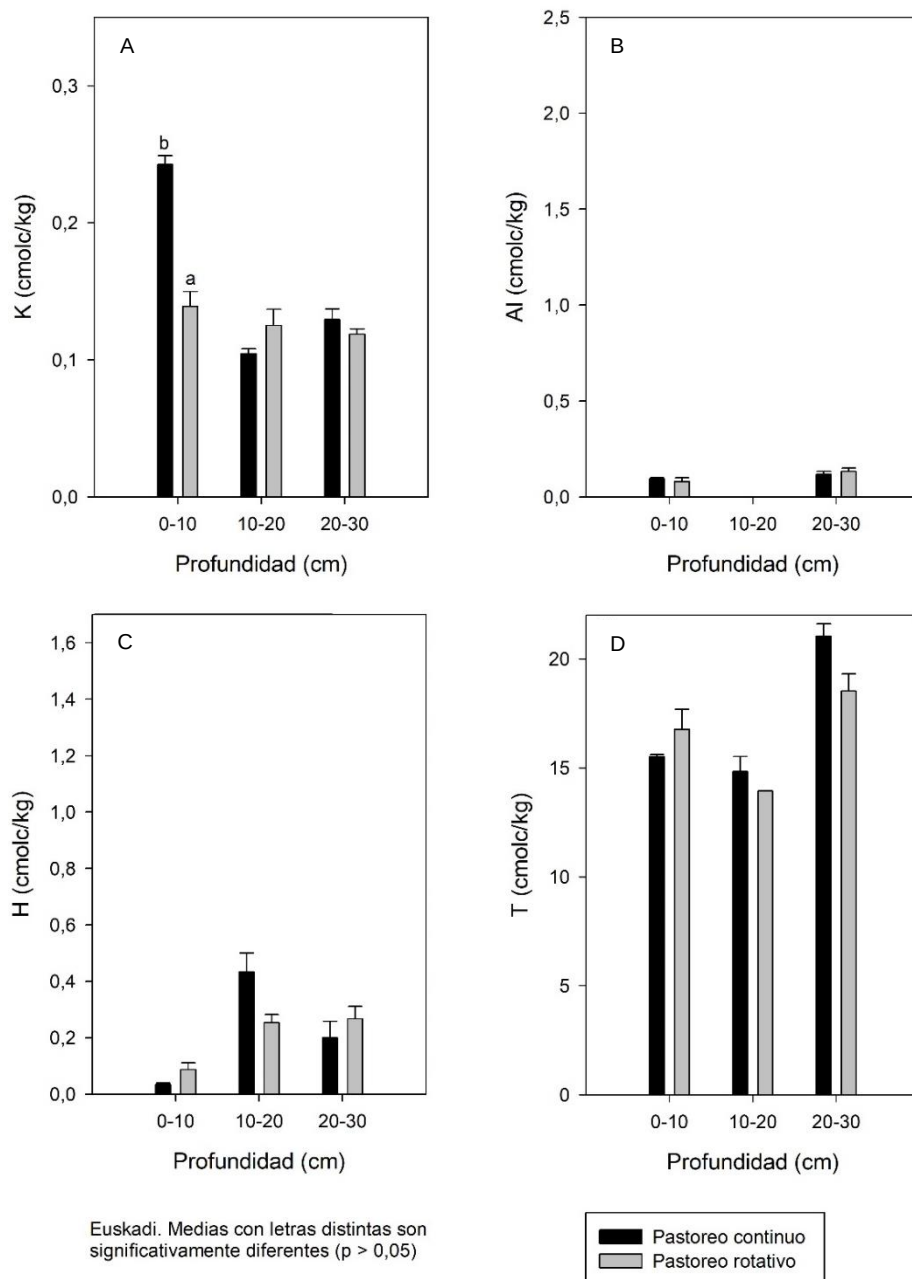


Figura 4.5.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Euskadi (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Acidez (H) (C) y Capacidad de Intercambio Catiónico (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

El pastizal evaluado presentaba una buena cobertura, buenos índices de equitatividad y diversidad. Las principales especies presentaban un vigor medio a bajo debido a la sequía. Se determinó una alta presencia de especies no deseables (malezas) sin embargo estas no afectan el desarrollo de las especies con buen valor (Tabla 4.5.3). Otra variable para destacar es la proporción de material muerto 50%, esto se debe a la sequía y a los tiempos de retorno. Desde el punto de vista de la productividad son pastizales de 2.000 a 4.000 kg de materia seca por ha/año y la producción animal sería mayor a 100 kg de cabeza/año. En estas situaciones de extrema sequía el ajuste de carga es fundamental para no aumentar la proporción de suelo desnudo y no perder el potencial de estos pastizales.

Tabla 4.5.3. Indicadores visuales en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Euzkadi.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación de Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	90%
Costra biológica	no
Microfauna	poca
Descomposición de deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	leve-medio
Especie Clave	<i>Paspalum plicatulum</i>
Hormigueros	no
% muerto/vivo	80/20
% matas	0%
Altura promedio	12,6 cm
Diámetro promedio de las matas	0 cm

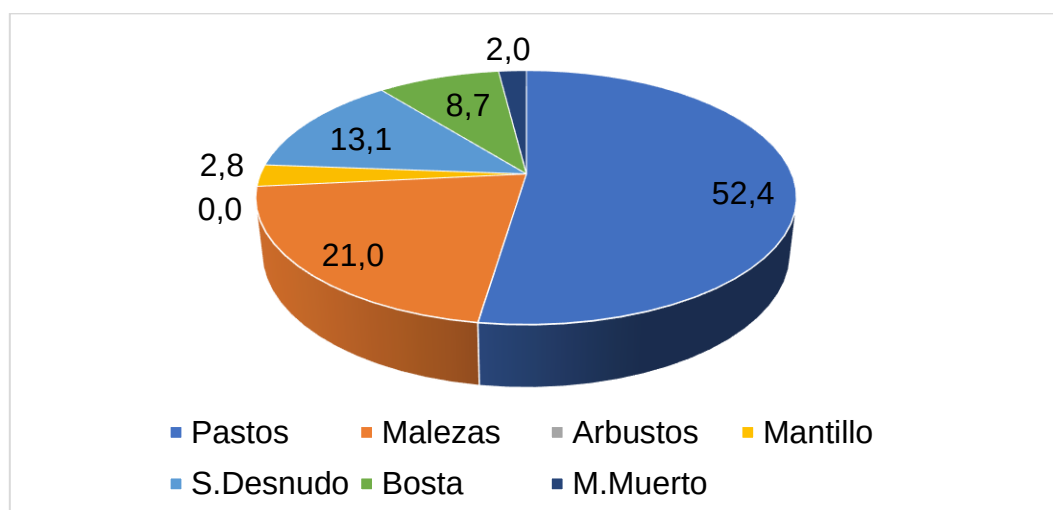


Figura 4.5.9. Distribución porcentual de la cobertura en el potrero con pastoreo rotativo Establecimiento Euzkadi.

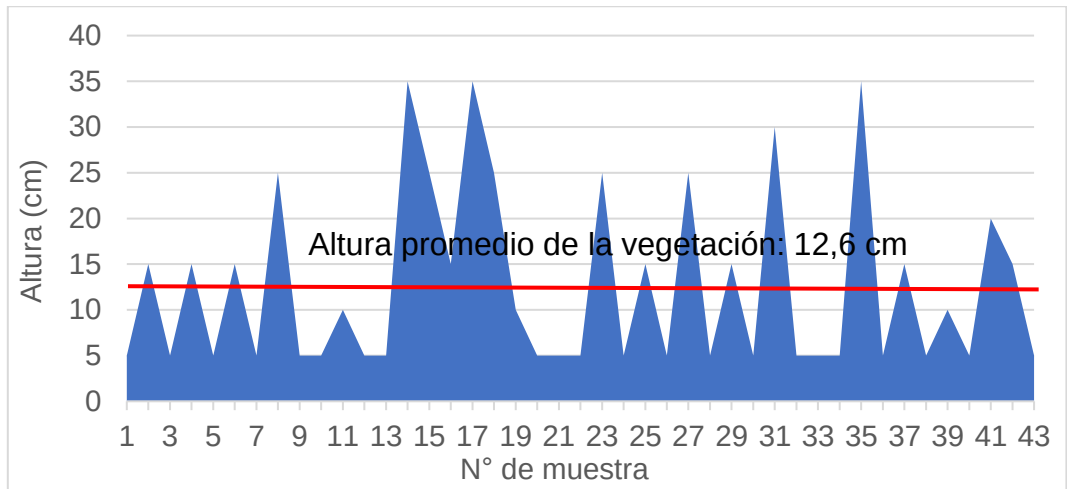


Figura 4.5.10. Altura de la vegetación en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Euzkadi.

Si bien la altura del pastizal es relativamente baja (Figura 4.5.10), los pastos cortos con ajuste de carga al momento del año u oferta de forraje, pueden ser los pastizales más productivos de la provincia de Corrientes. Sin embargo, ante sequías la posibilidad de sostener una carga animal por largo tiempo es casi imposible, debida básicamente a la presión de pastoreo, que de esta manera disminuye su capacidad de generar raciones. Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan el 44% del total de especies identificadas, el resto lo ocupan leguminosas y malezas. El pastizal posee diversidad buena y equidad media alta (Tabla 4.5.4).

Tabla 4.5.4. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de equitatividad y diversidad en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Euzkadi. Los pastos de diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	8	4 gramíneas C4 y 4 C3 o invernales
Otras	10	1 leguminosas, 1 Ciperáceas y 8 de otras especies
TOTAL	18	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/ Diversidad	3,42	
Índice de Pielou (J)/Equitatividad	0,82	

El muestreo del pastizal en el testigo fue sobre un recurso forrajero degradado con una presión de pastoreo que no permite su recuperación, presentando alturas muy bajas (Figura 4.5.12) como así también una elevada proporción de material muerto (Tabla 4.5.5). En este caso, de no disminuir sustancialmente la carga animal la mortandad del ganado es muy probable.

Tabla 4.5.5. Indicadores visuales en el potrero testigo del Establecimiento Euzkadi.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación del Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	90%
Costra biológica	no
Microfauna	no
Descomposición de deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	bajo
Especie Clave	<i>Paspalum plicatulum</i>
Hormigueros	si
% muerto/vivo	85/15
% matas	0%
Tamaño medio	0 cm
Altura promedio	12,2 cm

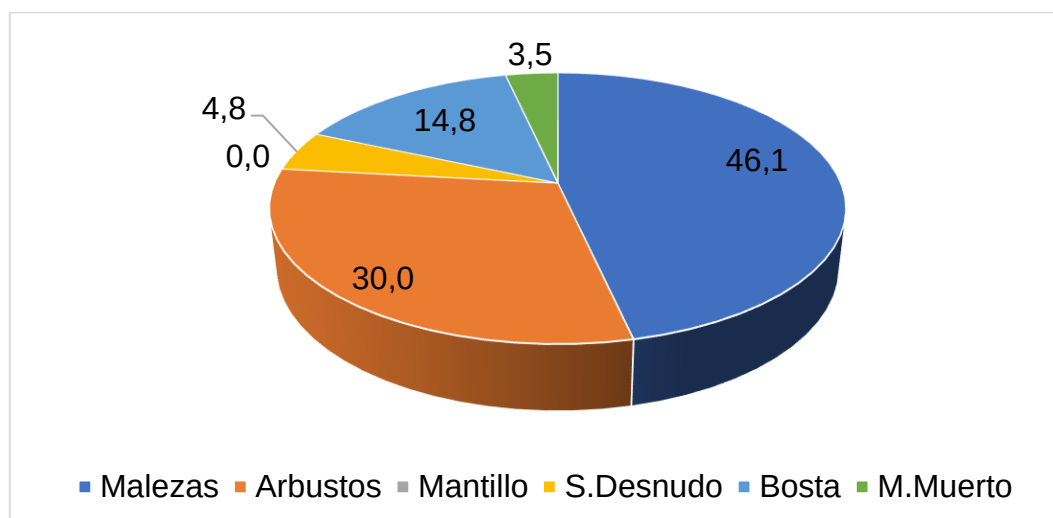


Figura 4.5.11. Distribución porcentual de la cobertura en el potrero testigo del Establecimiento Euzkadi.

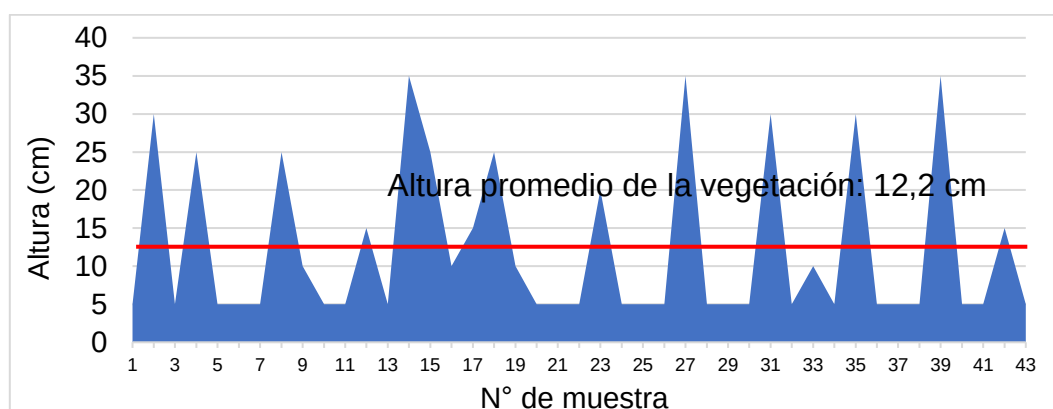


Figura 4.5.12. Altura de la vegetación en el potrero con pastoreo continuo en el Establecimiento Euzkadi.

La fuerte sequía de larga data, sumado al sobre pastoreo se reflejó en las pocas especies identificadas y su escasa altura. El pastizal en el testigo posee diversidad buena y equidad media alta (Tabla 4.5.6).

Tabla 4.5.6. Distribución de las especies identificadas en pastoreo e índices de equitatividad y diversidad e índices de equitatividad y diversidad en el potrero testigo del establecimiento Euzkadi.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	4	4 gramíneas C4
Otras	11	0 leguminosas, 2 Ciperáceas y 9 de otras familias
TOTAL	15	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/Diversidad	3,21	
Índice de Pielou (J)/ Equitatividad	0,78	

4.6. Establecimiento Rincón De Corrientes

Localización y cartografía del establecimiento Rincón de Corrientes

Se localizaron y cartografiaron los potreros de todo el establecimiento (Figura 4.6.1).

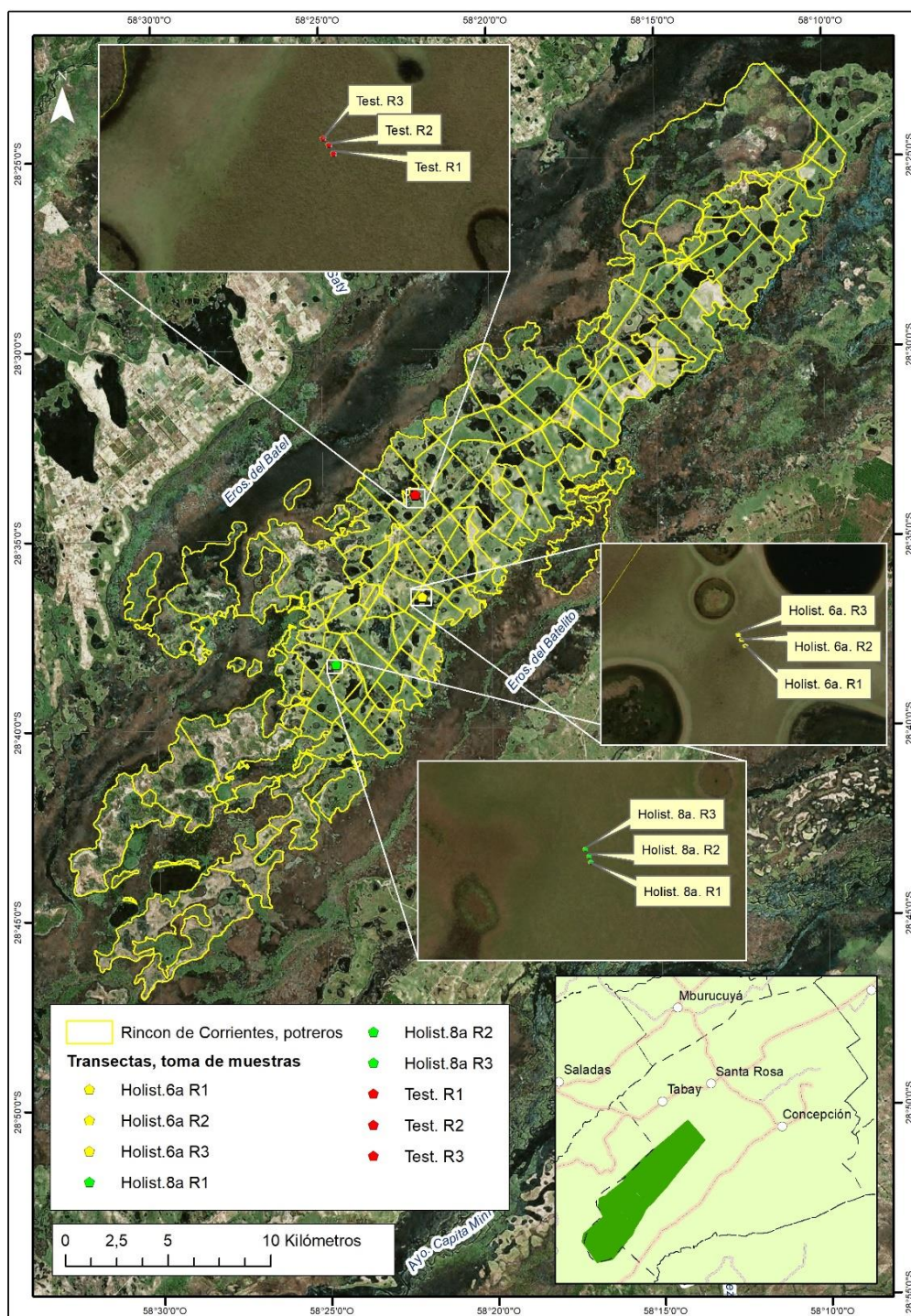


Figura 4.6.1. División de potreros en el Establecimiento Rincón de Corrientes en el Departamento Concepción, Corrientes.

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.6.2).

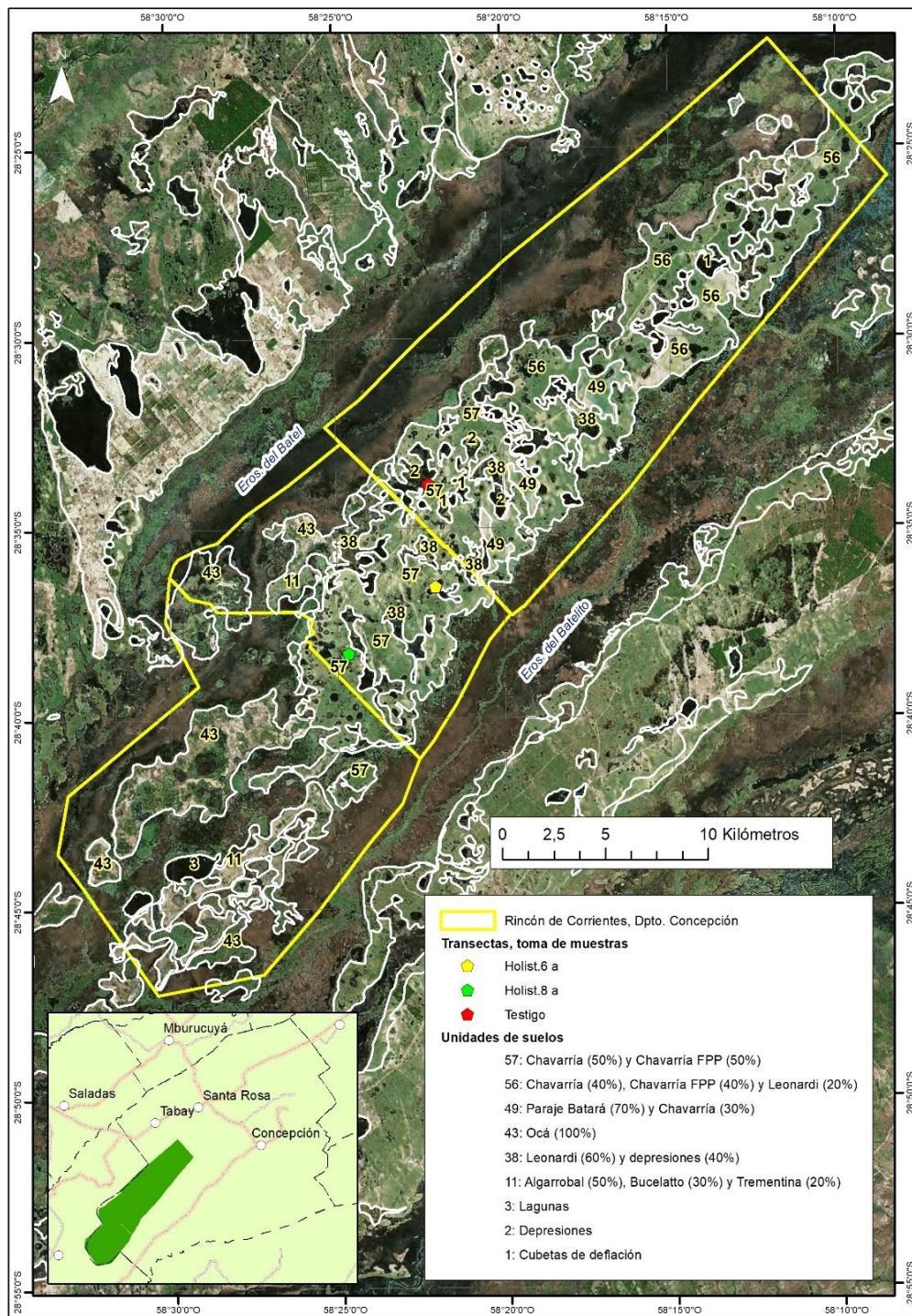


Figura 4.6.2. Suelos en el Establecimiento Rincón de Corrientes, en el Departamento Concepción, Corrientes y sitios donde se tomaron las muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento Rincón de Corrientes

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial/antecedentes del potrero

El lote tiene una historia de pastoreo continuo desde que se adquirió, que se calcula de más de 100 años. Se inició el manejo diferente en el año 2017. La utilización del potrero desde el año de inicio del manejo diferente es con ganadería a razón de 0,4 EV/ha. No se han realizados laboreos, quemas ni desmalezados desde que se utiliza el manejo diferente. Se logró una mejora del pastizal, porque se modificó el tapiz, y el descanso permite recuperar las plantas deseables, horqueta y algunas leguminosas, ya que las especies deseables compiten mejor con las no deseables. La principal actividad ganadera del potrero es la recría; con una carga animal utilizada en los últimos años en este potrero es de 0,9/1 EV/ha en promedio al año. No se ha observado una caída en la producción del pastizal en los últimos 5 años debido a la utilización del manejo diferente (holístico) en el potrero. El establecimiento maneja cargas instantáneas del potrero de 3,7 EV / ha / día en invierno y, de 4 EV / ha / día en la época primavera-estival. Los días de descanso en invierno en el potrero van de 45 a 90 días y de 55 días en la época primavera-estival. La densidad de potreros del módulo donde se aplica el manejo diferente es de 0,10 (superficie del módulo / cantidad de potreros); es decir que cuenta con 1.023 ha divididas en 105 potreros que se van ajustando de acuerdo con la carga y época del año.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

En este establecimiento, 5 de los 19 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.6.3). Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja. El balance de fósforo es deficitario, básicamente debido a la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo y a la exportación de dicho elemento en el tejido óseo (principalmente) cuando se venden los animales. Si bien el riesgo de contaminación por N es alto, dada las elevadas precipitaciones, el productor no realiza fertilizaciones nitrogenadas. Sumado a ello, el pastoreo holístico rotativo en este establecimiento permite aprovechar e incorporar de manera eficiente el N de las heces, reduciendo en realidad el riesgo de contaminación. Con relación a la eficiencia del uso del agua, es ineficiente, ya que el cálculo representa el consumo de agua como proporción de la lluvia recibida, como resultado de una elevada precipitación que no la logra utilizar totalmente (a mayor consumo mayor debería ser la eficiencia). Por último, la relación entre las precipitaciones y la energía producida es alta, indicando baja eficiencia en la producción de energía de este sistema ganadero (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente a la de los agrícolas), dado sobre todo por las abundantes precipitaciones.

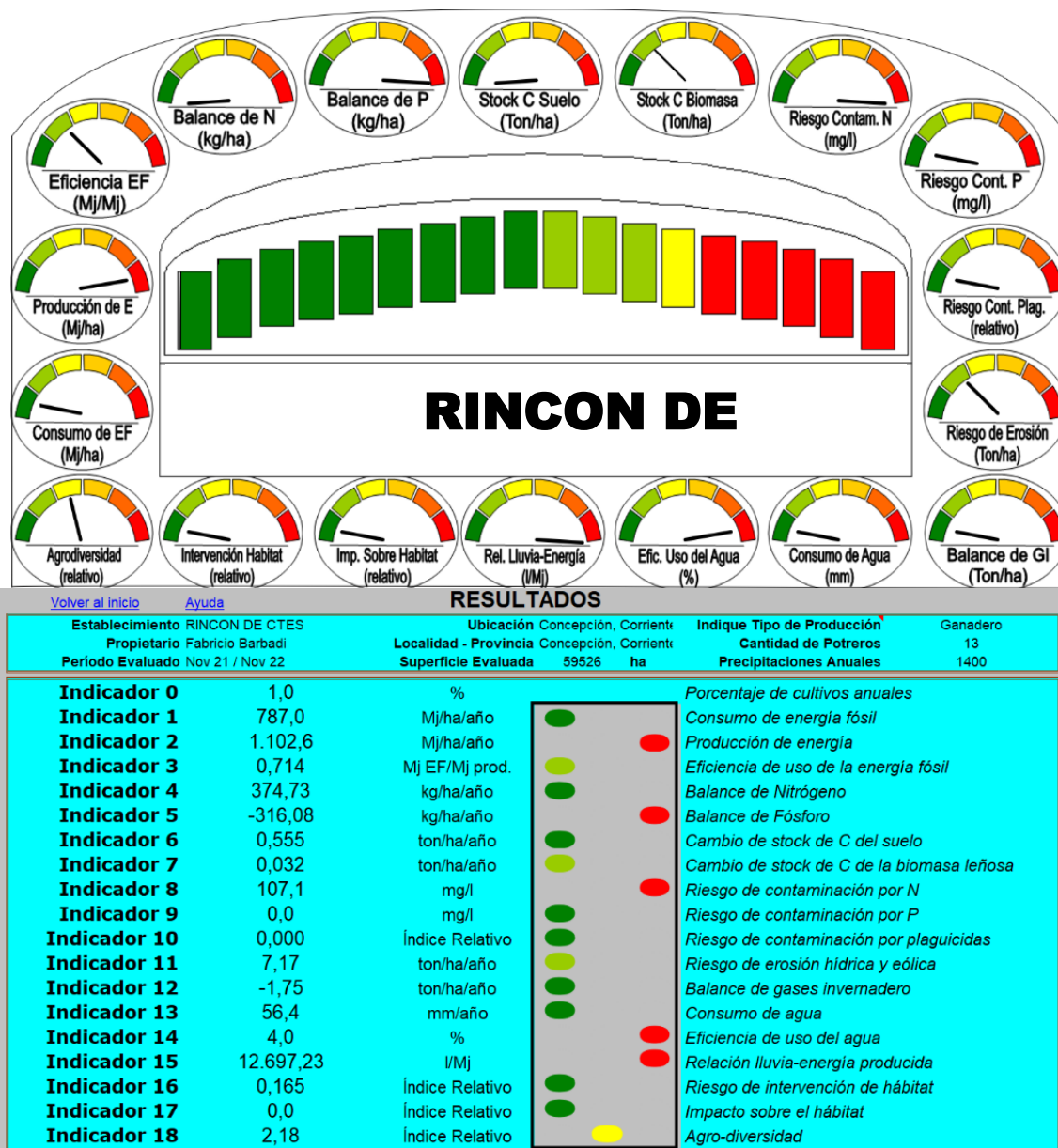


Figura 4.6.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo Agroecoindex para el Establecimiento Rincón de Corrientes.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.6.1).

Tabla 4.6.1. Textura de las muestras analizadas en el Establecimiento Rincón de Corrientes

Manejo	Profundidad	Textura
Continuo	0-10 cm	Arenoso franco
	10-20 cm	Arenoso franco
	20-30 cm	Arenoso franco
Holístico (8años)	0-10 cm	Arenoso franco
	10-20 cm	Franco arenoso
	20-30 cm	Arenoso franco
Holístico (6 años)	0-10 cm	Arenoso franco
	10-20 cm	Franco arenoso
	20-30 cm	Arenoso franco

Los resultados de las determinaciones del color del suelo; color tanto en seco como en húmedo, de los sitios tratados como del testigo son iguales, aportando evidencias de que se trata de la misma serie de suelo. De todas las determinaciones no hubo diferencias en la HUE 10YR (Tabla 4.6.2). Solamente se registraron mínimas variaciones de chroma y value, que se fueron haciendo imperceptibles con la profundidad de muestreo.

Tabla 4.6.2. Detalle del color (en seco y en húmedo) de las muestras tomadas en el Establecimiento Rincón de Corrientes

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
	Holístico (6 años)	10YR4/1	10YR3/1
		10YR5/2	10YR3/1
		10YR5/2	10YR3/2
	Holístico (8años)	10YR4/1	10YR3/2
		10YR4/1	10YR3/2
		10YR4/1	10YR3/2
10-20 cm	Continuo	10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
	Holístico (6 años)	10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2

20-30 cm	Holístico (8años)	10YR5/2	10YR4/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR4/2
	Continuo	10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
	Holístico (6 años)	10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
	Holístico (8años)	10YR5/2	10YR4/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2

De 0 a 10 cm, el suelo presentó un color, en húmedo, pardo grisáceo muy oscuro en el tratamiento testigo y en el holístico de 8 años; en el holístico de 6 años, presentó el color gris muy oscuro; de 10 a 20 cm presentó el color pardo grisáceo muy oscuro y pardo grisáceo oscuro, para las tres situaciones. De 20 a 30 cm, presentó el color pardo grisáceo muy oscuro, en húmedo, para las tres situaciones. En seco; para la primera profundidad, presentó un color pardo grisáceo, en el tratamiento testigo; en el holístico de 6 años el color fue pardo grisáceo; y en el holístico de 8 años mostró color gris oscuro. En la segunda y última profundidad las tres situaciones analizadas presentaron el color pardo grisáceo en seco (Tabla 4.6.2).

La densidad aparente superficial en el sitio testigo fue más alta que en el resto de los tratamientos (Figura 4.6.4 A). El pH (en agua) solamente difirió en la segunda profundidad donde los valores fueron mayores en el holístico de 6 años con respecto del tratamiento testigo y del holístico de 8 años (Figura 4B). El pH (en KCL) no presentó diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figura 4.6.4 C). La conductividad eléctrica del tratamiento testigo y el holístico de 6 años son similares, pero difieren del holístico de 8 años en el cual es más baja en la profundidad de 0 a 10 cm; en el resto de las profundidades no se registraron diferencias significativas (Figura 4.6.4 D).

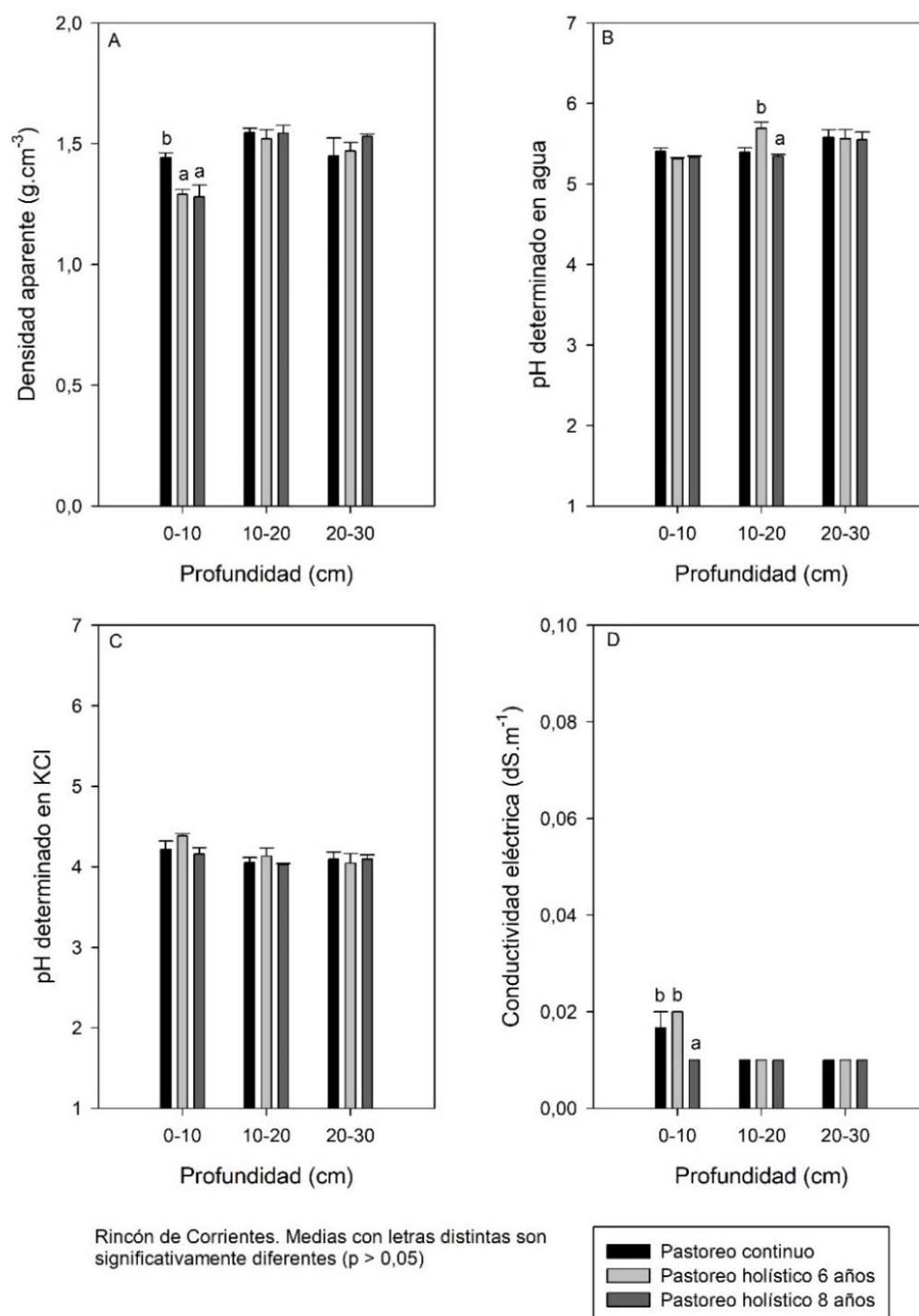


Figura 4.6.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Rincón de Corrientes (Dpto. Concepción), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0-10, de 10 a 20 y de 20 a 30cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

De 0 a 10 cm, el CO en el tratamiento testigo fue menor que en el holístico de 6 años, siendo el holístico de 8 años similar a ambos; en la segunda profundidad no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, y en la última profundidad el testigo y el holístico de 8 años son más bajos respecto

del holístico de 6 años (Figura 4.6.5 A) y ocurre lo mismo para MO (Figura 4.6.5 B). Para las variables CO particulado, Nitrógeno (N) particulado y Fósforo (P) particulado no se detectaron diferencias significativas (Figuras 4.6.5 C, D y E). La estabilidad de agregados fue menor en el tratamiento testigo comparado con el holístico de 6 años y de 8 años (Figura 4.6.5 F). La respiración mostró un valor más elevado en el holístico de 6 años, seguido por el tratamiento testigo y menor en el holístico de 8 años (Figura 4.6.5 G).

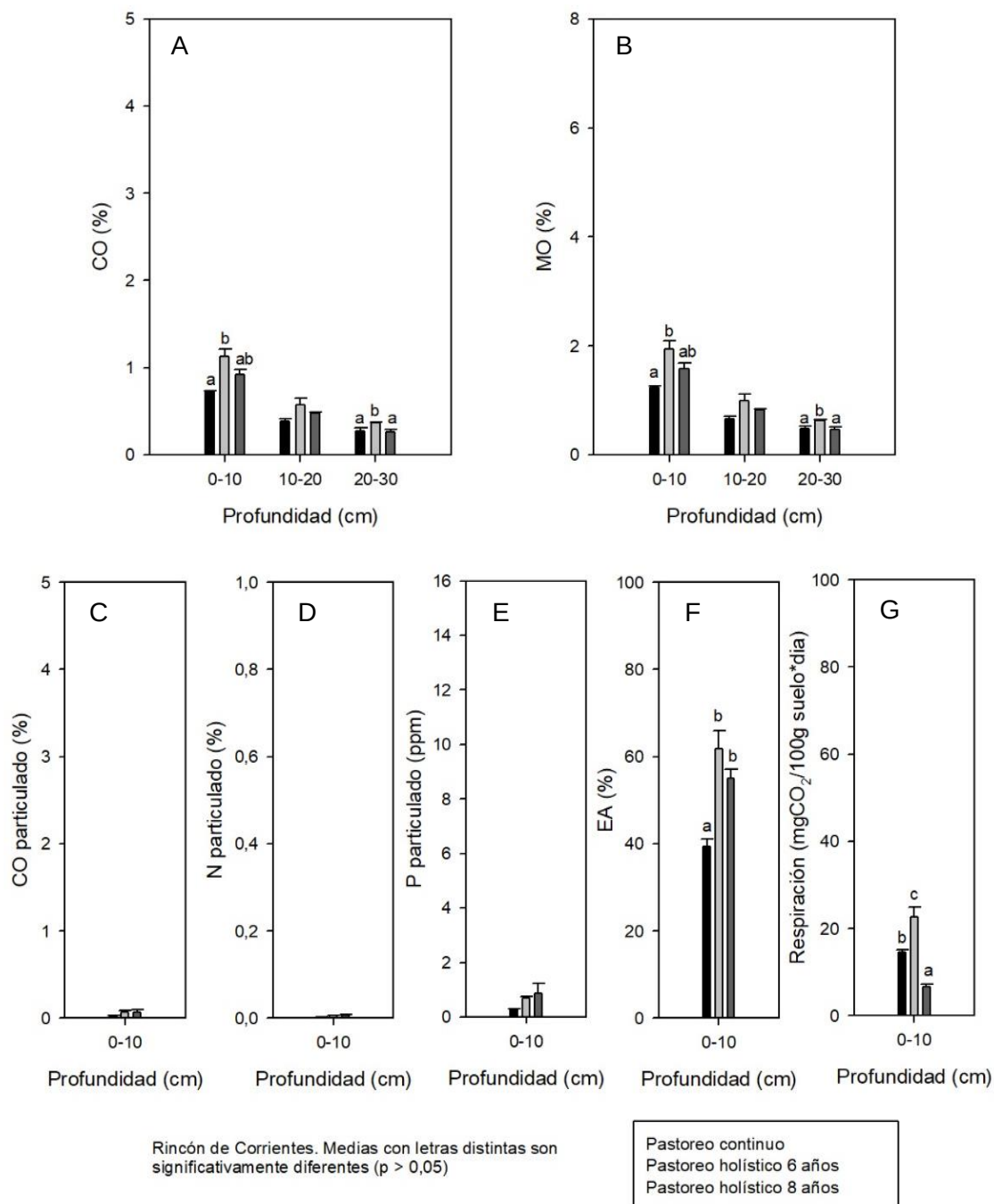


Figura 4.6.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Rincón de Corrientes (Dpto. Concepción), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, (CO) Carbono orgánico (A) y (MO) materia orgánica (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D),

Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

El tratamiento con manejo holístico de 6 años posee un mayor stock de C con diferencias significativas respecto del sitio testigo (Pastoreo continuo) y del tratamiento con manejo holístico de 8 años (Figura 4.6.6).

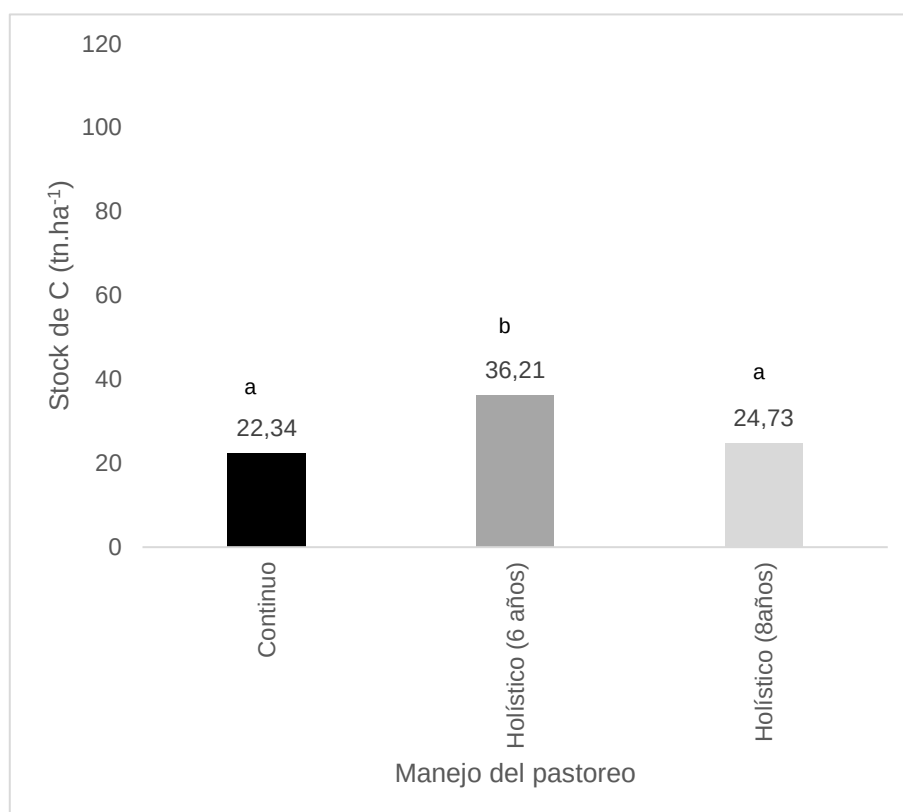


Figura 4.6.6. Stock de Carbono (tn.ha⁻¹) en el establecimiento Rincón de Corrientes (Dpto. Concepción).

El contenido de fósforo no presentó diferencias significativas en las primeras dos profundidades, mientras que en la última presentó un valor mayor en el holístico de 8 años con respecto del testigo y del holístico de 6 años (Figura 4.6.7 A). El nitrógeno en la primera profundidad no mostró diferencias significativas; en la profundidad de 10 a 20 cm mostró mayores valores el tratamiento testigo con respecto al holístico de 8 años; el holístico de 6 años no se diferenció de los otros dos tratamientos; y en la última profundidad el tratamiento testigo dio el menor valor respecto de los otros tratamientos con diferencias significativas (Figura 4.6.7 B). El Ca de 0 a 10 cm mostró mayores valores en el holístico de 6 años respecto de los otros dos tratamientos con diferencias significativas; en la segunda profundidad los valores del tratamiento testigo fueron mayores respecto de los tratamientos con manejo holístico, siendo significativo en comparación con el holístico de 8 años (Figura 4.6.7 C). El Mg mostró mayores valores en el holístico de 8 años con respecto de los otros dos

tratamientos en la primera profundidad; de 10 a 20 cm mostró mayor valor en el tratamiento testigo respecto de las otras dos situaciones, con diferencias significativas respecto del holístico de 8 años; y en la última profundidad se observaron diferencias significativas entre los tres tratamientos, con un mayor valor en el holístico de 6 años respecto de los otros dos sitios (Figura 4.6.7 D).

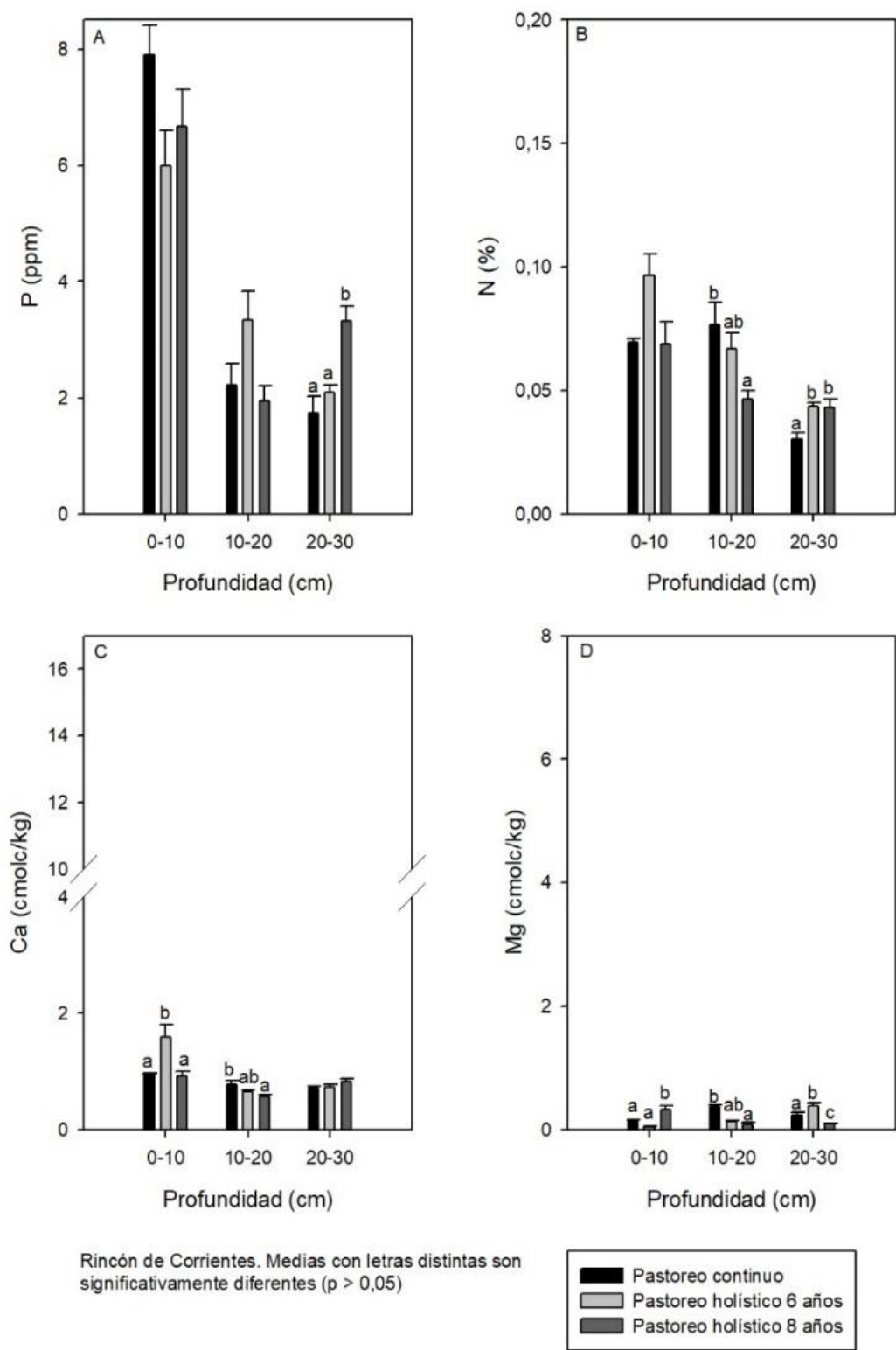


Figura 4.6.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Rincón de Corrientes (Dpto. Concepción), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

El K en la superficie mostró un mayor valor en el holístico de 6 años respecto al testigo, el tratamiento del holístico de 8 años en superficie no fue diferente al testigo no al holístico de 6 años. En las siguientes profundidades no se encontraron diferencias significativas (Figura 4.6.8 A). El Al por su parte; de 0 a 10 cm mostró un mayor valor en el tratamiento con manejo holístico de 6 años respecto de los otros dos tratamientos; en la siguiente profundidad no se encontraron diferencias significativas y, en la última profundidad, el tratamiento testigo y el holístico de 6 años presentaron valores similares y con diferencias significativas respecto del holístico de 8 años (Figura 4.6.8 B). En los valores de acidez; no se encontraron diferencias significativas (Figura 4.6.8 C). La capacidad de intercambio catiónico, en superficie presentó mayor valor en el tratamiento con manejo holístico de 6 años respecto de las otras dos situaciones, pero sin diferencia estadística con el holístico de 8 años; en la profundidad de 10 a 20 cm, no se hallaron diferencias significativas; en la última profundidad, el tratamiento con manejo holístico de 6 años se diferenció estadísticamente de las otras dos situaciones, con el mayor valor (Figura 4.6.8 D).

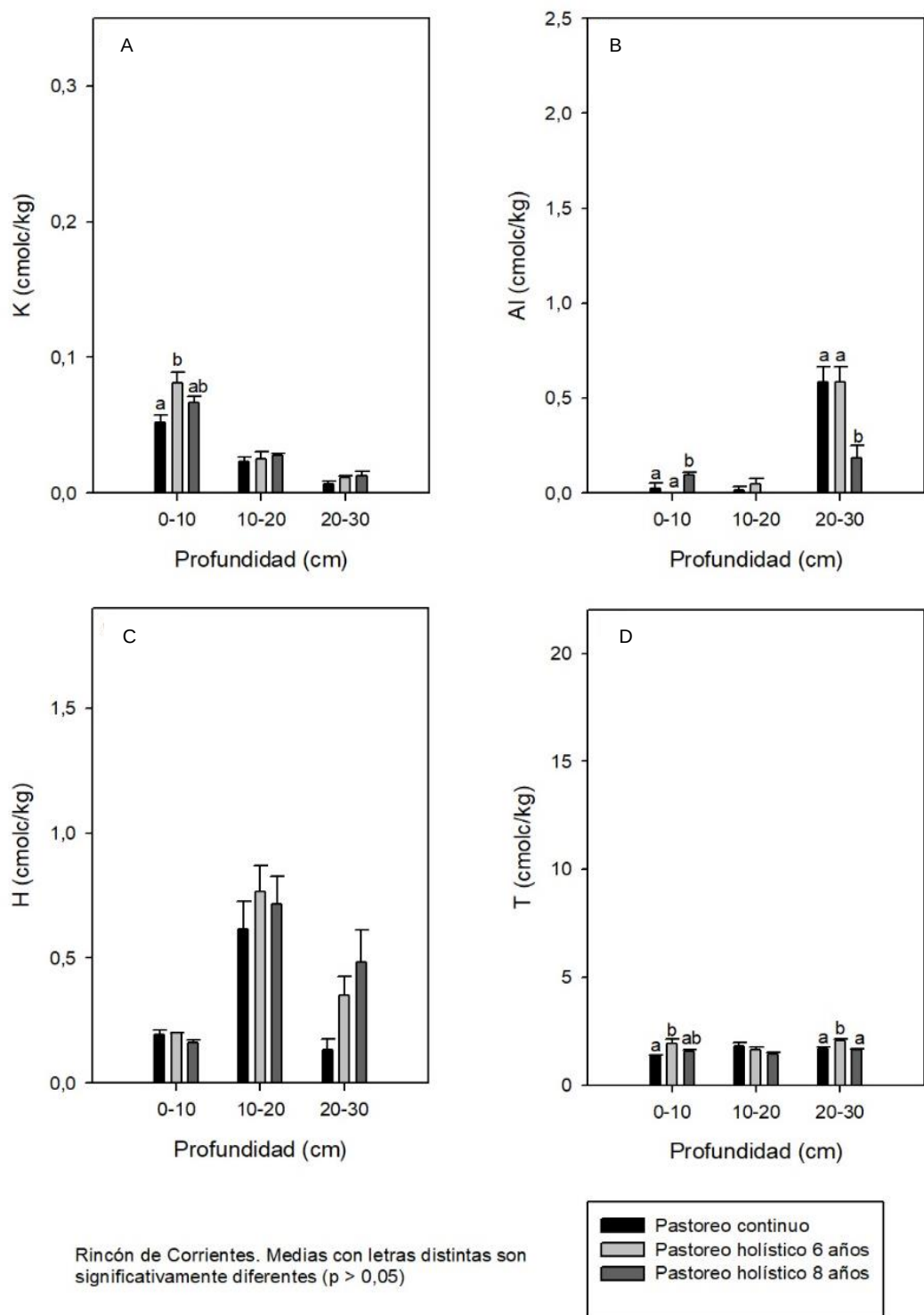


Figura 4.6.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Rincón de Corrientes (Dpto. Concepción), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Acidez (H) (C) y Capacidad de Intercambio catiónico (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

Pastoreo con manejo holístico

El pastizal evaluado en pastoreo continuo como holístico presentaba una condición excelente, reflejado en su cobertura, índices de equitatividad y diversidad y vigor de especies, la elevada tasa de crecimiento que presentan las principales especies forrajeras hace que el ajuste de carga sea clave para lograr un uso adecuado de estos pastizales. A su vez, como estos suelos son de elevada fragilidad se debe prestar mucha atención a la variable “suelo desnudo” o coberturas, ya que es esencial para conservar en buen estado este tipo de ambientes. La relación entre especies cespitosas formadoras de matas versus no formadoras de matas y más preferidas por el ganado se considera como potencial limitante para el consumo y desempeño animal potencial con el objetivo de propender a menos de 40% de especies formadoras de matas (ej. *Andropogon lateralis*). Los resultados esperados de producción de pasto por el vigor de las especies clave varía de 8.000 a 12.000 kg de materia seca/ha/año como de producción animal de 70 a 130 kg/cab/año y por área o productividad (kg de carne/ha/año). Se logran como resultado del adecuado tiempo de estadía por parcela y retorno a la misma según época del año y potencial de crecimiento y humedad del suelo (en general poco limitante aquí gracias a la napa colgada).

La infraestructura está en perfectas condiciones, salvo las aguadas que, en eventos de sequía podría ser una limitante para el funcionamiento correcto del sistema de pastoreo apuntando a lograr un manejo adecuado del ganado (tamaño de las parcelas y agua en cada parcela).

Los indicadores del componente vegetal en el sitio tratado por 8 años indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con buena cobertura del suelo, escasa actividad biológica y presencia de hormigueros (Tabla 4.6.3). Se presenta dominado por pastos (Figura 4.6.9) que crecen en matas, que poseen un diámetro promedio que va de 20 a 30 cm (Tabla 4.6.3), con buen vigor, y con una proporción de material muerto seco en pie del 40%. Las malezas representan alrededor del 26% de la cobertura vegetal (Tabla 4.6.3).

Tabla 4.6.3. Indicadores visuales en el potrero con manejo holístico en el Establecimiento Rincón de Corrientes (8 años)

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación Mantillo	poco
Cobertura Vegetal	95%
Costra biológica	no
Microfauna	poca
Descomposición deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	Alto
Especies Clave	<i>Andropogon sp./Paspalum sp.</i>
Hormigueros	si

% muerto/vivo	40/60
% matas	25%
Diámetro promedio de las matas	20-30 cm
Altura promedio	31,4 cm

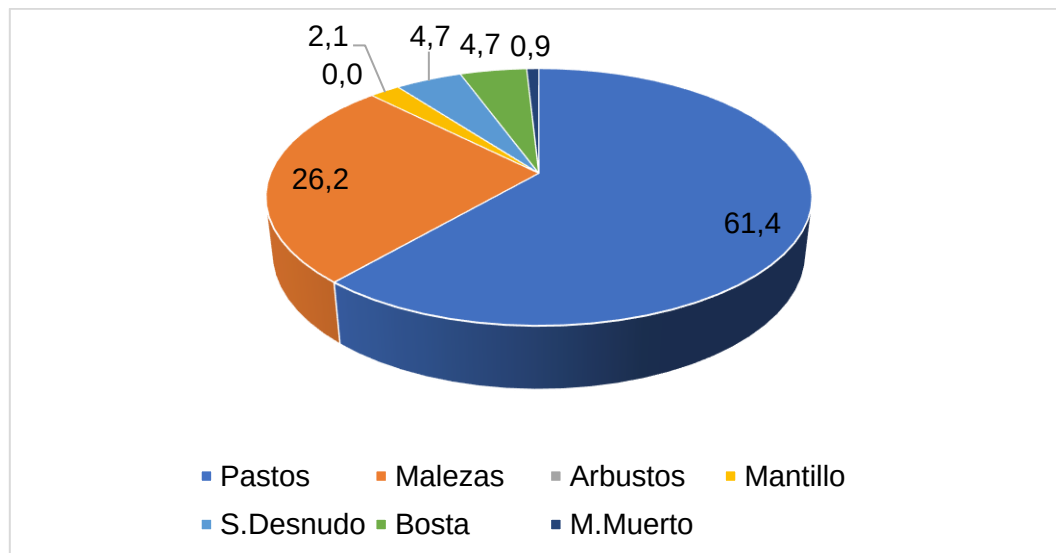


Figura 4.6.9. Distribución porcentual de la cobertura aérea en pastoreo holístico en el Establecimiento Rincón de Corrientes (8 años)

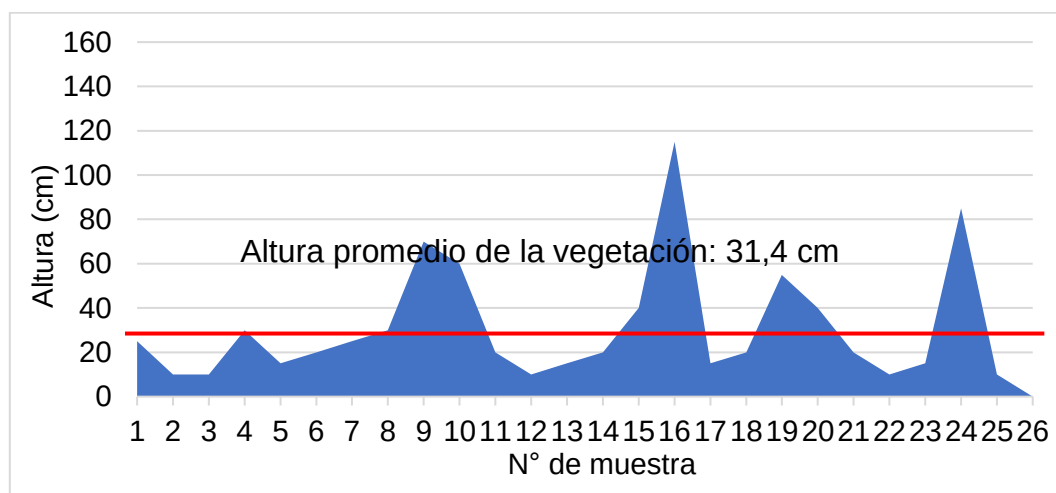


Figura 4.6.10. Altura de la vegetación en pastoreo holístico en el Establecimiento Rincón de Corrientes (8 años).

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan el 26% de todas las especies identificadas, sin dominio claro de algún grupo funcional. Las leguminosas representan el 19% de todas las especies. El pastizal presenta alta diversidad y media alta equitatividad (Tabla 4.6.4).

Tabla 4.6.4. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con manejo holístico en el Establecimiento Rincón de Corrientes (8 años). Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	14	11 gramíneas C4 y 3 C3 o invernales
Otras	27	8 leguminosas, 4 Ciperáceas y 15 de otras familias
TOTAL	41	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H) Diversidad	4,19	
El índice de Pielou (J) Equitatividad	0,79	

Los indicadores del componente vegetal en el sitio tratado por 6 años indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con buena cobertura del suelo, escasa actividad biológica y presencia de hormigueros (Tabla 4.6.5). Se presenta dominado por pastos (Figura 4.6.11) que crecen en matas, que poseen un diámetro promedio que va de 20 a 30 cm (Tabla 4.6.5), con buen vigor, y con una proporción de material muerto seco en pie del 40%. Las malezas representan alrededor del 21% de la cobertura vegetal (Tabla 4.6.5).

Tabla 4.6.5. Indicadores visuales en pastoreo holístico en el Establecimiento Rincón de Corrientes (6 años).

Indicadores		
Cantidad de Mantillo		Poco
Incorporación Mantillo		poco
Cobertura Vegetal		90%
Costra biológica		no
Microfauna		poca
Descomposición de deposiciones fecales		poca
Vigor de gramíneas		Alto
Especies Clave	<i>Andropogon sp./Paspalum sp./Axonopus sp.</i>	
Hormigueros		si
% muerto/vivo		40/60
% matas		30%
Diámetro promedio de las matas		20-30 cm
Altura promedio		27,2 cm

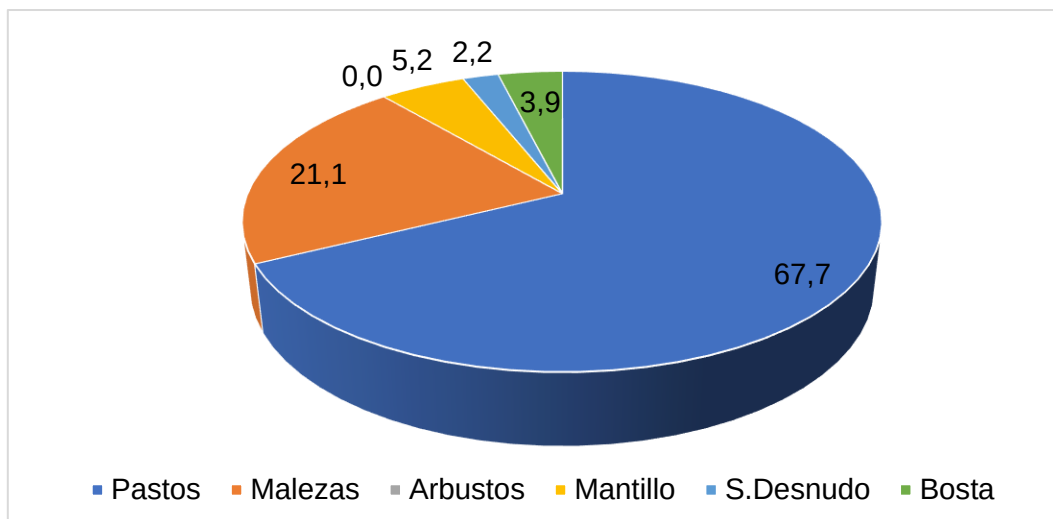


Figura 4.6.11. Distribución porcentual de la cobertura aérea en pastoreo holístico en el Establecimiento Rincón de Corrientes (6 años).

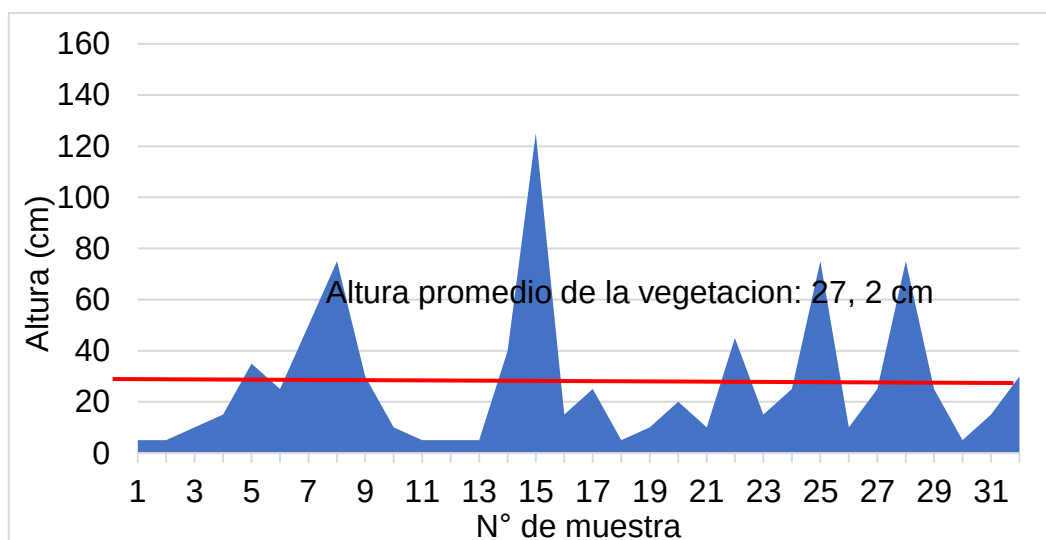


Figura 4.6.12. Altura promedio de la vegetación en pastoreo holístico en el Establecimiento Rincón de Corrientes (6 años).

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan el 35% de todas las especies identificadas, sin dominio claro de algún grupo funcional. Las leguminosas estuvieron escasamente representadas. El pastizal presenta media alta diversidad y media alta equitatividad (Tabla 4.6.6).

Tabla 4.6.6. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con manejo holístico en el Establecimiento Rincón de Corrientes (6 años). Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	10	7 gramíneas C4 y 3 C3 o invernales
Otras	11	1 leguminosas, 3 Ciperáceas y 7 de otras familias
TOTAL	21	Especies identificadas

Índice de Shannon-Weaver (H) Diversidad	3,62
El índice de Pielou (J) Equitatividad	0,83

Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con buena cobertura del suelo, escasa actividad biológica y presencia de hormigueros (Tabla 4.6.7). Se presenta dominado por pastos (Figura 4.6.13) que crecen en matas, que poseen un diámetro promedio que va de 20 a 30 cm (Tabla 4.6.7), con buen vigor, y con una proporción de material muerto seco en pie del 60%. Las malezas representan alrededor del 18% de la cobertura vegetal (Tabla 4.6.7).

Tabla 4.6.7. Indicadores visuales en el testigo en el Establecimiento Rincón de Corrientes.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación Mantillo	poco
Cobertura Vegetal	90%
Costra biológica	no
Microfauna	poca
Descomposición de deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	medio
Especie Clave	<i>Andropogon sp./Paspalum sp./Axonopus sp.</i>
Hormigueros	si
% muerto/vivo	60/40
% matas	45%
Diámetro promedio de las matas	20-30 cm
Altura promedio	27,8 cm

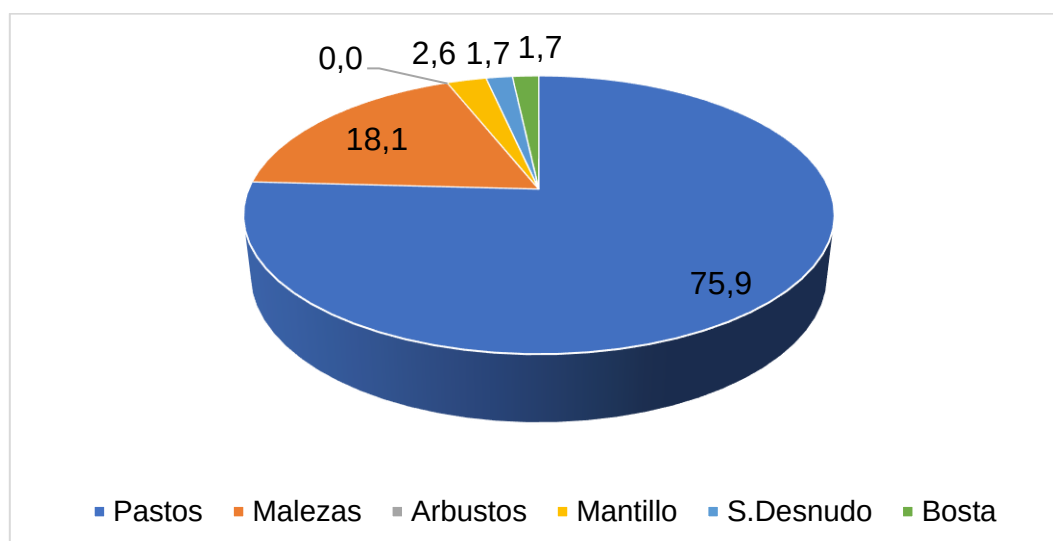


Figura 4.6.13. Distribución porcentual de la cobertura aérea testigo en el Establecimiento Rincón de Corrientes.

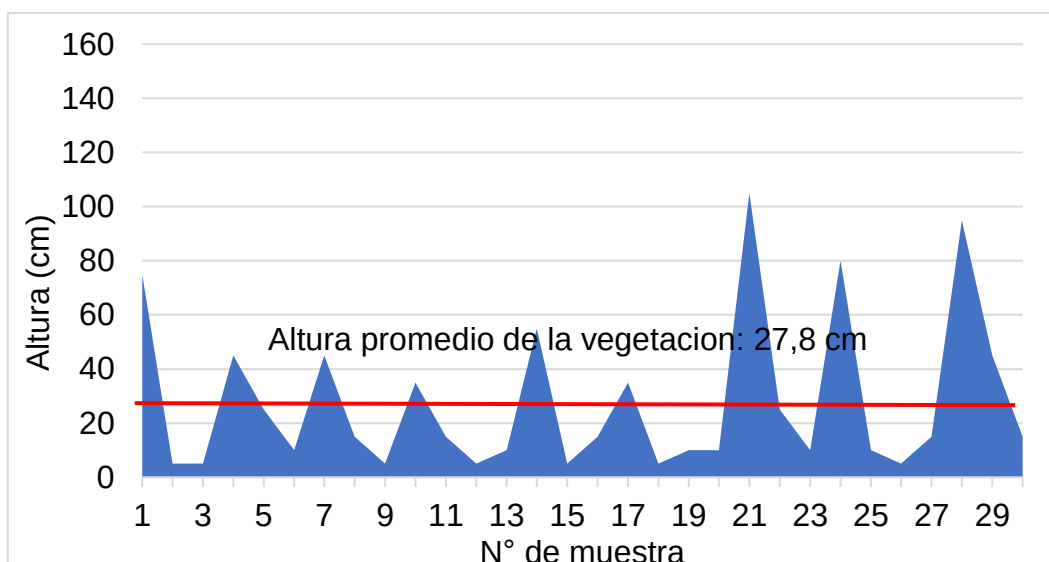


Figura 4.6.14. Altura de la vegetación en el testigo en el Establecimiento Rincón de Corrientes.

Con respecto a la composición de especies en el sitio testigo, se encontró que las gramíneas representan el 32% de todas las especies identificadas, sin dominio claro de algún grupo funcional. Las leguminosas estuvieron escasamente representadas. El pastizal presenta media alta diversidad y media alta equitatividad (Tabla 4.6.8).

Tabla 4.6.8. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el testigo en el Establecimiento Rincón de Corrientes. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	7	6 gramíneas C4 y 1 C3 o invernales
Otras	15	1 leguminosas, 3 Ciperáceas y 11 de otras familias.
TOTAL	22	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H) Diversidad	3,64	
El índice de Pielou (J) Equitatividad	0,82	

4.7. Establecimiento San Luis

Localización y cartografía del establecimiento San Luis

El establecimiento se encuentra localizado en el departamento San Martín, Corrientes. Se digitalizaron y cartografiaron los potreros de todo el establecimiento (Figura 4.7.1).

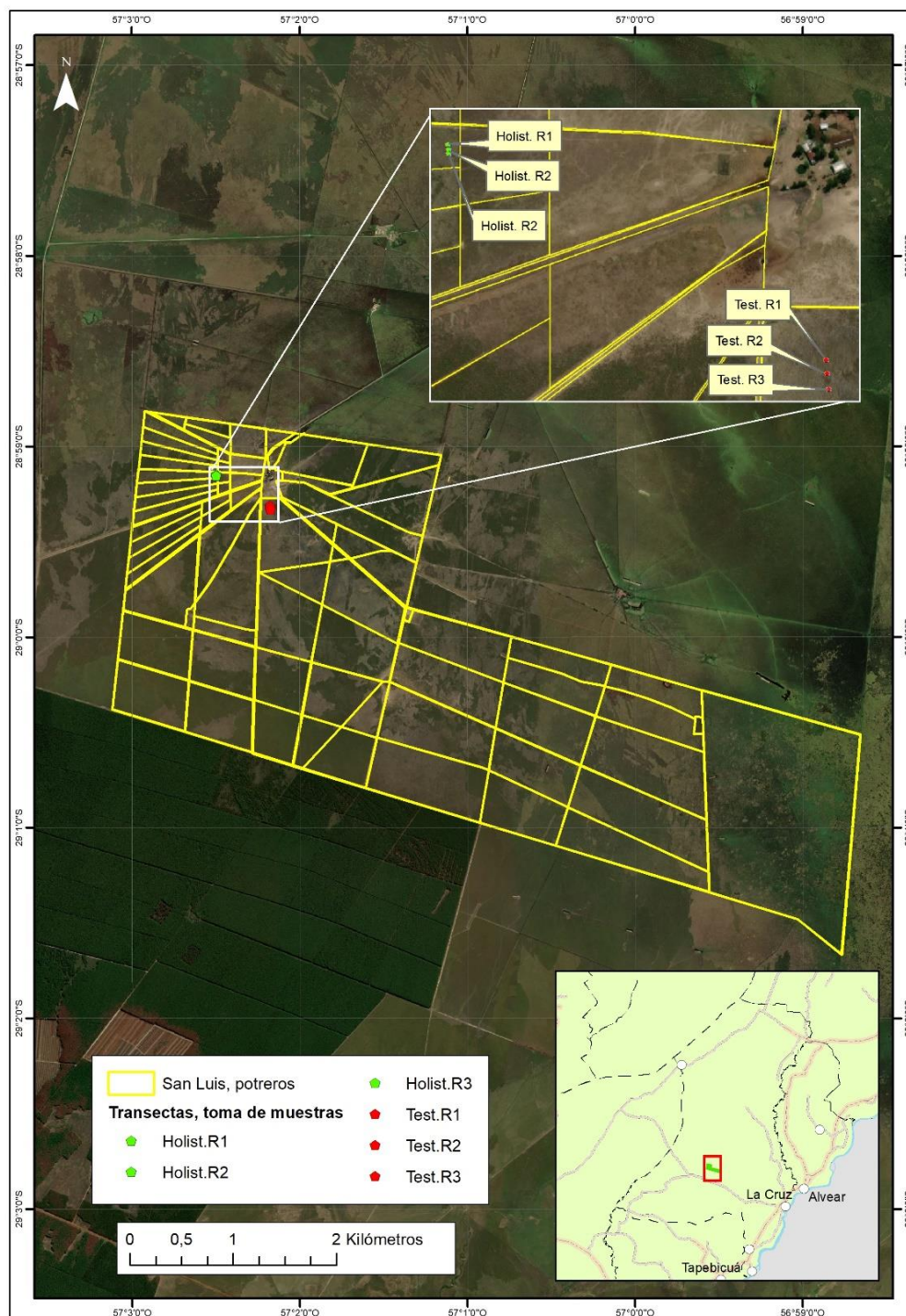


Figura 4.7.1. División de potreros en el establecimiento San Luis, en el Departamento San Martín, Corrientes.

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.7.2).

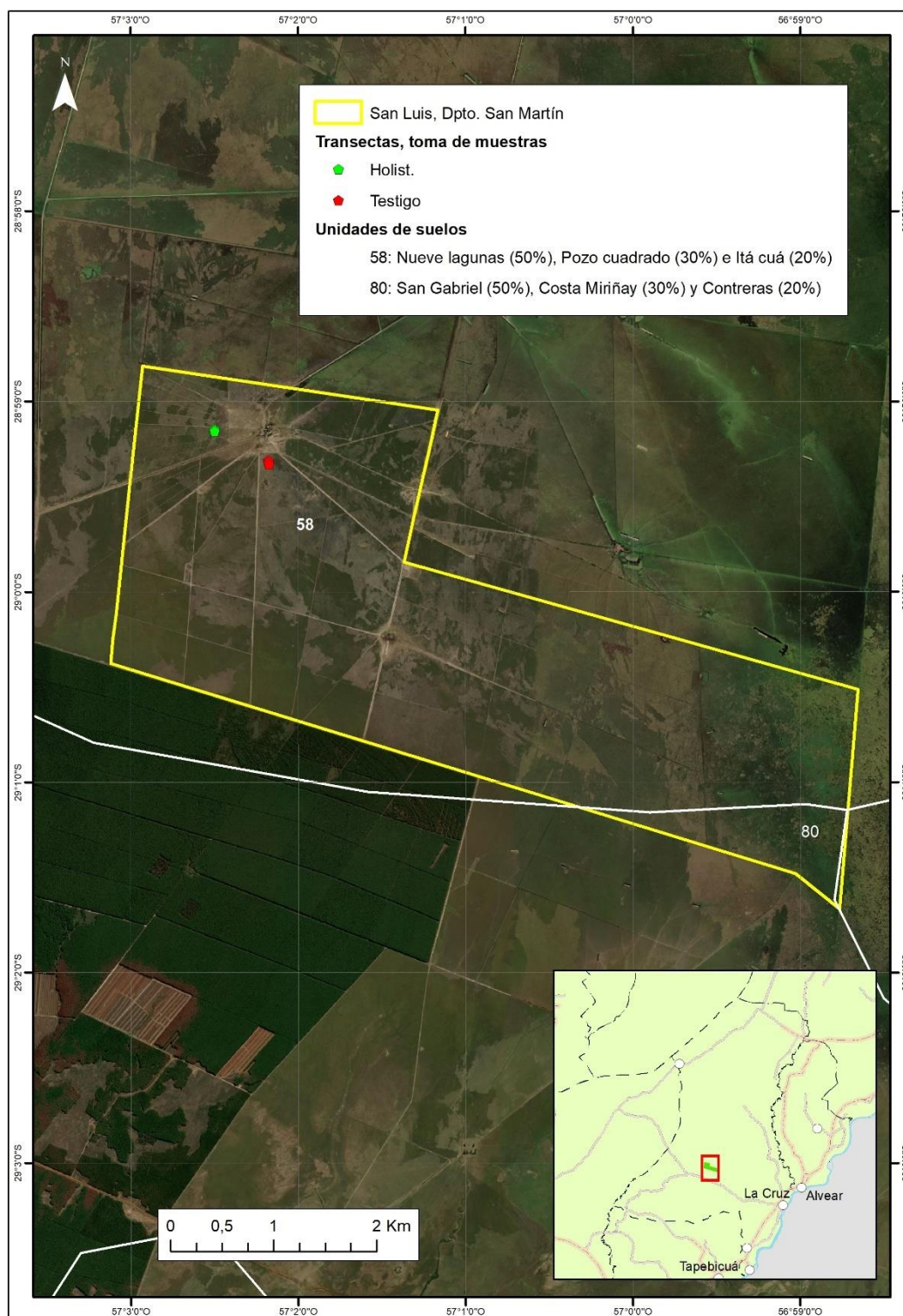


Figura 4.7.2. Suelos en el establecimiento San Luis, en el Departamento San Martín, Corrientes y sitios donde se tomaron las muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento San Luis

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial y antecedentes

Históricamente el pastoreo era de forma continua, con altas carga de bovinos y ovinos, hasta el inicio del manejo diferente en septiembre de 2018, como un pastoreo rotativo, que consiste en rotación y descanso de los potreros. Desde que se inició el manejo diferente la rotación con bovinos incluye descansos de 90 días durante el invierno y 40 días en verano. Según el productor, con el manejo diferente se logró una mejora del pastizal por el aumento de la receptividad del campo, el mejoramiento del tapiz, producto del descanso y un mejor aprovechamiento del pastizal. El uso principal ganadera del potrero es la recría. La carga animal utilizada en los últimos años en el potrero es de 0,9 EV / ha, en promedio al año. No se ha observado una caída la producción del pastizal en los últimos 5 años debido al manejo rotativo del pastoreo. El productor trabaja con cargas instantáneas, en invierno, de 25 EV / ha / día y de 34 EV / ha / día, en la época primavero-estival. La densidad del módulo donde se aplica el manejo diferente es de 11,7 (superficie del módulo / cantidad de potreros). Es decir que cuenta con 140 ha, divididas en 12 potreros fijos y varios móviles dentro de ellos, que se van ajustando de acuerdo con la carga y época del año (Figura 4.7.1).

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

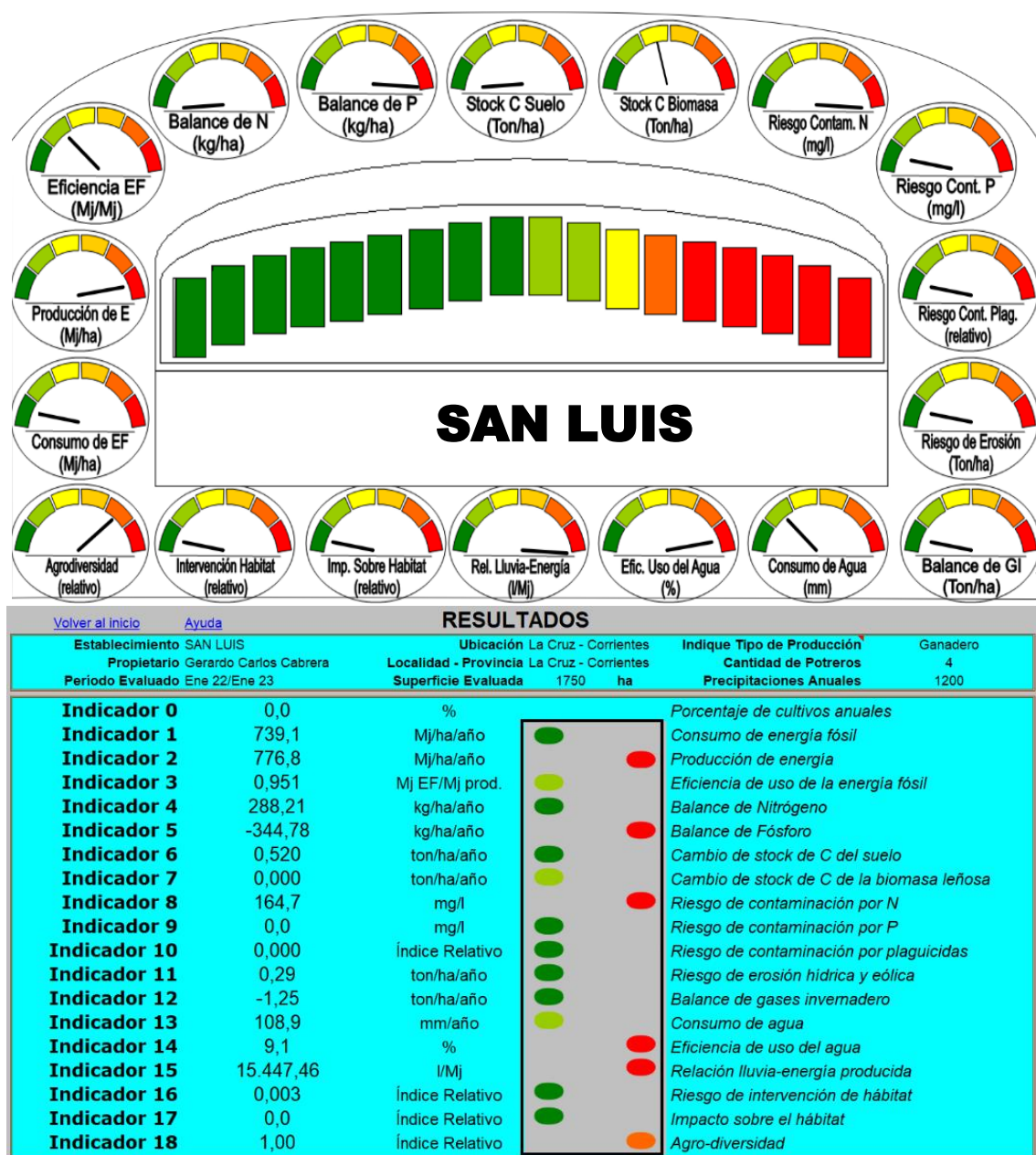


Figura 4.7.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el establecimiento San Luis.

En este establecimiento, 6 de los 19 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.7.3). Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja. El balance de fósforo es deficitario, básicamente debido a la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo y a la exportación en el tejido óseo (principalmente) cuando se venden los animales. Si bien el riesgo de contaminación por N es alto, dada las elevadas precipitaciones, el productor no realiza fertilizaciones nitrogenadas. Sumado a ello, el pastoreo holístico rotativo en este establecimiento permite aprovechar e incorporar de manera eficiente el N de las heces, reduciendo en realidad el riesgo

de contaminación. Con relación a la eficiencia del uso del agua, el indicador muestra que es ineficiente, ya que el cálculo representa el consumo de agua como proporción de la lluvia recibida, como resultado de una elevada precipitación que no se utiliza totalmente (a mayor consumo de agua, mayor debería ser la eficiencia). La relación entre las precipitaciones y la energía producida es alta, indicando baja eficiencia en la producción de energía de este sistema ganadero (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente a la de los agrícolas), debido sobre todo a las abundantes precipitaciones. Por último, con relación a la agro-diversidad, el modelo no reporta un valor adecuado, ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.7.1).

Tabla 4.7.1 Textura de las muestras analizadas en el establecimiento San Luis.

Manejo	Profundidad	Textura	Posición
Continuo	0-10 cm	Franco	lomo
	10-20 cm	Franco limoso	
	20-30 cm	Franco limoso	
Holístico	0-10 cm	Franco	
	10-20 cm	Franco arcillo limoso	
	20-30 cm	Franco limoso	
Continuo	0-10 cm	Franco	surco
	10-20 cm	Franco limoso	
	20-30 cm	Franco	
Holístico	0-10 cm	Franco	
	10-20 cm	Franco limoso	
	20-30 cm	Franco limoso	

Los resultados de las determinaciones del color del suelo, color tanto en seco como en húmedo, de los sitios tratados como del testigo son iguales, aportando evidencias de que se trata de la misma serie de suelo (Tabla 4.7.2). Solamente se registraron mínimas variaciones de chroma y value, que se describen a continuación. Para color en húmedo, en el lomo del malezal, en la primera profundidad (0 a 10 cm), el color fue pardo grisáceo oscuro en ambos sitios. En la segunda profundidad (10 a 20 cm), también el color fue pardo grisáceo oscuro en ambos sitios; mientras que en la última profundidad (20 a 30 cm), el color fue pardo grisáceo en el testigo, y en el sitio con manejo holístico el color fue pardo grisáceo oscuro. Mientras que, en el surco, de 0 a 10 cm, el color fue pardo grisáceo para los dos sitios. De 10 a 20 cm, el color también fue pardo grisáceo para los dos sitios. Por último, de 20 a 30 cm, el color de ambos sitios fue pardo grisáceo oscuro (Tabla 4.7.2).

Para color en seco, en el lomo del malezal, en la primera profundidad (0 a 10 cm) en ambos sitios el color fue gris parduzco claro. Para la segunda profundidad (10 a 20 cm), el color fue gris parduzco claro en ambos sitios. Finalmente, en la última profundidad (20 a 30 cm) en el sitio testigo, el color fue gris claro; mientras que, en el sitio con manejo holístico, el color fue gris parduzco claro. Por su parte, en el surco, y en ambas situaciones, el color fue gris claro y gris parduzco claro en la primera profundidad, en la segunda y en la última profundidad (Tabla 4.7.2).

Tabla 4.7.2. Detalle del color (en seco y en húmedo) de las muestras tomadas en el establecimiento San Luis.

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo	Posición
0-10 cm	Continuo	10YR6/2	10YR5/2	lomo
		10YR6/2	10YR4/2	
		10YR6/2	10YR4/2	
		10YR7/2	10YR5/2	surco
		10YR6/2	10YR5/2	
	Holístico	10YR6/2	10YR4/2	lomo
		10YR6/2	10YR4/2	
		10YR6/2	10YR4/2	
		10YR6/2	10YR5/2	surco
		10YR7/2	10YR5/2	
10-20 cm	Continuo	10YR6/2	10YR5/2	lomo
		10YR6/1	10YR4/2	
		10YR6/2	10YR4/2	
		10YR6/2	10YR4/2	surco
		10YR6/2	10YR5/2	
	Holístico	10YR6/2	10YR4/2	lomo
		10YR6/2	10YR4/2	
		10YR6/2	10YR4/2	
		10YR6/2	10YR5/2	surco
		10YR6/2	10YR5/2	
20-30 cm	Continuo	10YR6/2	10YR5/2	lomo
		10YR7/2	10YR5/2	
		10YR7/2	10YR5/2	
		10YR6/2	10YR4/2	surco
		10YR6/2	10YR4/2	
	Holístico	10YR6/2	10YR4/2	lomo
		10YR6/2	10YR4/2	
		10YR6/2	10YR5/2	
		10YR6/2	10YR4/2	surco
		10YR6/2	10YR4/2	

La densidad aparente superficial del lomo en el sitio tratado fue más alta que en el testigo (Figura 4.7.4 A). El pH (en KCl) fue menor en el sitio tratado respecto al testigo hasta los 20 cm (Figura 4.7.4 C). El resto de las variables no

presentaron diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.7.4 A-D).

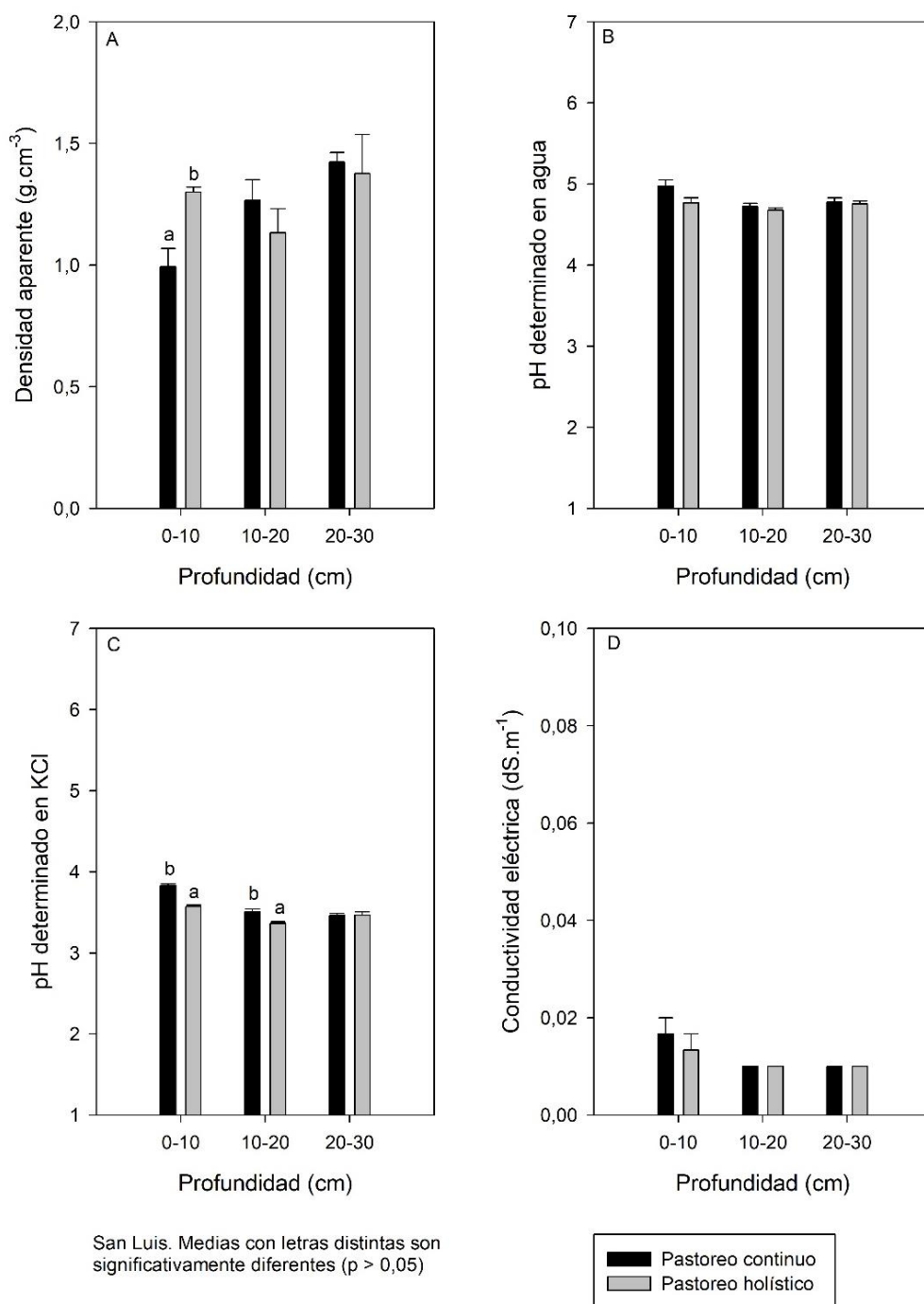


Figura 4.7.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el lomo del malezal en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0-10, de 10 a 20 y de 20 a 30cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

La densidad aparente superficial del surco en el sitio tratado fue más baja que en el testigo (Figura 4.7.5 A). El resto de las variables no presentaron

diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.7.5 A-D).

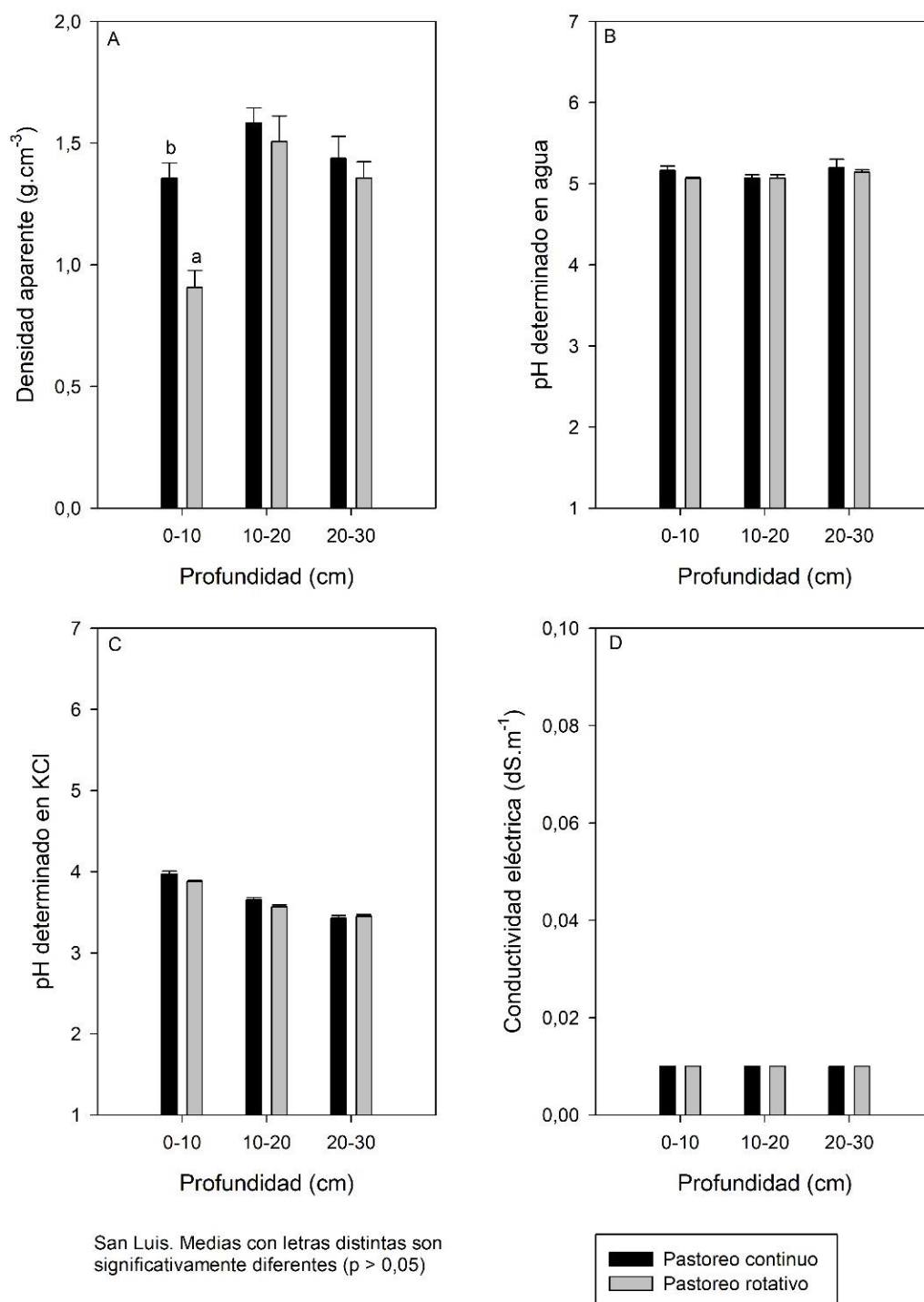


Figura 4.7.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el surco del malezal en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0-10, de 10 a 20 y de 20 a 30cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Ninguna de las variables analizadas en el lomo del malezal presentó diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.7.6 A-G).

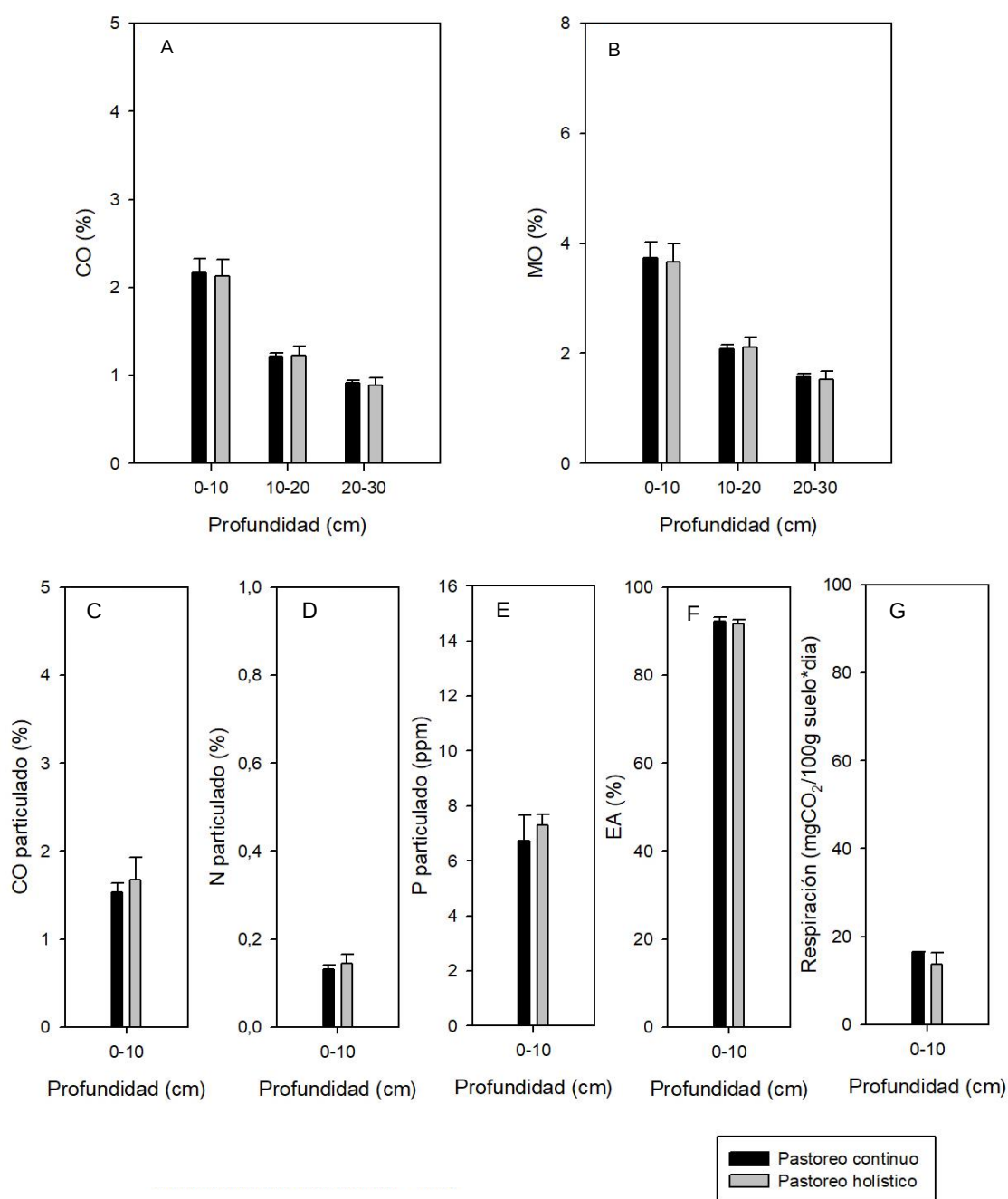


Figura 4.7.6. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el lomo del malezal en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, (CO) Carbono orgánico (A) y (MO) materia orgánica (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

La EA en el surco del sitio tratado fue significativamente más baja que en el testigo (Figura 4.7.7 F). Por otro lado, la respiración del suelo fue más alta en el surco del sitio tratado comparado con el testigo (Figura 4.7.7 G). El resto de las variables analizadas en el lomo del malezal no presentó diferencias

significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.7.7 A-E).

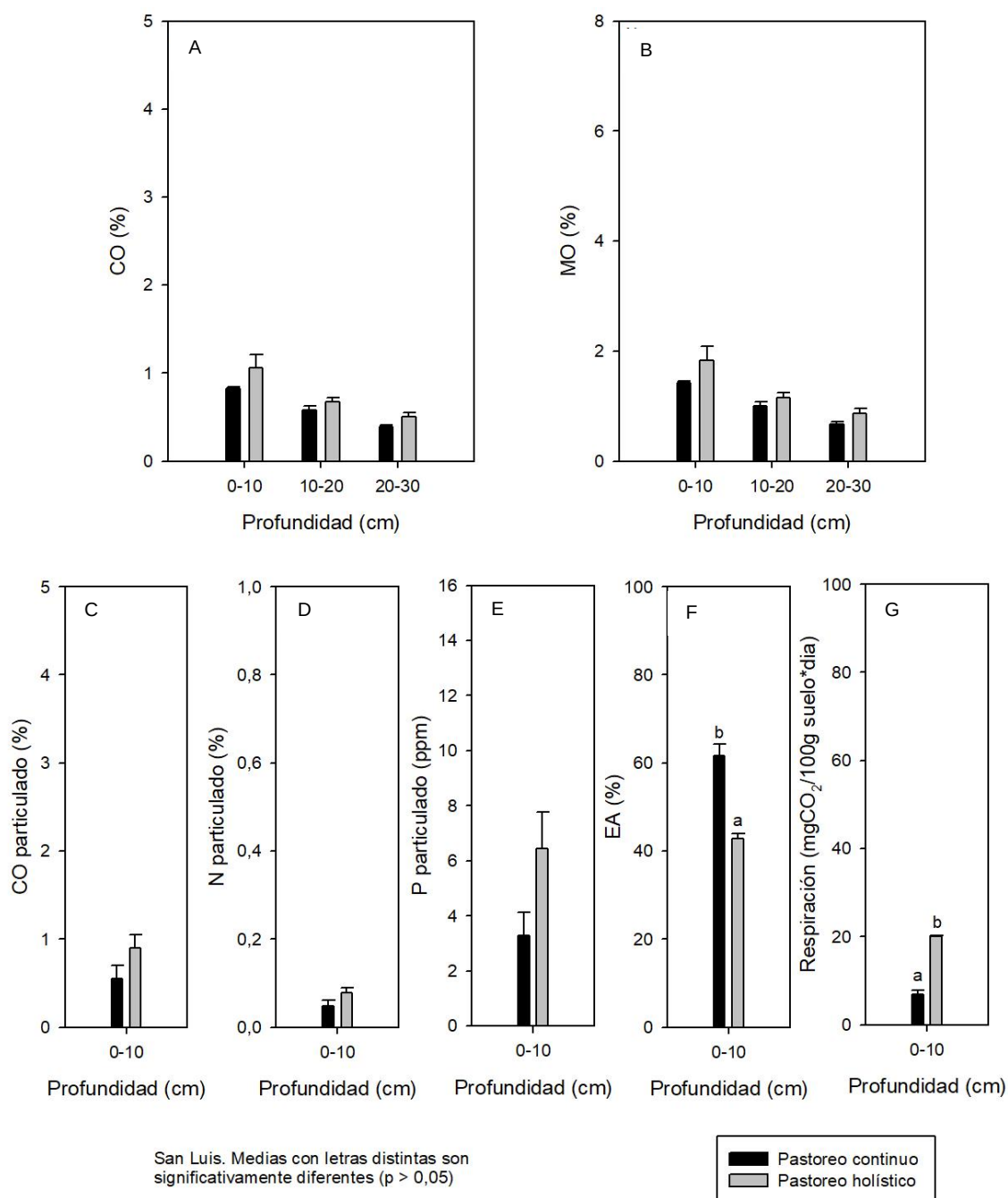


Figura 4.7.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el surco del malezal en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Carbono orgánico (CO) (A) y materia orgánica (MO) (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

En el lomo del sitio tratado, el P de 10 a 20 cm de profundidad, fue significativamente más bajo que en el testigo (Figura 4.7.9 A). Por otro lado, el

N, de 0 a 10 cm de profundidad, fue más alto en el sitio tratado comparado con el testigo (Figura 4.7.9 B). Con respecto al Ca el contenido superficial, de 0 a 10 cm de profundidad, fue más bajo en el sitio tratado comparado con el testigo (Figura 4.7.9 C). El Mg fue más alto en el sitio tratado de 0 a 10 y de 20 a 30 cm de profundidad, pero más bajo de 10 a 20 cm (Figura 4.7.9 D). El resto de las variables analizadas en el lomo del malezal no presentó diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.7.9 A-C).

El stock de carbono fue más alto en el lomo en el sitio testigo, comparado con el lomo en el sitio tratado. En el surco no se encontraron diferencias, sin embargo, en valor absoluto fue mayor en el sitio tratado, posiblemente debido al efecto de la rotación con cargas instantáneas más altas (Figura 4.7.8).

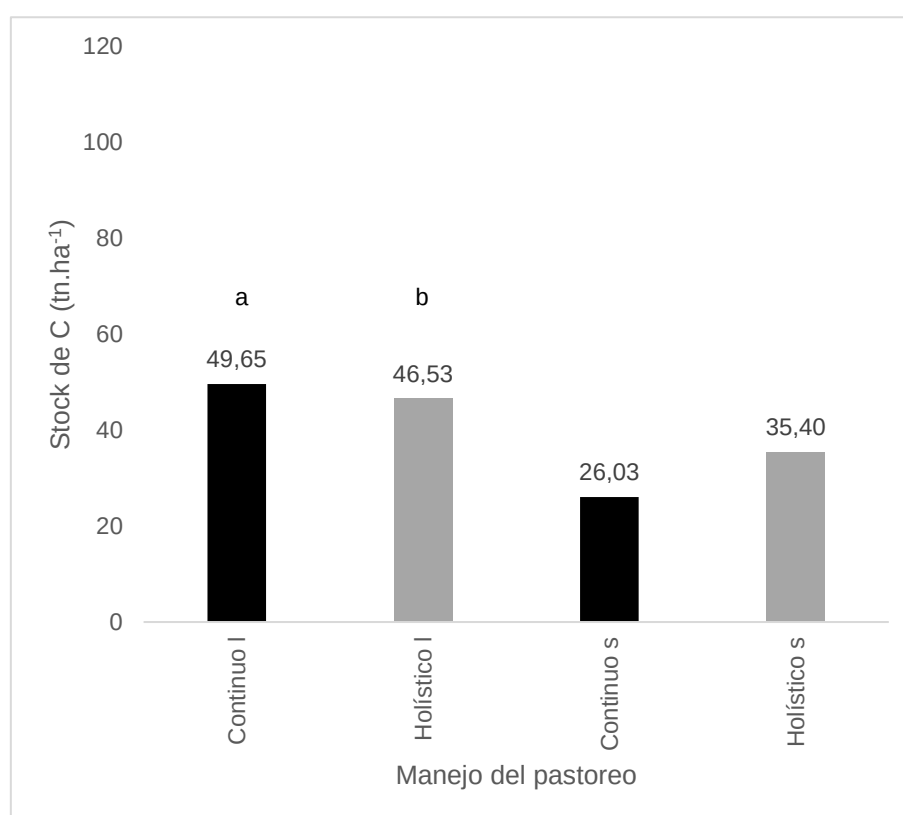


Figura 4.7.8. Comparación de resultados del stock de carbono hasta los 30 cm en muestras de suelo tomadas en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Donde "l" indica el lomo y "s" el surco. Las letras indican diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$).

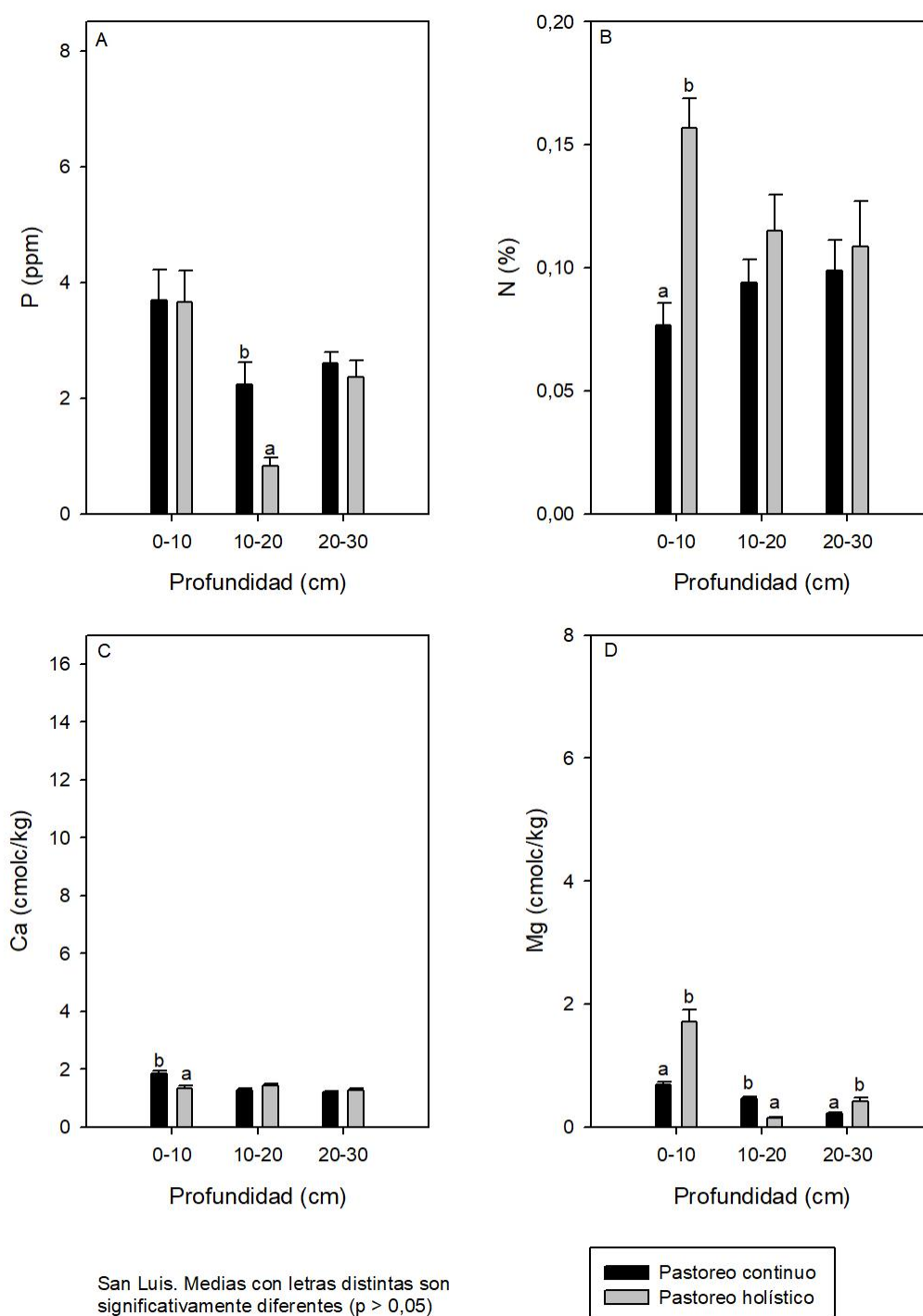


Figura 4.7.9. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el lomo del malezal en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo disponible (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

En el surco del sitio tratado, el porcentaje de N, de 10 a 20 cm de profundidad, fue más bajo en el sitio tratado comparado con el testigo, pero más alto de 20 a 30 cm (Figura 4.7.10 B). Con respecto al Mg, el contenido fue más alto en el sitio tratado hasta los 20 cm de profundidad (Figura 4.7.10 D). El resto

de las variables analizadas en el surco del malezal no presentó diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.7.10 A-D).

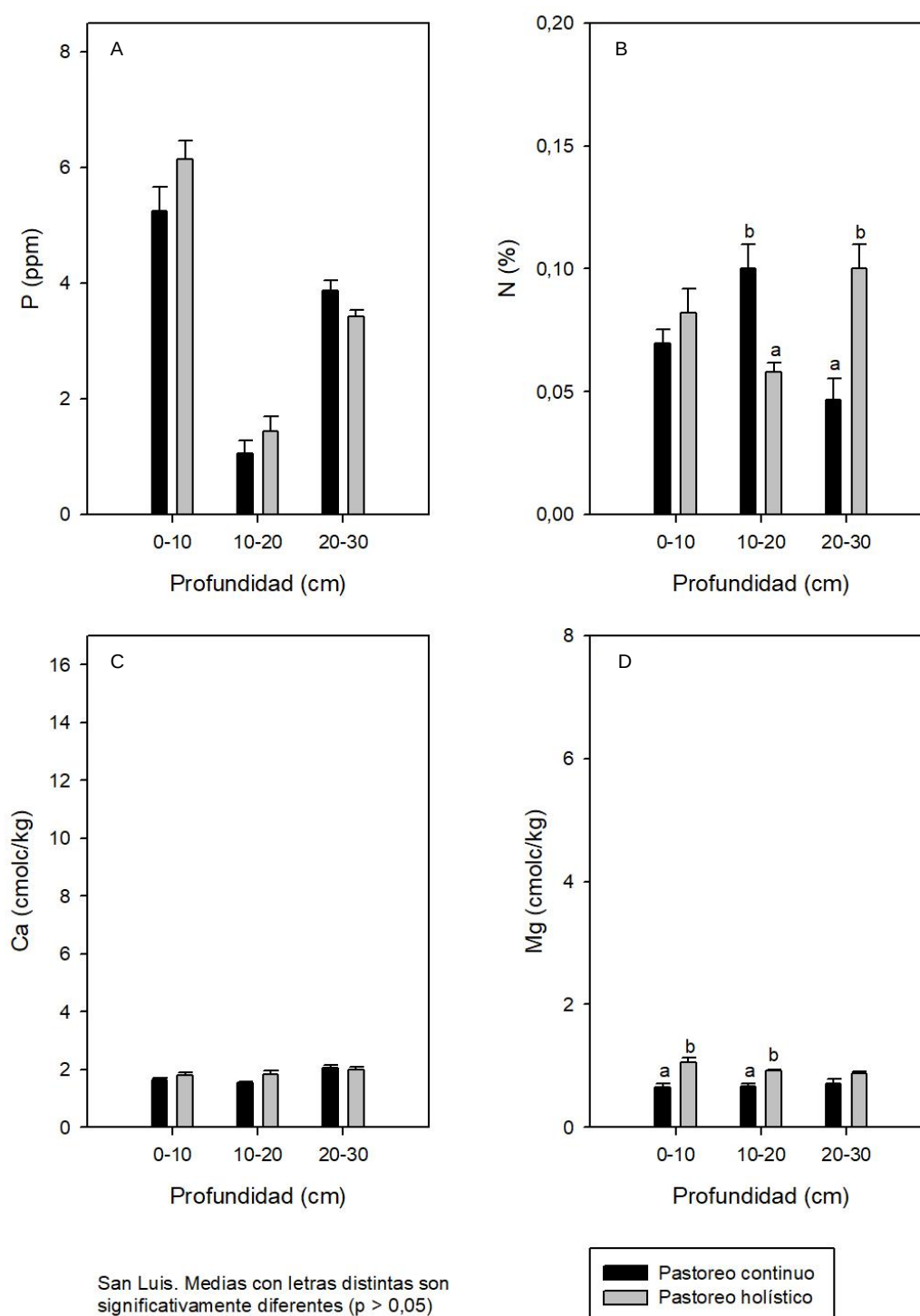


Figura 4.7.10. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el surco del malezal en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

En el lomo del sitio tratado, el contenido de Al, de 0 a 10 cm y de 20 a 30 cm de profundidad, fue más alto en el sitio tratado comparado con el testigo (Figura 4.7.11 B). Con respecto a H, el contenido fue más alto en el testigo de 0 a 10 cm de profundidad respecto al sitio tratado (Figura 4.7.11 C). En el caso de T, el sitio tratado presentó valores más altos de 0 a 10 y de 20 a 30 cm de profundidad respecto al testigo (Figura 4.7.11 D). El resto de las variables analizadas en el lomo del malezal no presentó diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.7.11 A-D).

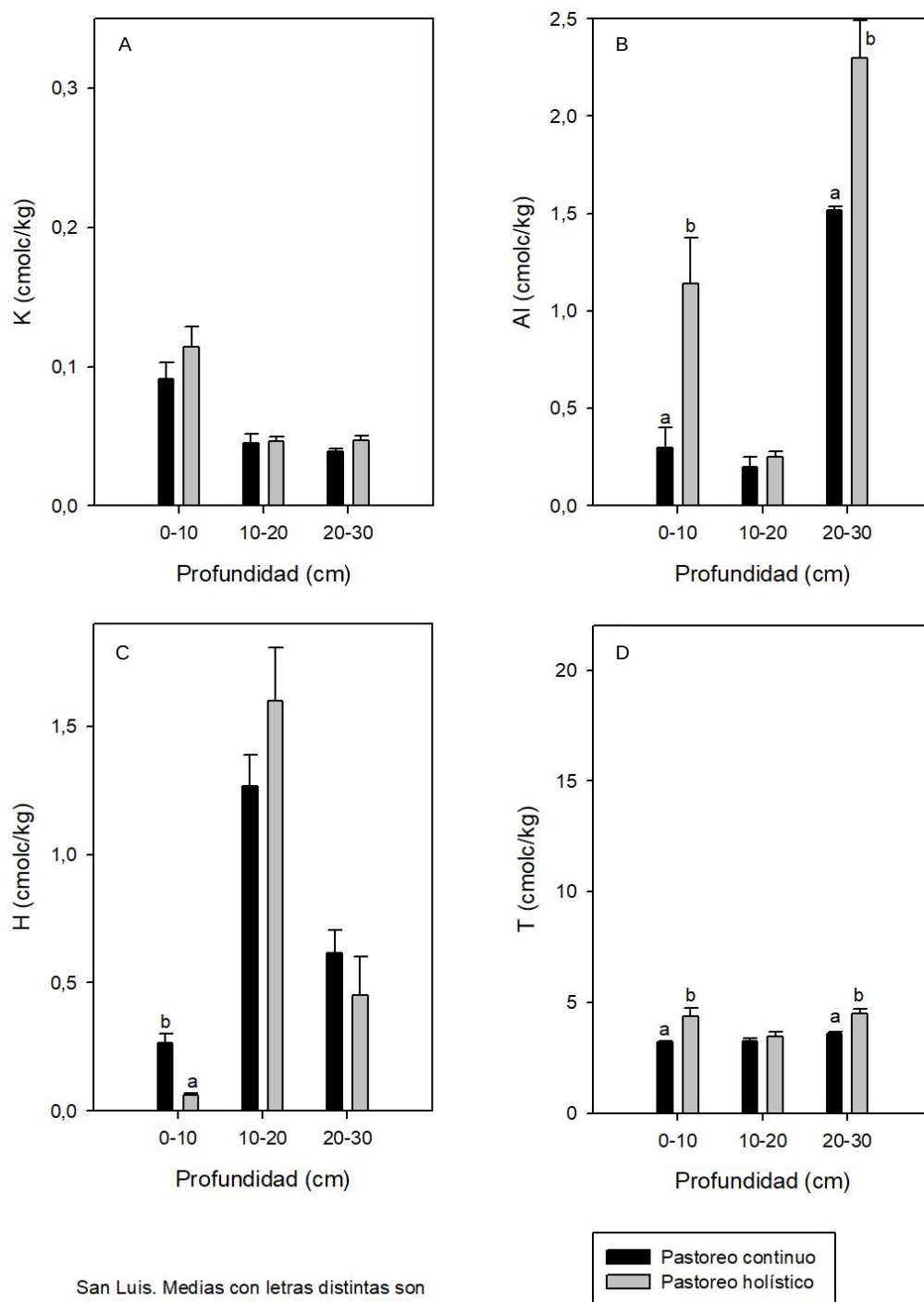


Figura 4.7.11. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el lomo del malezal en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Hidrógeno (H) (C) y suma de bases (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

En el surco del sitio tratado, el contenido de K del sitio tratado fue más alto que en el testigo (Figura 4.7.12 A). Con respecto al contenido de Al de 20 a 30 cm de profundidad, fue más alto en el sitio tratado comparado con el testigo (Figura 4.7.12 B). Por otro lado, el contenido de H fue más alto en el testigo de 20 a 30 cm de profundidad respecto al sitio tratado (Figura 4.7.12 D). En el caso de T, el sitio tratado presentó valores más altos de 0 a 10 y de 10 a 20 cm de profundidad respecto al testigo (Figura 4.7.12 E). El resto de las variables analizadas en el surco del malezal no presentó diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.7.12 A-D).

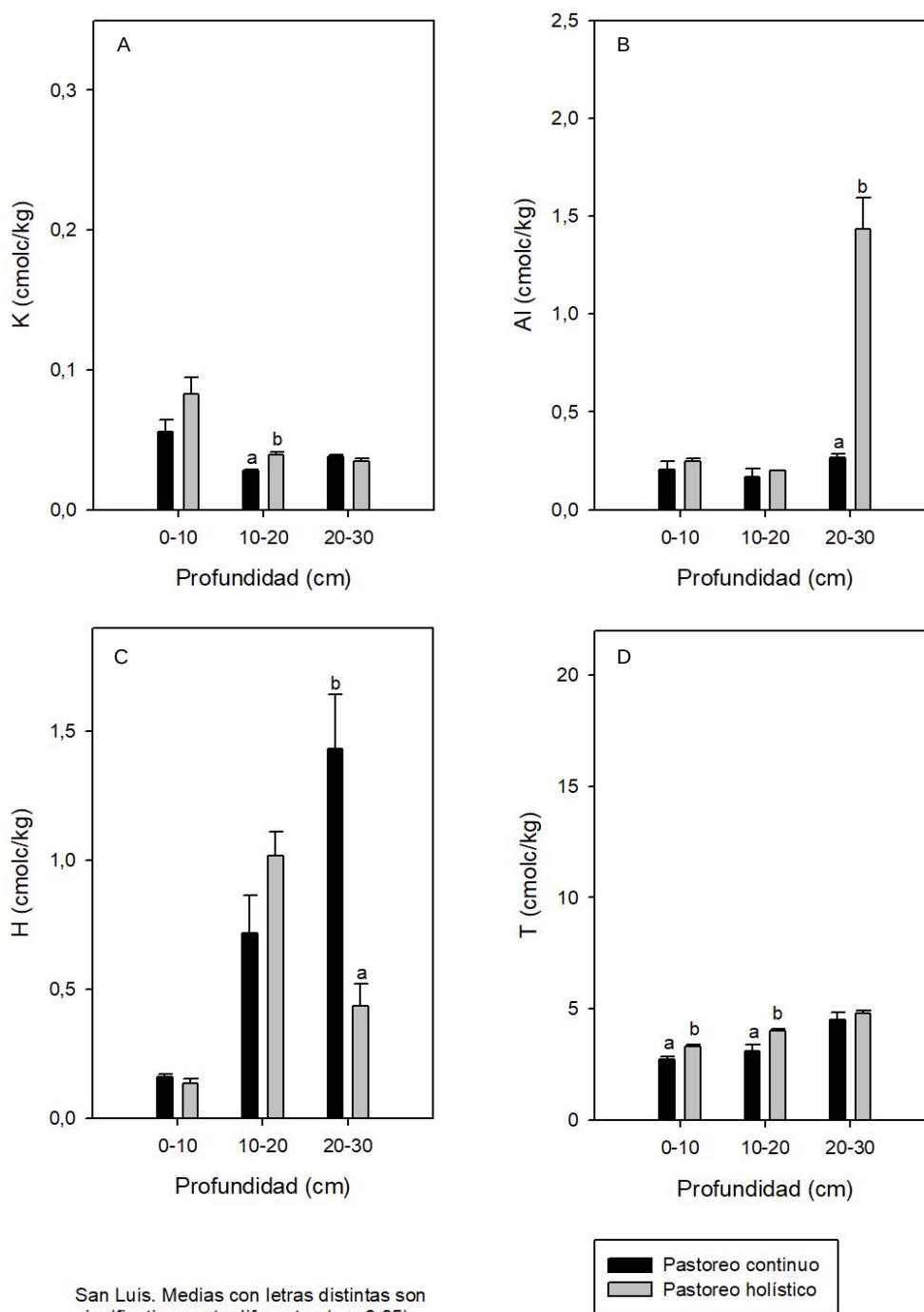


Figura 4.7.12. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el surco del malezal en el Establecimiento San Luis (Dpto. San Martín), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Hidrógeno (H) (C) y suma de bases (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

El pastizal evaluado, tanto en rotativo holístico como en el testigo presentaba una condición excelente, reflejado en su cobertura y el vigor de especies de las especies presentes. Un aspecto a controlar y disminuir es la proporción de especies formadoras de matas (*Andropogon lateralis*) debido a que por su elevado vigor podrían disminuir y hasta limitar el crecimiento de especies presentes entre las matas como *Paspalum*, *Leersia*, *Luziola*, *Panicum* y otras son más apetecibles y nutritivas para el mantenimiento y engorde del ganado. El control de la carga animal (oferta de forraje) es clave para lograrlo, sin embargo, el sistema evaluado tiene pocos años en producción y tal vez todavía no se ven mejoras sustantivas respecto al testigo. Por otro lado, en este tipo de pastizales, con anegamiento por largos periodos de tiempo, presentan especies en su composición botánica pertenecientes a la familia Cyperaceas, que no deseables muy escasamente utilizadas por el ganado. Otro factor a considerar la falta de caminos. Los animales al no tener caminos adecuados circulan sobre las especies más palatables y este tránsito repetido genera mucho suelo sin cobertura, sobre todo en momentos de sequía (como fue el periodo de esta evaluación). Sería muy oportuna la sistematización del potrero con caminos, desagües y dormideros para los momentos de excesos hídricos, buscando mejorar el rendimiento del ganado. Los resultados de producción de pasto esperados son altos (8.000 a 10.000 kg de materia seca/ha/año) sin embargo el factor de uso por parte del ganado estaría por debajo del 20% y así la producción animal (50 a 70 kg/cab/año) y por área o productividad (kg de carne/ha/año).

Tabla 4.7.3. Indicadores visuales en el potrero con manejo holístico en el Establecimiento San Luis.

Indicador	
Cantidad de Mantillo	Poca
Incorporación de Mantillo	no
Cobertura Vegetal	65%
Costra biológica	no
Microfauna	poca
Descomposición de deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	alto
Especie Clave	<i>Paspalum</i> sp
Hormigueros	si
% muerto/vivo	20/80
% matas	40-60%
Diámetro promedio de las matas	50-100 cm
Altura promedio	38,3 cm

Los indicadores del componente vegetal en el sitio tratado indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con relativamente buena cobertura del suelo, escasa actividad biológica y presencia de hormigueros (Tabla 4.7.3).

Se presenta dominado por pastos (Figura 4.7.13) que crecen en matas. Las malezas representan alrededor del 20% de la cobertura vegetal (Figura 4.7.13). El pastizal es de porte bajo (Figura 4.7.14), con buen vigor, y con escasa proporción de material muerto seco en pie.

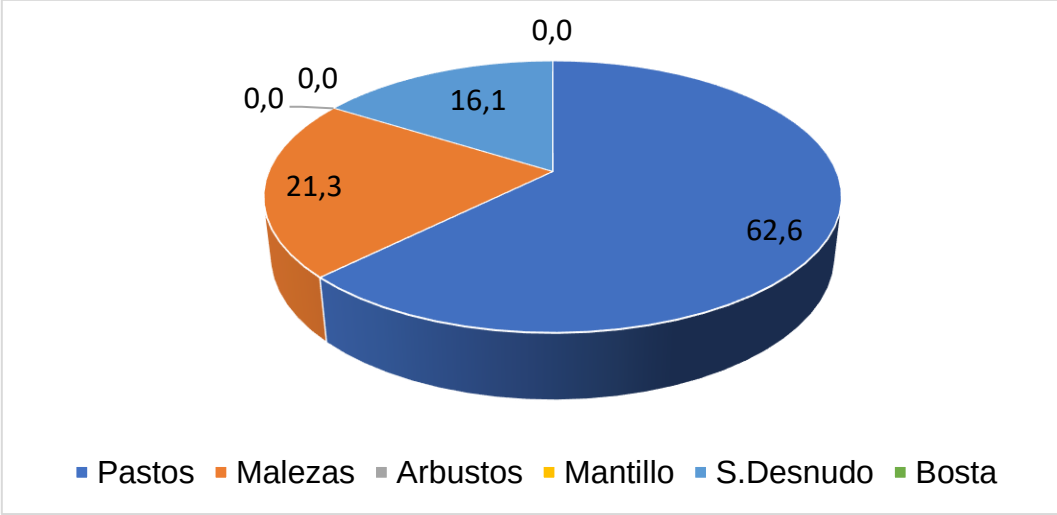


Figura 4.7.13. Distribución porcentual de la cobertura del suelo en el potrero con manejo holístico en el Establecimiento San Luis.

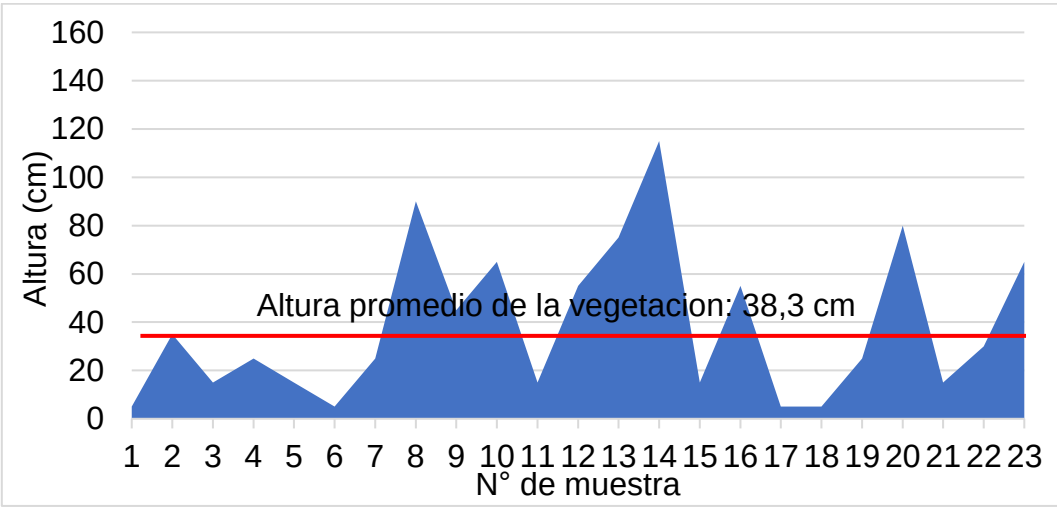


Figura 4.7.14. Altura de la vegetación en el potrero con manejo holístico en el Establecimiento San Luis.

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan más del 50% de todas las especies identificadas, sin dominio claro de algún grupo funcional. Las leguminosas estuvieron escasamente representadas. El pastizal presenta media alta diversidad y media alta equitatividad (Tabla 4.7.4).

Tabla 4.7.4. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con manejo holístico en el Establecimiento San Luis. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	14	8 gramíneas C4 y 6 C3 o invernales
Otras	12	2 leguminosas, 4 Ciperáceas y 6 de otras familias
TOTAL	26	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/Diversidad	3,50	
Índice de Pielou (J)/Equitatividad	0,75	

Tabla 4.7.5. Indicadores visuales en el potrero con manejo continuo (testigo) en el Establecimiento San Luis.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación Mantillo	no
Cobertura Vegetal	55%
Costra biológica	no
Microfauna	poca
Descomposición de deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	Alto
Especie Clave	<i>Paspalum sp.-Andropogon lateralis</i>
Hormigueros	si
% muerto/vivo	20/80
% matas	40-60%
Diámetro promedio de las matas	50-100 cm
Altura promedio	31,6 cm

Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con baja cobertura del suelo y escasa actividad biológica (Tabla 4.7.5). Se presenta dominado por pastos (Figura 4.7.15) que crecen en matas, de porte bajo (Figura 4.7.16), con buen vigor, y con escasa proporción de material muerto seco en pie. Las malezas representan alrededor del 30% de la cobertura vegetal (Tabla 4.7.6).

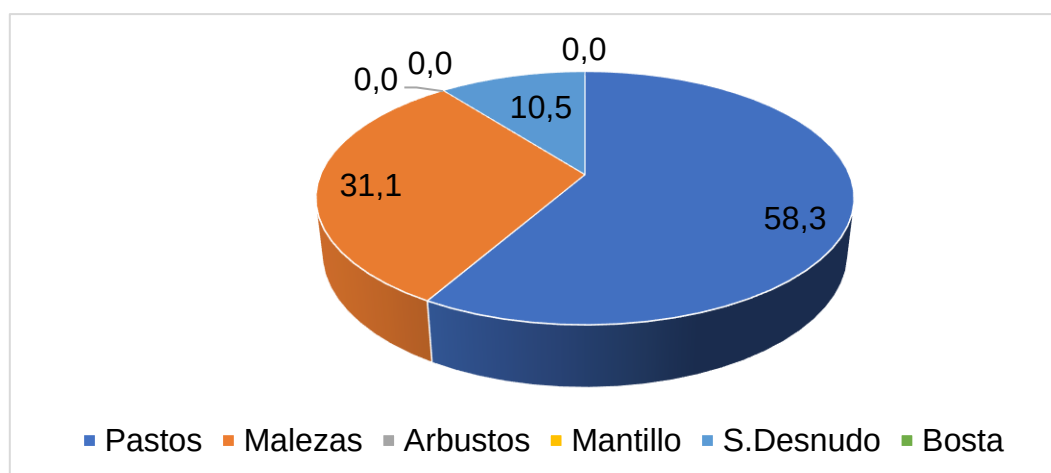


Figura 4.7.15. Distribución porcentual de la cobertura del suelo en el potrero con manejo continuo en el Establecimiento San Luis.

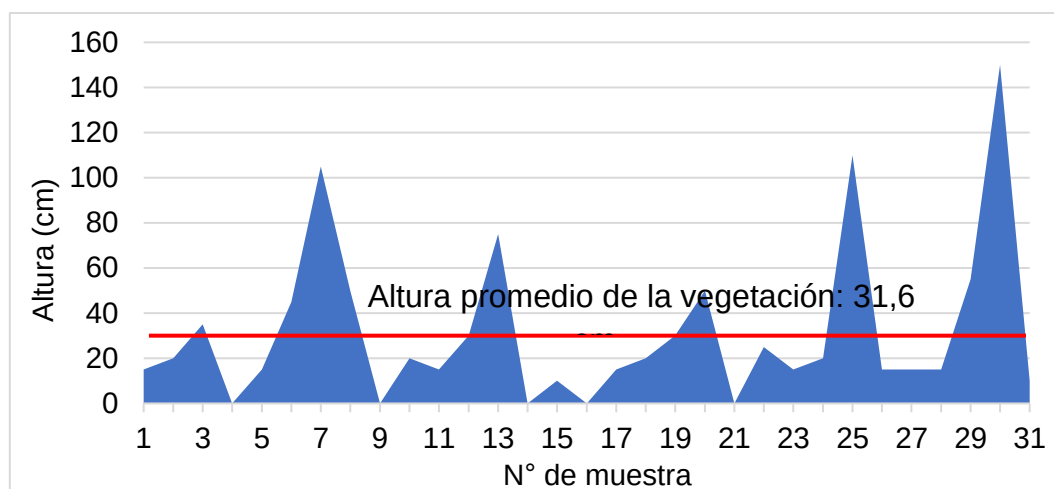


Figura 4.7.16. Altura de la vegetación en el potrero con manejo continuo en el Establecimiento San Luis.

Con respecto a la composición de especies en el testigo, se encontró que las gramíneas representan más del 50% de todas las especies identificadas, con un dominio claro del grupo funcional C4. El pastizal presenta relativamente alta diversidad y media alta equitatividad. Las leguminosas estuvieron escasamente representadas (Tabla 4.7.6).

Tabla 4.7.6. Distribución de las especies identificadas en pastoreo continuo en San Luis.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	17	11 Gramíneas C4 y 6 C3 o invernales
Otras	14	2 Leguminosas, 6 Ciperáceas y 6 de otras familias
TOTAL	31	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver/Diversidad	4,05	
Índice de Pielou (J)/Equitatividad	0,81	

4.8. Establecimiento Santa María

Localización y cartografía del establecimiento Santa María

Se localizaron y cartografiaron los potreros de todo el establecimiento (Figura 4.8.1).

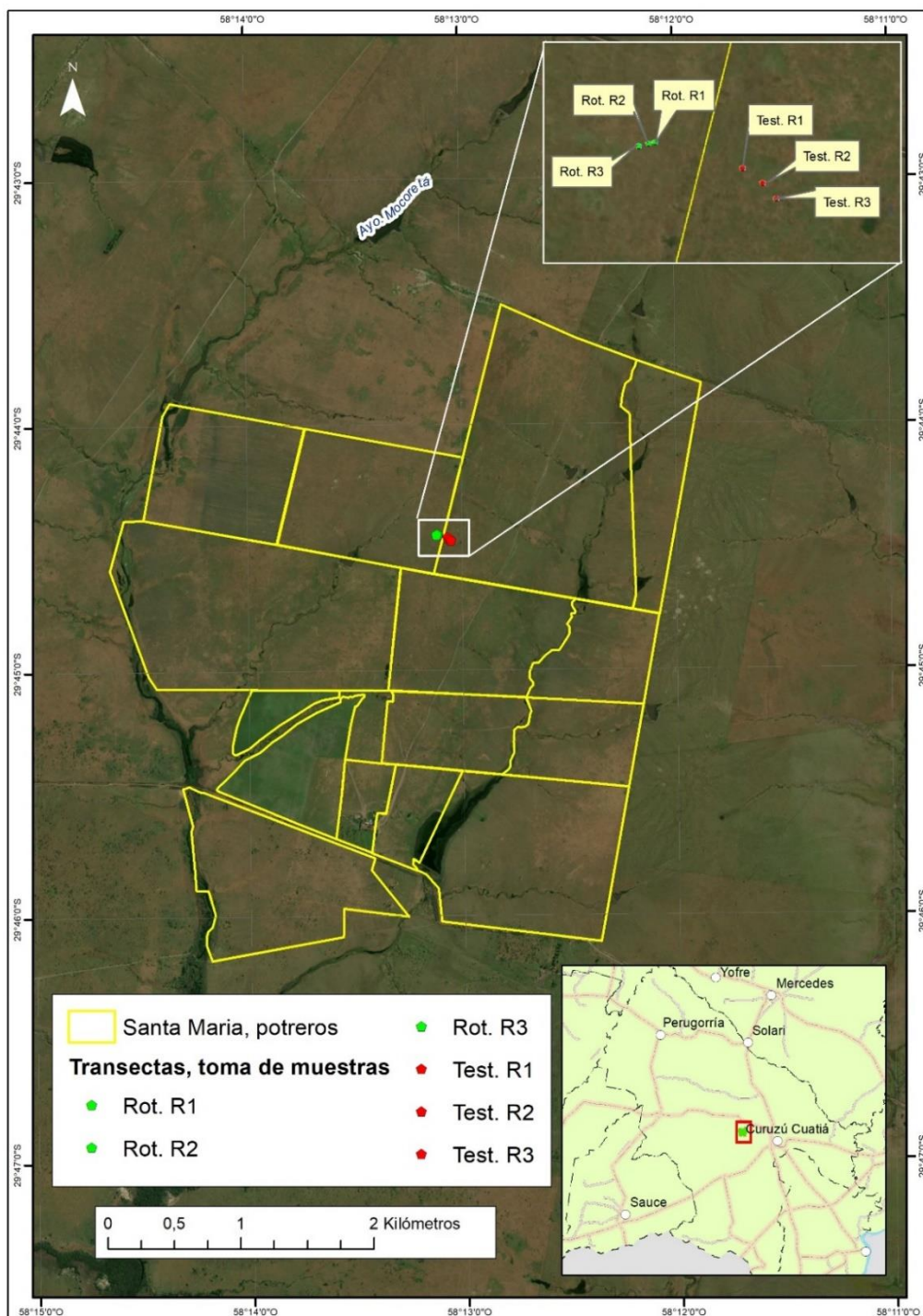


Figura 4.8.1. División de potreros en el Establecimiento Santa María, en el departamento Curuzú Cuatiá, Corrientes.

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.8.2).

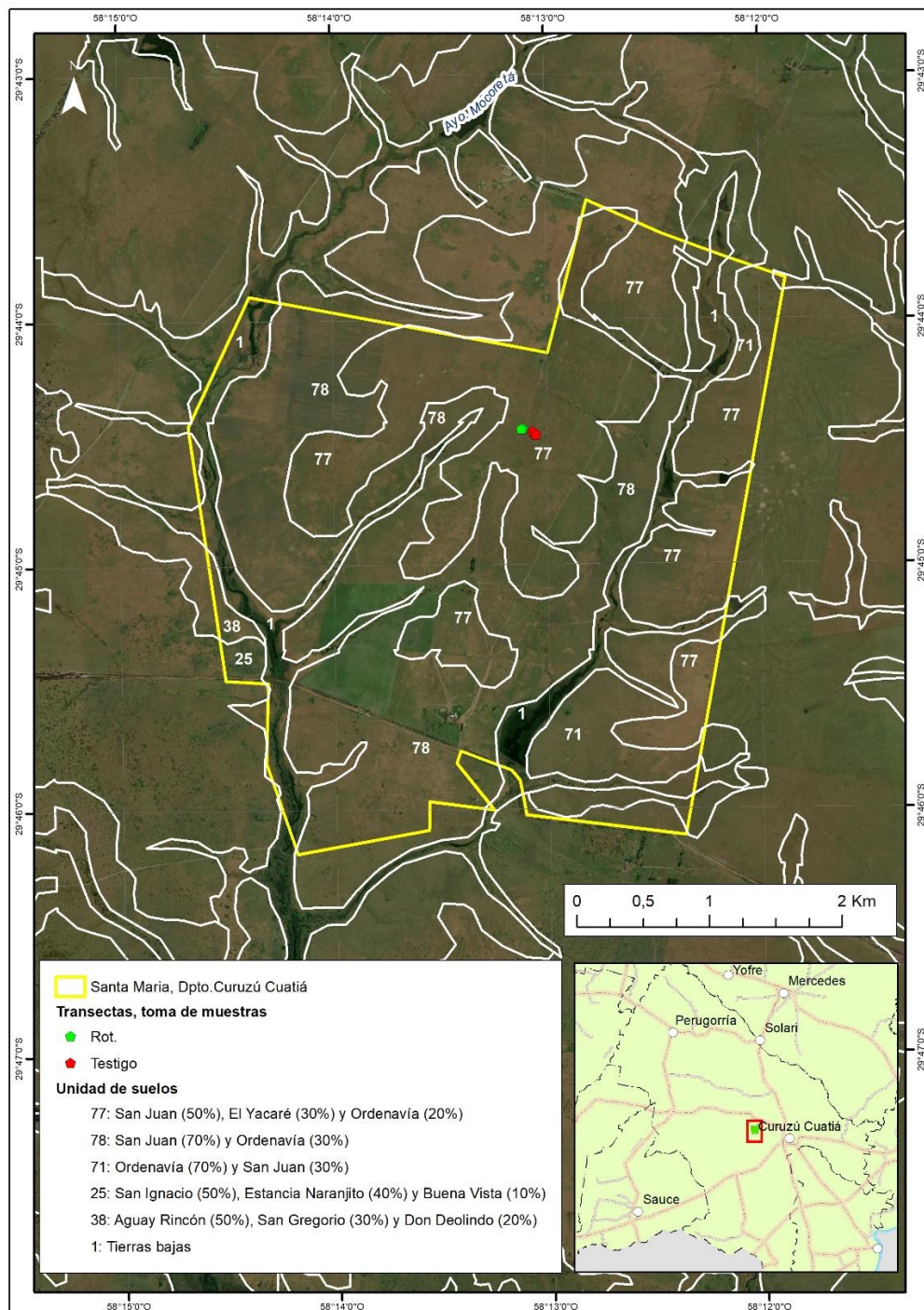


Figura 4.8.2. Suelos en el establecimiento Santa María, en el departamento Curuzú Cuatiá, Corrientes y sitios donde se tomaron las muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento Santa María

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial/antecedentes del potrero

El manejo en el predio consistía en el pastoreo en forma continua con altas carga de bovinos y ovinos. Se comienza el manejo diferencial en octubre de 2021 mediante el pastoreo rotativo y descanso con bovinos. Desde que se inició el nuevo manejo, solo se realiza la rotación con bovinos y descansos de 96 días en invierno y 48 días en verano, de esta forma se logró mejorar el pastizal por el aumento de la receptividad del campo, el mejoramiento del tapiz producto del descanso, aun considerando que se arrancó en tiempos de seca. La principal actividad ganadera del potrero es la recría, con una carga animal, en los últimos años, de 1,1 EV / ha, en promedio al año. No se observó una caída en la producción del pastizal, pero hay que tener en cuenta que solo se lleva un año con este manejo. El productor trabaja con cargas instantáneas, en invierno, de 27 EV / ha / día y de 34 EV / ha / día, en la época primavera estival. La densidad del módulo donde se aplica el manejo diferente es de 2,25 (superficie del módulo / cantidad de potreros). Es decir que cuenta con 2 módulos con 108 ha, divididas en 48 potreros.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

En este establecimiento, 6 de los 19 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.8.3). Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja. El balance de nitrógeno es deficitario, básicamente debido a la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo. El balance del fósforo es deficitario, debido a la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo y a la exportación en el tejido óseo (principalmente) cuando se venden los animales. Con relación a la eficiencia del uso del agua, es ineficiente, ya que el cálculo representa el consumo de agua como proporción de la lluvia recibida, resultado de una elevada precipitación que no se utiliza totalmente (a mayor consumo mayor debería ser la eficiencia). La relación entre las precipitaciones y la energía producida es alta, indicando baja eficiencia en la producción de energía (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente a la agricultura), dado sobre todo a las abundantes precipitaciones. Por último, con relación a la agro-diversidad, el modelo no reporta un valor adecuado, ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

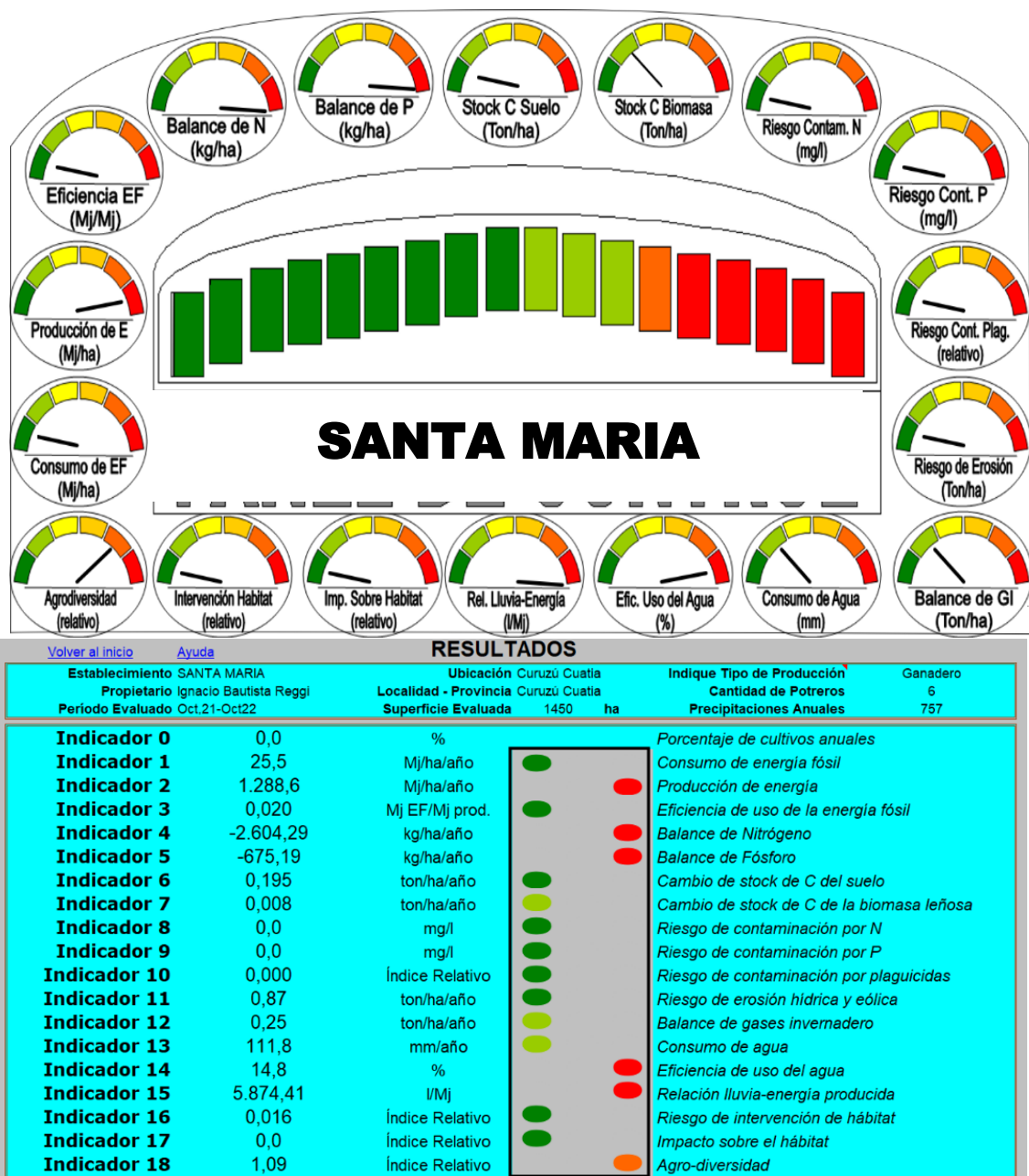


Figura 4.8.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el Establecimiento Santa María.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.8.1).

Tabla 4.8.1. Textura de las muestras analizadas en el establecimiento Santa María.

Manejo	Profundidad	Textura
Continuo	0-10 cm	Franco arcilloso
	10-20 cm	Franco arcilloso
	20-30 cm	Franco arcilloso
Rotativo	0-10 cm	Franco arcilloso
	10-20 cm	Franco arcilloso
	20-30 cm	Franco arcilloso

De todas las determinaciones no hubo diferencias en la HUE (10YR) (Tabla 4.8.2). Los resultados de las determinaciones del color del suelo, tanto en seco como en húmedo, de los sitios tratados como del testigo son iguales, aportando evidencias de que se trata de la misma serie de suelo (Tabla 4.8.2). Solamente se registraron mínimas variaciones de chroma y value, que se fueron haciendo imperceptibles con la profundidad de muestreo.

Tabla 4.8.2. Detalle del color (en seco y en húmedo) de las muestras tomadas en el establecimiento Santa María.

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10YR5/2	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR5/2	10YR3/2
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR5/2	10YR3/1
10-20 cm	Continuo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
20-30 cm	Continuo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1

Ambos sitios evaluados presentaron un color en húmedo, gris muy oscuro, en las tres profundidades. Por su parte para el color en seco, de la primera profundidad (0 a 10 cm) mostró un color gris oscuro en el sitio testigo y en el sitio con pastoreo rotativo, pardo grisáceo y gris oscuro. La segunda profundidad (10 a 20 cm) en el sitio testigo presentó un color gris oscuro, en seco, y para el sitio con pastoreo rotativo un color gris en seco. La última profundidad (20 a 30 cm) presentó un color gris oscuro en seco para ambos sitios.

La densidad aparente en el sitio tratado, de 10 a 20 cm, fue más alta que en el testigo (Figura 4.8.4 A). El pH determinado en agua, el pH en KCl y la conductividad eléctrica no presentaron diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.8.4 B, C y D).

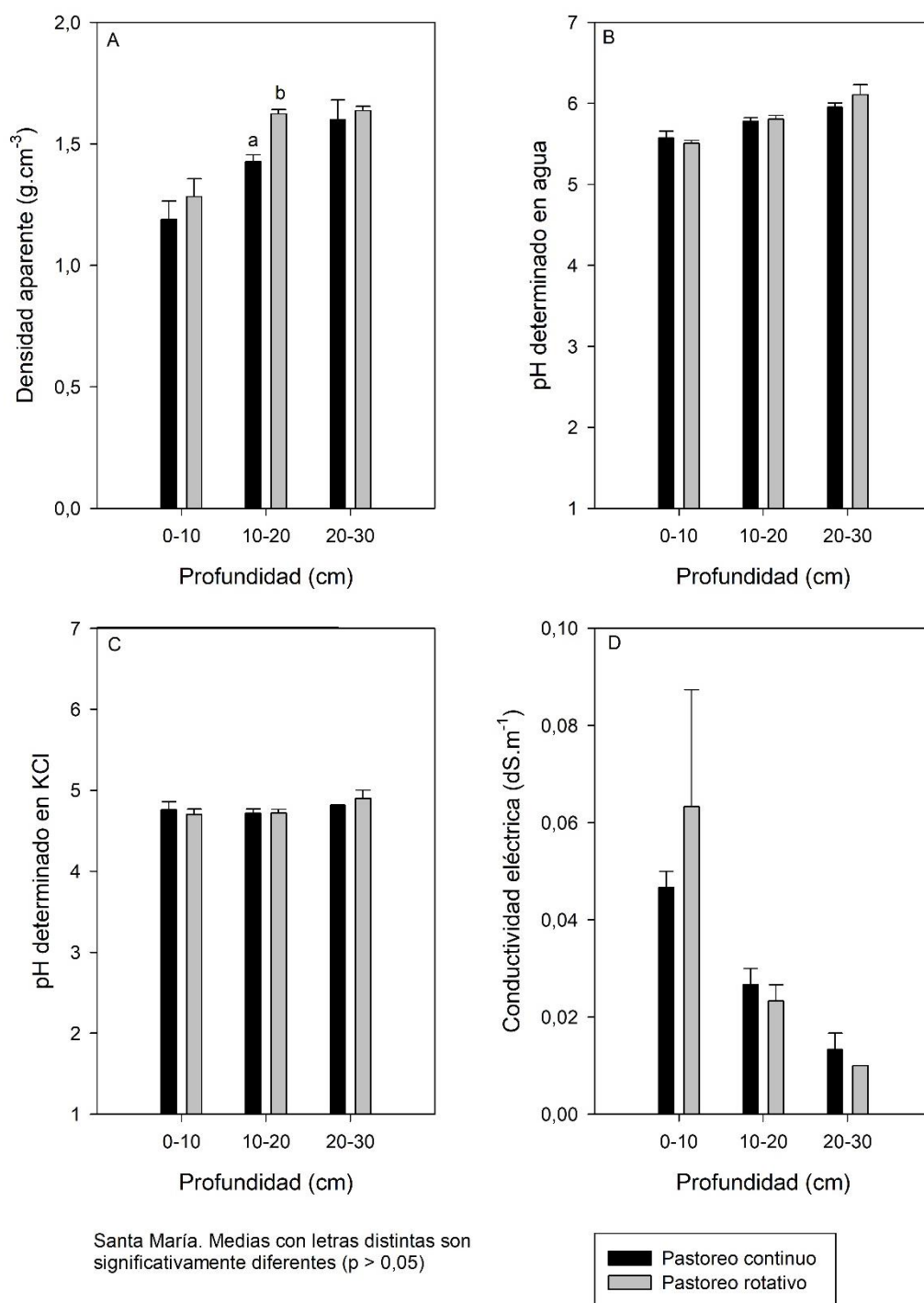


Figura 4.8.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el Establecimiento Santa María (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Con respecto al carbono orgánico, el nitrógeno y el fósforo particulado la parcela testigo mostró mayores valores, estadísticamente significativos, que el sitio tratado (Figura 4.8.5 C, D y E). El carbono y la materia orgánica no manifestaron diferencias entre los sitios con manejo rotativo y continuo (Figura

4.8.6 A y B). Tampoco se observaron diferencias significativas en los valores de estabilidad de agregados y respiración (Figura 4.8.6 F y G).

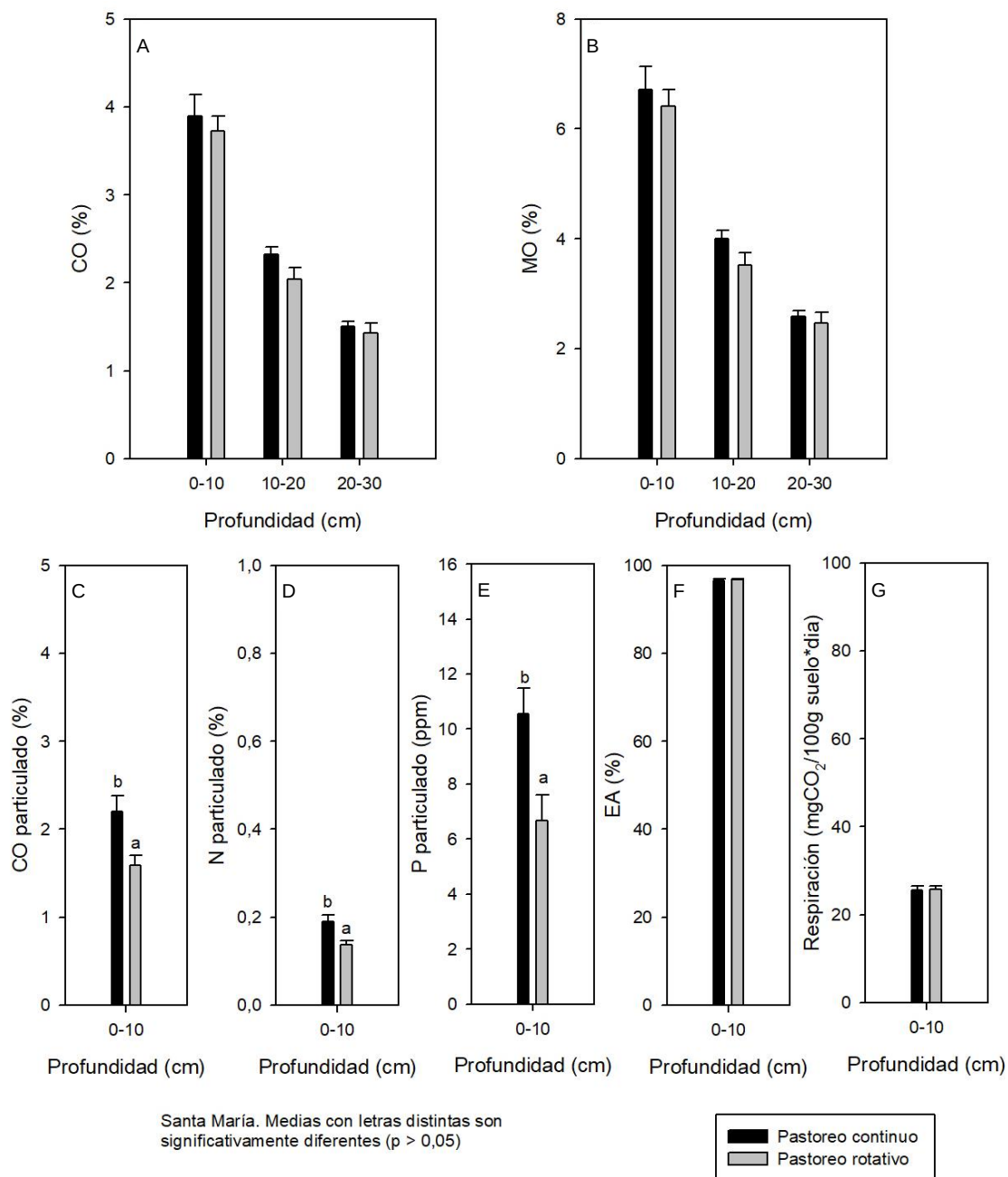


Figura 4.8.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el Establecimiento Santa María (Dpto. Cruz del Sur), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Carbono orgánico (CO) (A) y materia orgánica (MO) (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

La figura 4.8.6 muestra los valores de stock de carbono en las parcelas con los dos tipos de manejos analizados y no se observan diferencias estadísticas significativas.

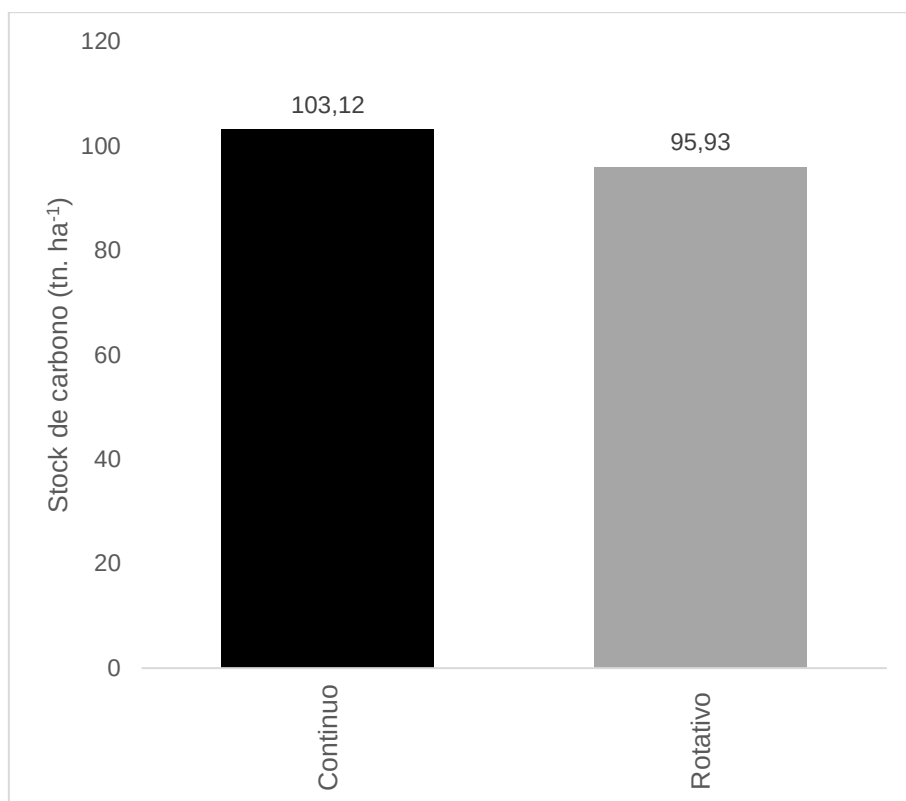


Figura 4.8.6. Comparación de resultados del stock de carbono hasta los 30 cm en muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Santa María (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo.

El contenido de P en el suelo fue mayor en el testigo que en el sitio tratado con diferencias significativas (Figura 4.8.7 A). El porcentaje de N y las concentraciones de Ca y Mg no presentaron diferencias significativas (Figura 4.8.7 B, C y D).

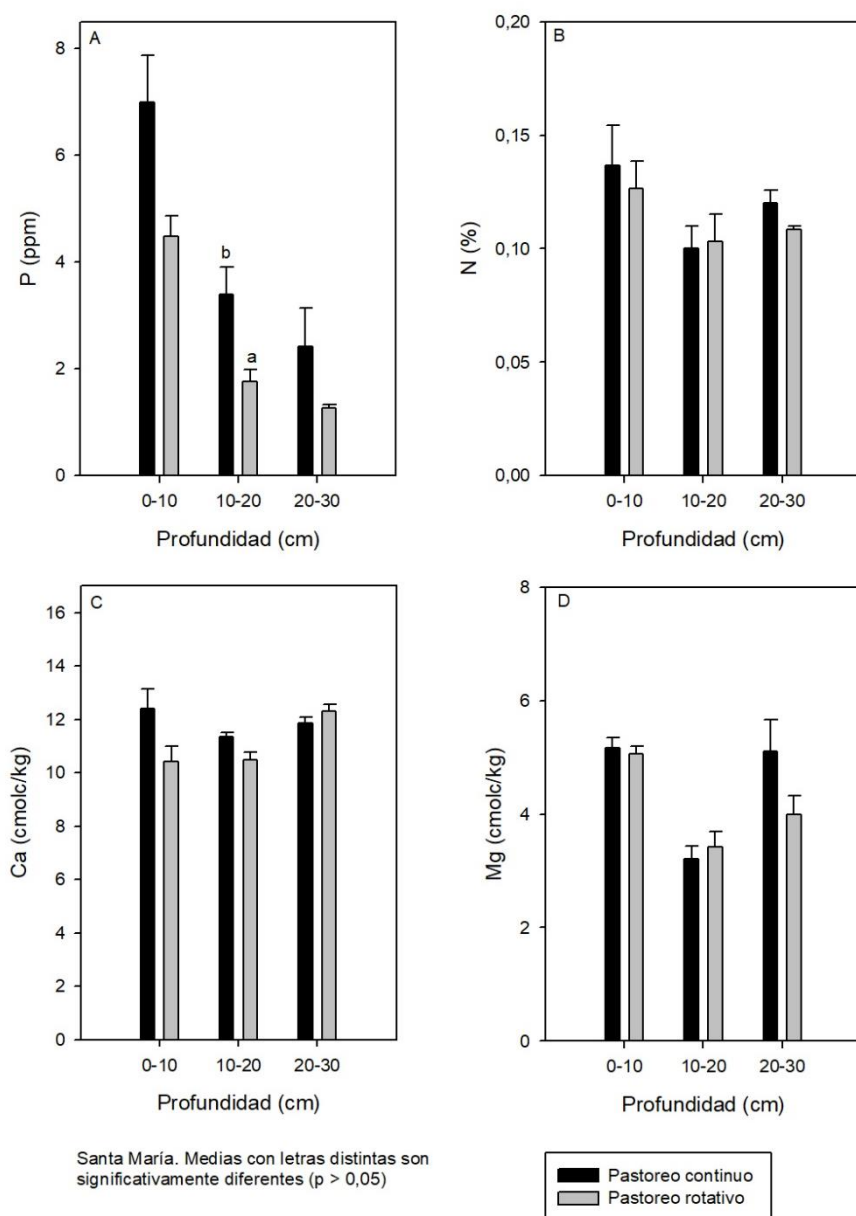


Figura 4.8.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el Establecimiento Santa María (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Se detectaron diferencias significativas entre el testigo y el sitio tratado en la capacidad de intercambio catiónico del suelo solamente a la profundidad de 10 a 20 cm (Figura 4.8.8 D). El resto de las variables como la concentración de potasio, aluminio y acidez del suelo no manifestaron diferencias significativas (Figura 4.8.8 A, B y C).

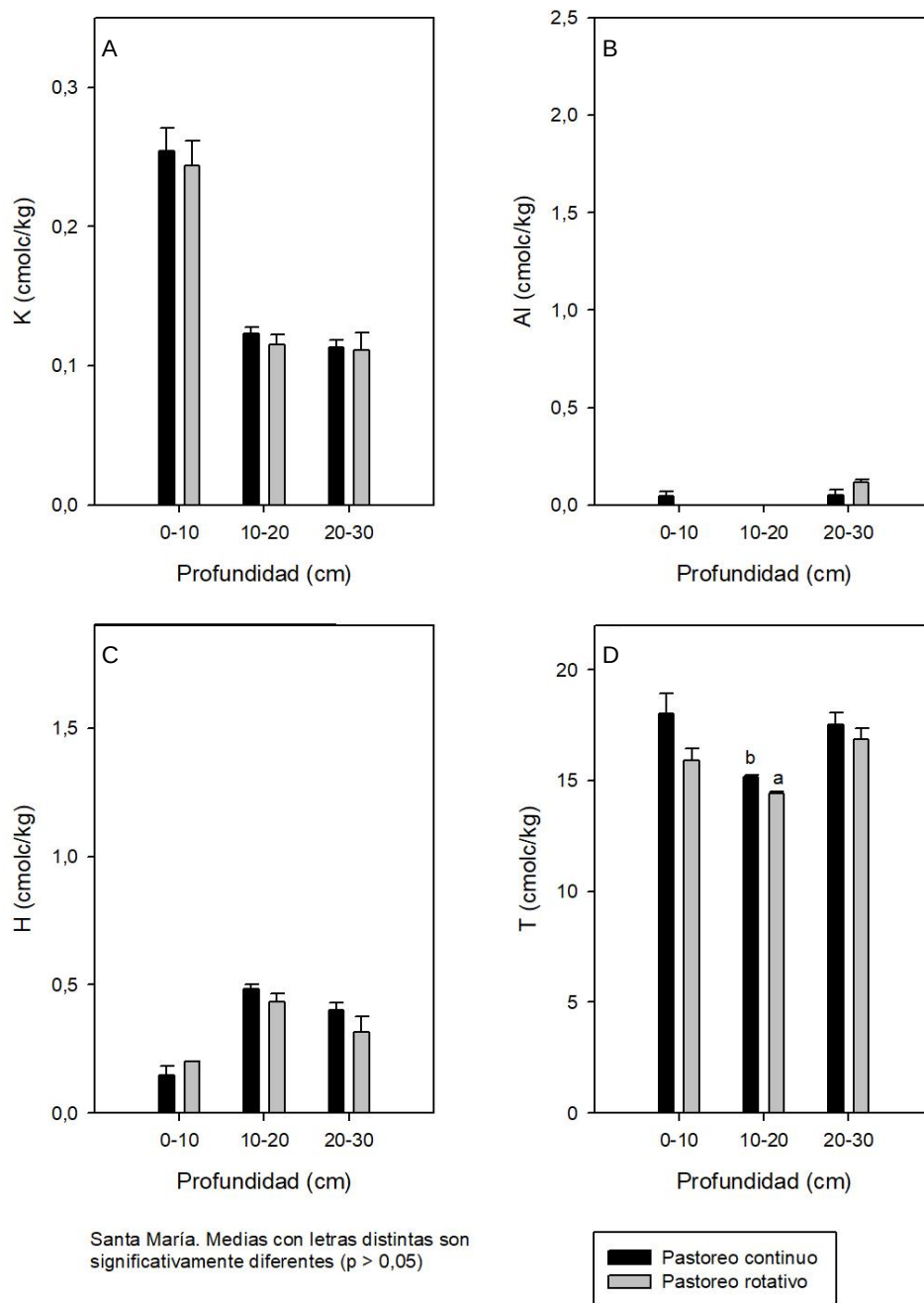


Figura 4.8.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el Establecimiento Santa María (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Acidez (H) (C) y Capacidad de Intercambio Catiónico (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

Los indicadores del componente vegetal en el sitio tratado indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con relativamente buena cobertura del suelo, escasa actividad biológica y presencia de hormigueros (Tabla 4.8.3). Se presenta dominado por pastos y malezas (Figura 4.8.9), de porte bajo (Figura 4.8.10), con vigor bajo a medio, y con proporción media de material muerto seco en pie. Las malezas representan alrededor del 38% de la cobertura vegetal (Figura 4.8.9).

Tabla 4.8.3. Indicadores visuales en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Santa María.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	80%
Costra biológica	no
Microfauna	poca
Descomposición de deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	bajo-medio
Especie Clave	<i>Paspalum plicatulum</i>
Hormigueros	si
% muerto/vivo	50/50
% matas	0%
Diámetro promedio de las matas	0 cm
Altura promedio	11,0 cm

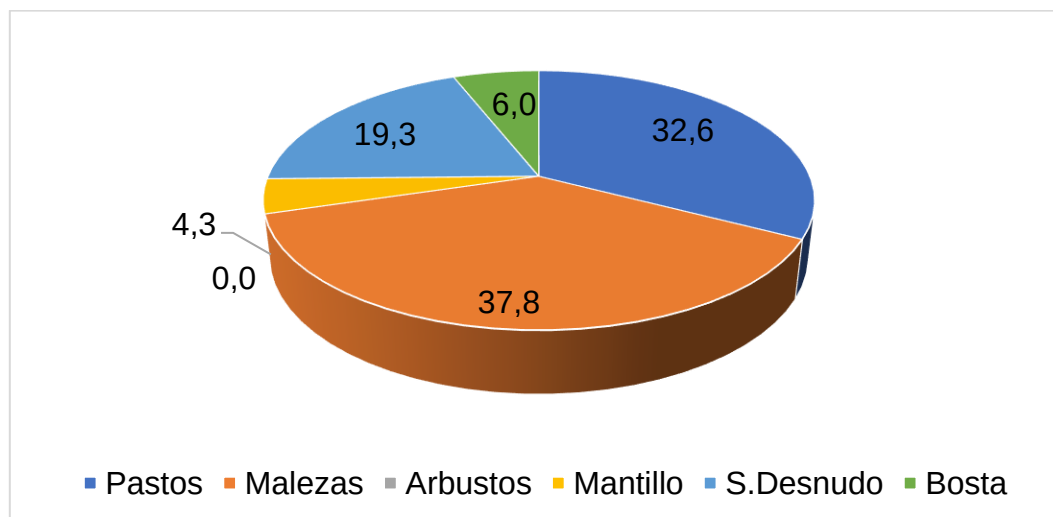


Figura 4.8.9. Distribución porcentual de la cobertura en el potrero con pastoreo rotativo Establecimiento Santa María.

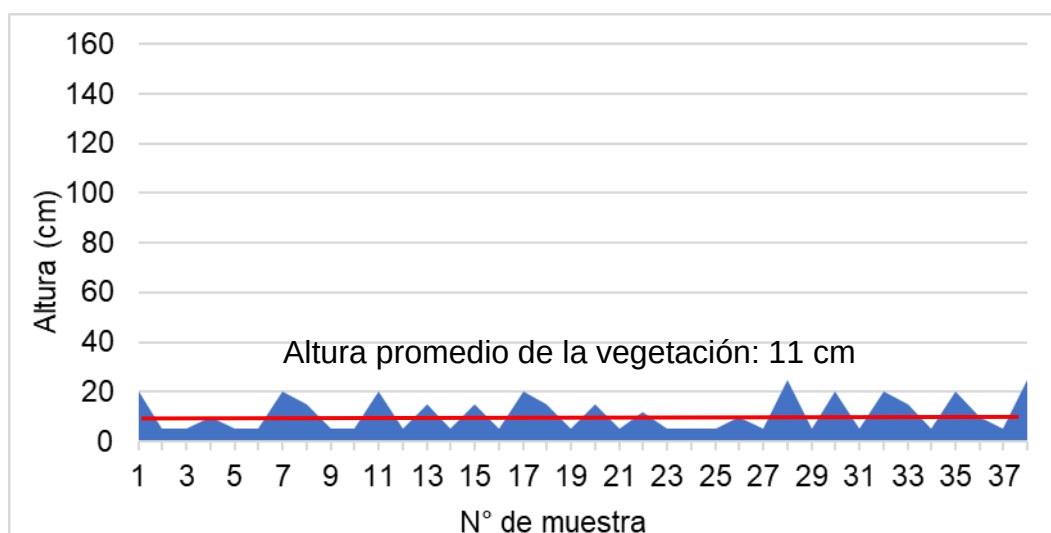


Figura 4.8.10. Altura de la vegetación en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Santa María.

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan casi el 40% de todas las especies identificadas, sin dominio claro de algún grupo funcional. El pastizal presentó media alta diversidad y media alta equitatividad. Las leguminosas estuvieron escasamente representadas (Tabla 4.8.4).

Tabla 4.8.4. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Santa María. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	9	6 gramíneas C4 y 3 C3 o invernales
Otras	14	2 leguminosas, 2 ciperáceas y 10 de otras familias
TOTAL	23	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/diversidad	3,83	
Índice de Pielou (J)/equitatividad	0,87	

Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo indican que el pastizal posee poco mantillo, sin incorporar, con relativamente buena cobertura del suelo y escasa actividad biológica (Tabla 4.8.5). Se presenta dominado por pastos y malezas (Figura 4.8.11), de porte bajo (Figura 4.8.12), con vigor bajo a medio, y con media proporción de material muerto seco en pie. Las malezas representan alrededor del 30% de la cobertura vegetal (Figura 4.8.11).

Tabla 4.8.5. Indicadores visuales en el potrero testigo en el Establecimiento Santa María.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	70%

Costra biológica	no
Microfauna	poca
Descomposición Bosta	poco
Vigor de gramíneas	bajo-medio
Especie Clave	<i>Paspalum plicatulum</i>
Hormigueros	si
% muerto/vivo	50/50
% matas	0%
Diámetro promedio de las matas	0 cm
Altura promedio	8,5 cm

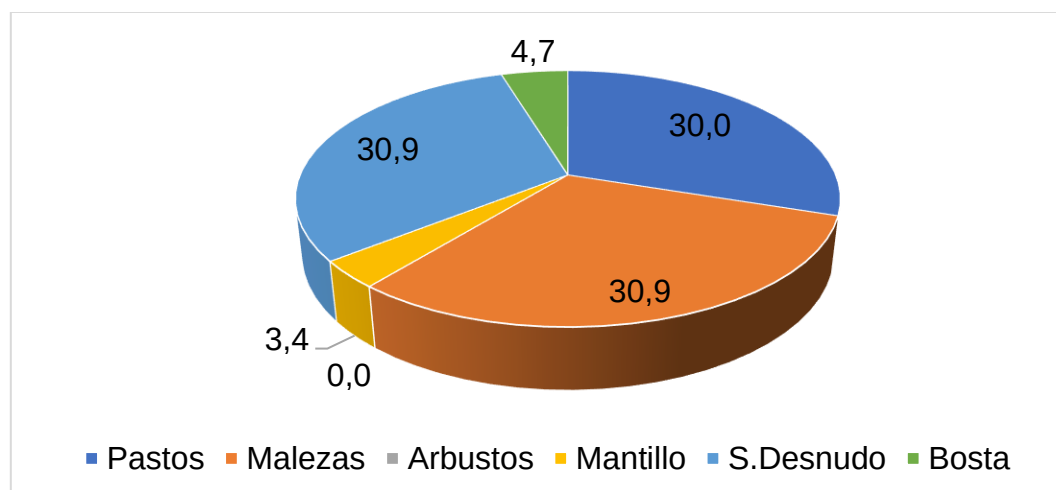


Figura 4.8.11. Distribución porcentual de la cobertura en el potrero testigo en el Establecimiento Santa María.

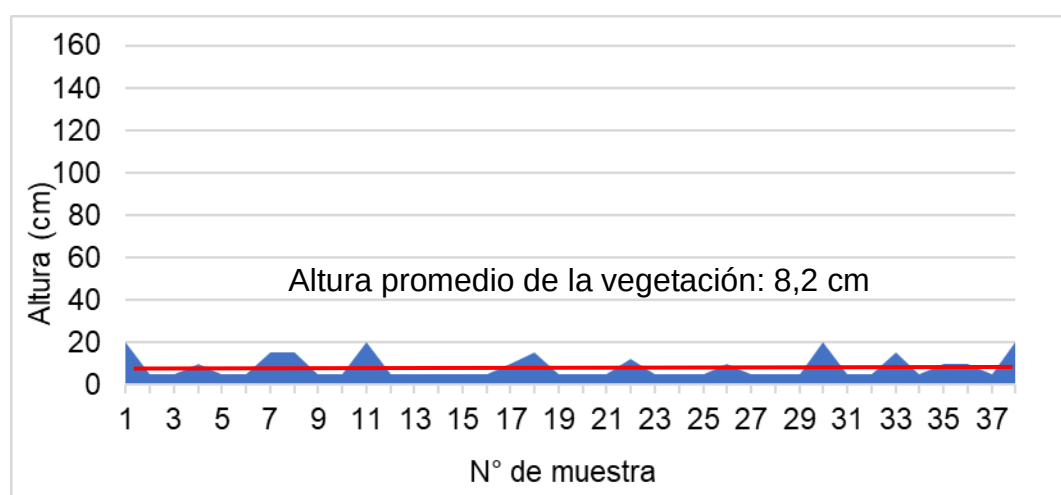


Figura 4.8.12. Altura de la vegetación en el potrero testigo en el Establecimiento Santa María.

Con respecto a la composición de especies en el testigo, se encontró que las gramíneas representan menos del 30% de todas las especies identificadas, con un dominio claro del grupo funcional C4. El pastizal presentó relativamente alta diversidad y media alta equitatividad. No se detectaron leguminosas (Tabla 4.8.6).

Tabla 4.8.6. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero testigo en el Establecimiento Santa María. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	4	4 Gramíneas C4
Otras	11	0 leguminosas, 2 Ciperáceas y 9 de otras familias
TOTAL	15	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/diversidad	4,00	
índice de Pielou (J)/equitatividad	0,85	

4.9. Establecimiento Sarandí S.A.

Localización y cartografía del establecimiento Sarandí S.A.

Se digitalizaron y cartografiaron los potreros del establecimiento (Figura 4.9.1).

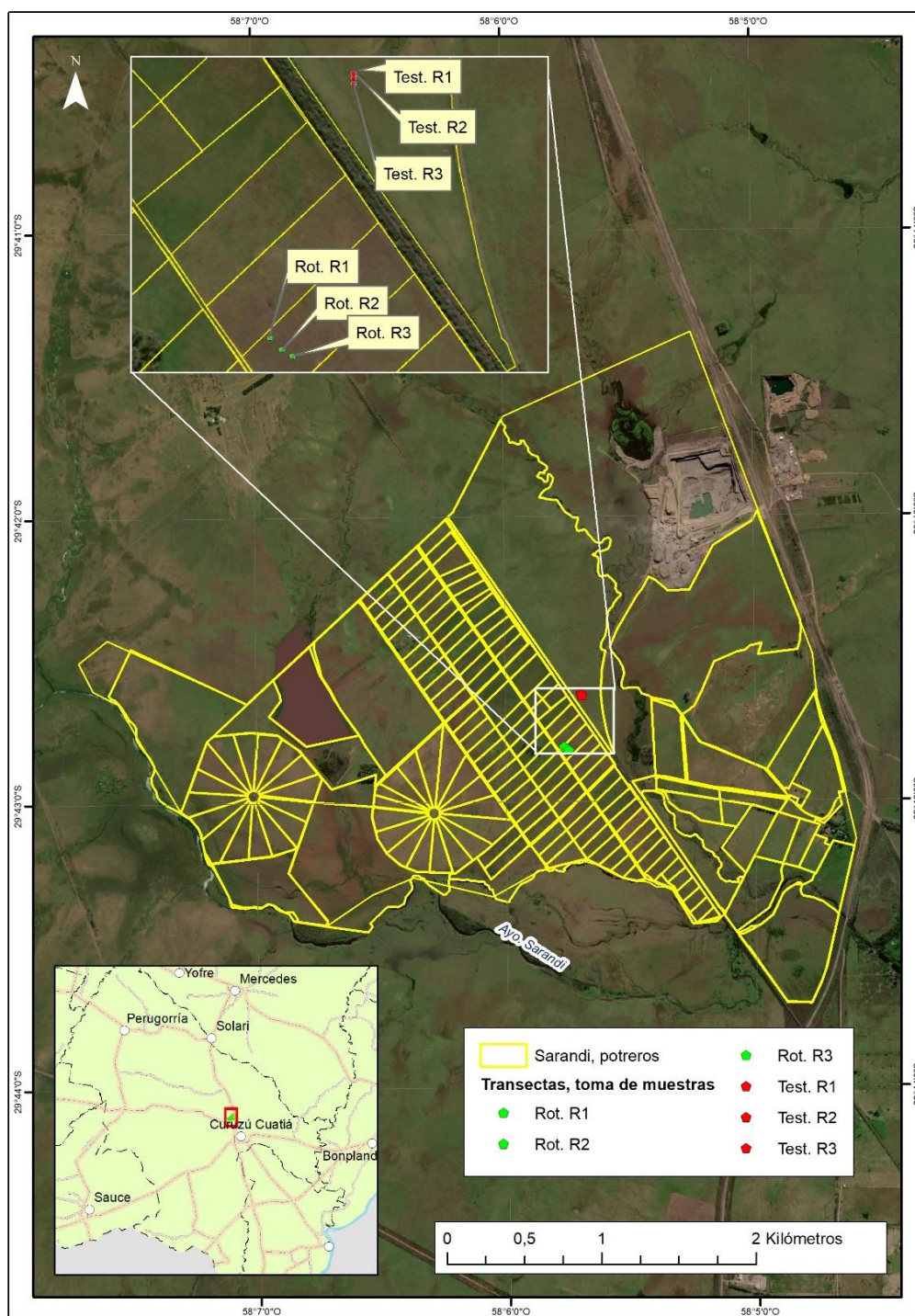


Figura 4.9.1. División de potreros en el Establecimiento Sarandí S.A., en el departamento Cruz del Sur, Corrientes.

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.9.2).

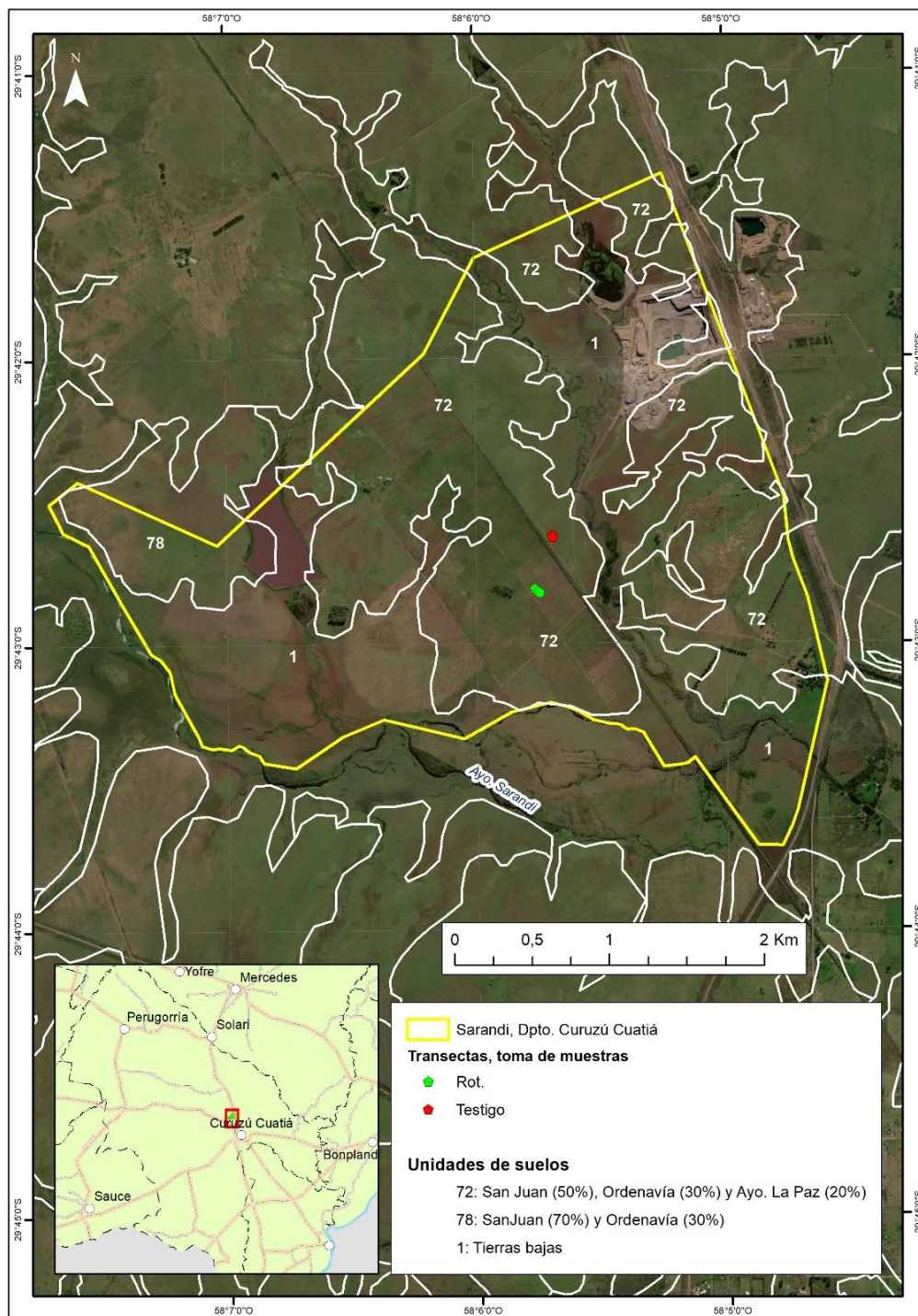


Figura 4.9.2. Suelos en el establecimiento Sarandí S.A., en el departamento Curuzú Cuatía, Corrientes y sitios donde se tomaron las muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento Sarandí S.A.

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial/antecedentes del potrero

El manejo en el predio consistía en el pastoreo en forma continua con altas carga de bovinos y ovinos. Se comienza el pastoreo rotativo en octubre 2017, es decir, rotación y descanso con bovinos. Desde que se inició el nuevo manejo, solo se realiza rotación con bovinos y descansos de 96 días en invierno y 48 días en verano. Así se logró una mejora del pastizal por el aumento de la receptividad del campo, el mejoramiento del tapiz producto del descanso y se mejoró el aprovechamiento del pastizal, aun considerando que se arrancó en tiempos de seca. La principal actividad ganadera del potrero es la recría con una carga animal de 1,0 EV / ha, en promedio al año. No se ha observado una caída en la producción del pastizal. En el potrero se trabaja con cargas instantáneas, en invierno, de 29 EV / ha / día y de 38 EV / ha / día, en la época primavera-estival. La densidad del módulo donde se aplica el manejo diferente es de 0,98 (superficie del módulo / cantidad de potreros). Es decir que cuenta con 2 módulos divididas en 48 potreros en 95 ha.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

En este establecimiento, 6 de los 19 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.9.3). Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja, razón por la cual la eficiencia de uso de energía fósil es baja pese a que el indicador de consumo de la energía fósil es adecuado. El balance del fósforo es deficitario, debido a: la baja disponibilidad de dicho elemento en el suelo y a la exportación de dicho elemento en el tejido óseo (principalmente) cuando se venden los animales. Con relación a la eficiencia del uso del agua, es ineficiente, ya que el cálculo representa el consumo de agua como proporción de la lluvia recibida, como resultado de una elevada precipitación que no se utiliza totalmente (a mayor consumo mayor debería ser la eficiencia). La relación entre las precipitaciones y la energía producida es alta, indicando baja eficiencia en la producción de energía de este sistema ganadero (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente a la de los agrícolas), dado sobre todo a las abundantes precipitaciones. Por último, con relación a la agro-diversidad, el modelo no reporta un valor adecuado, ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

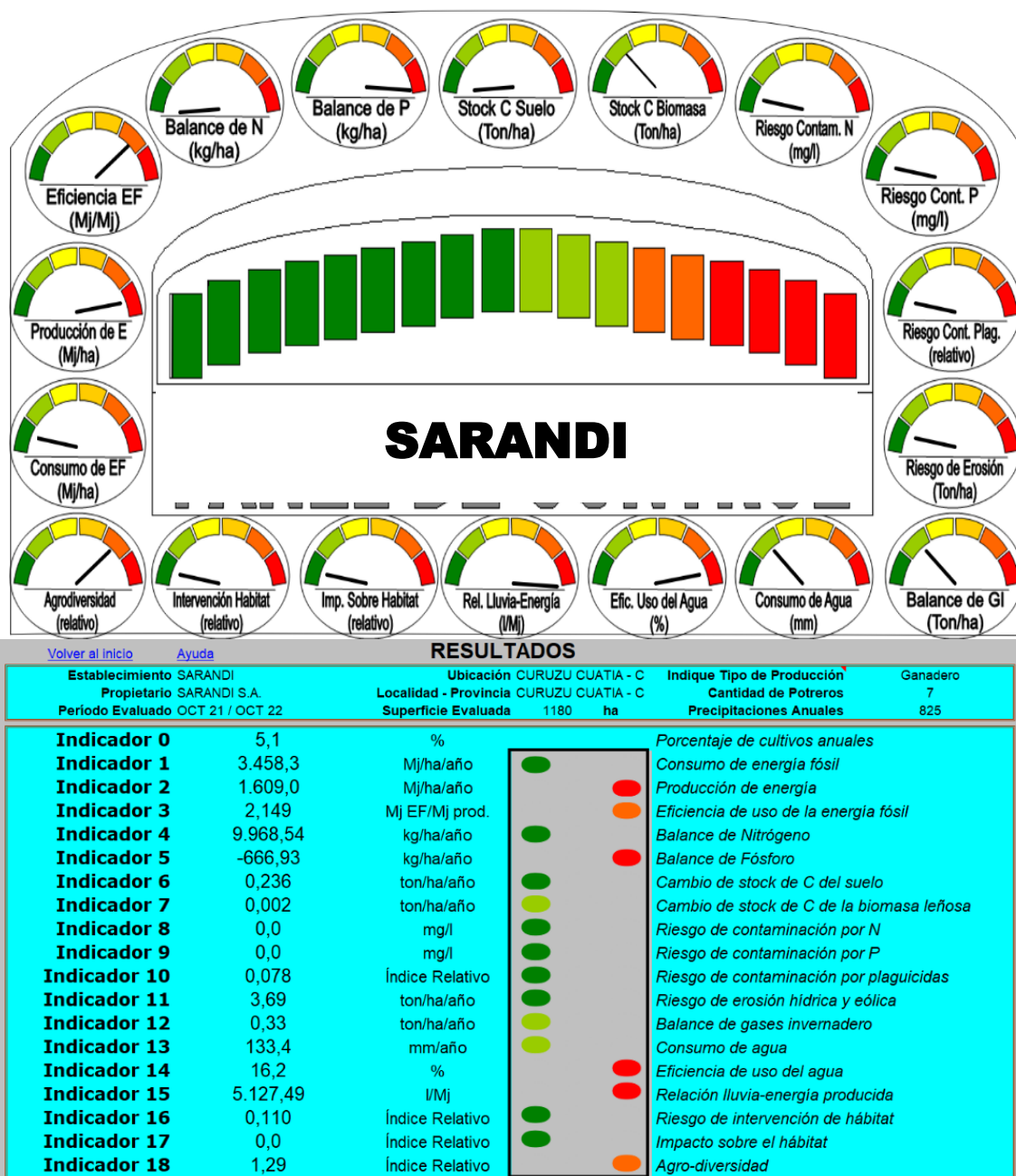


Figura 4.9.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el Establecimiento Sarandí S.A.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural aporta evidencias de que se trata de la misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.9.1).

Tabla 4.9.1. Textura de las muestras analizadas en el establecimiento Sarandí S.A.

Manejo	Profundidad	Textura
Continuo	0-10 cm	Franco arcilloso
	10-20 cm	Franco arcillo limoso
	20-30 cm	Franco arcilloso
Rotativo	0-10 cm	Franco arcilloso
	10-20 cm	Franco arcilloso
	20-30 cm	Franco arcilloso

De todas las determinaciones no hubo diferencias en la HUE (10YR). Los resultados de las determinaciones del color del suelo, color tanto en seco como en húmedo, de los sitios tratados como del testigo son iguales, aportando evidencias de que se trata de la misma serie de suelo (Tabla 4.9.2). Solamente se registraron mínimas variaciones de chroma y value, que se fueron haciendo imperceptibles con la profundidad de muestreo.

Tabla 4.9.2. Detalle del color (en seco y en húmedo) de las muestras tomadas en el establecimiento Sarandí S.A.

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10YR4/1	10YR2/1
		10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/2	10YR3/1
	Rotativo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR5/2	10YR3/1
10-20 cm	Continuo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
		10YR5/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
20-30 cm	Continuo	10YR5/1	10YR3/2
		10YR5/1	10YR3/2
		10YR4/1	10YR3/1
	Rotativo	10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1
		10YR4/1	10YR3/1

En la primera (0 a 10 cm) y segunda profundidad (10 a 20 cm) ambos sitios presentaron un color gris muy oscuro, en húmedo. Por su parte el sitio testigo en la última profundidad (20 a 30 cm) presentó un color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; y el sitio con pastoreo rotativo presentó un color gris muy oscuro en húmedo. Para color en seco, la primera profundidad (0 a 10 cm) presentó un color gris oscuro y pardo grisáceo en ambos sitios; en la segunda profundidad (10 a 20 cm) en el sitio testigo el color fue gris; y en el sitio con pastoreo rotativo el color que mostró fue gris oscuro. La última profundidad (20 a 30 cm) en el sitio testigo mostró un color gris en y en el sitio con pastoreo rotativo; presento un color gris oscuro en seco (Tabla 4.9.2).

El pH determinado en KCl indicó diferencias significativas entre el sitio tratado con mayores valores comparado con el testigo (Figura 4.9.4 C).

La densidad aparente, el pH determinado en agua y la conductividad eléctrica no presentaron diferencias significativas entre el tratamiento y el testigo en las profundidades analizadas (Figuras 4.9.4 A, B y D).

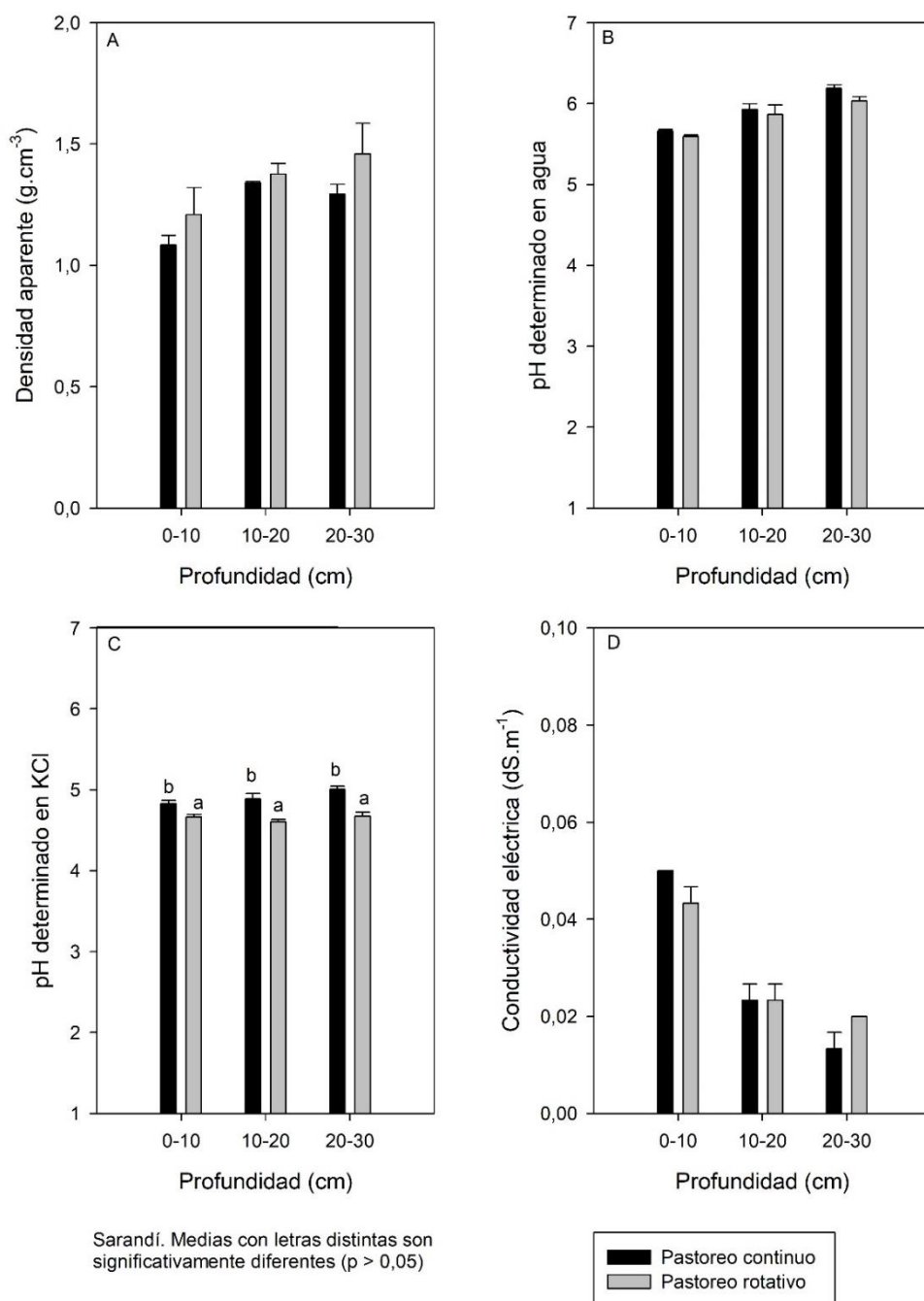


Figura 4.9.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el Establecimiento Sarandí S.A. (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Los potreros con manejo rotativo mostraron mayores valores, con diferencia significativa, en el carbono orgánico y la materia orgánica, solamente de 20 a 30 cm (figura 4.9.5 A y B). El carbono orgánico particulado, el nitrógeno particulado, el fósforo particulado, la estabilidad de agregados y la respiración no manifestaron diferencias entre sitios con manejo rotativo y el testigo (figura 4.9.5 C, D, E, F y G).

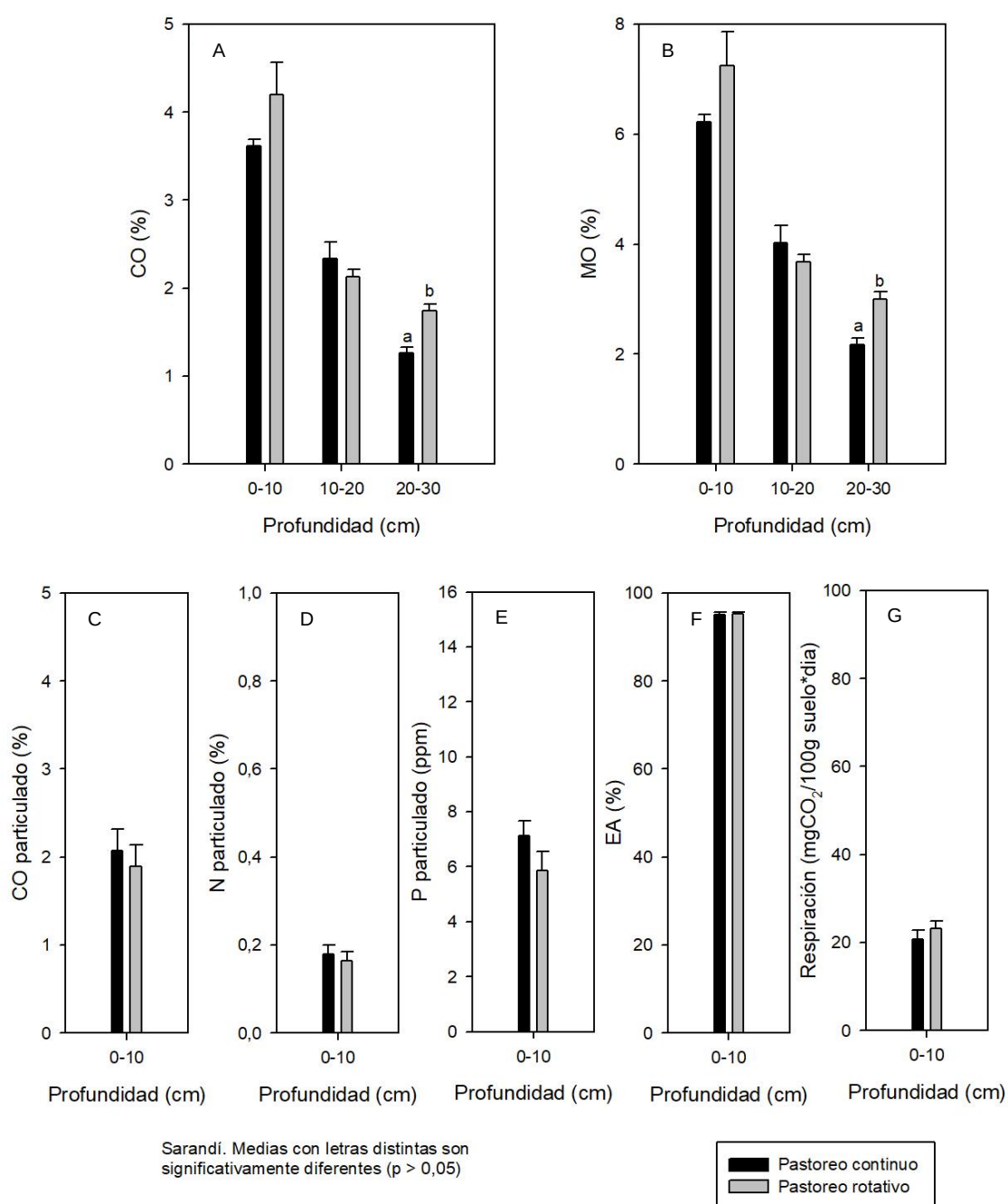


Figura 4.9.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el Establecimiento Sarandí S.A. (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Carbono orgánico (CO) (A) y materia orgánica (MO) (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

La figura 4.9.6 muestra los valores de stock de carbono en los potreros tratado y testigos analizados, no se observan diferencias estadísticas significativas.

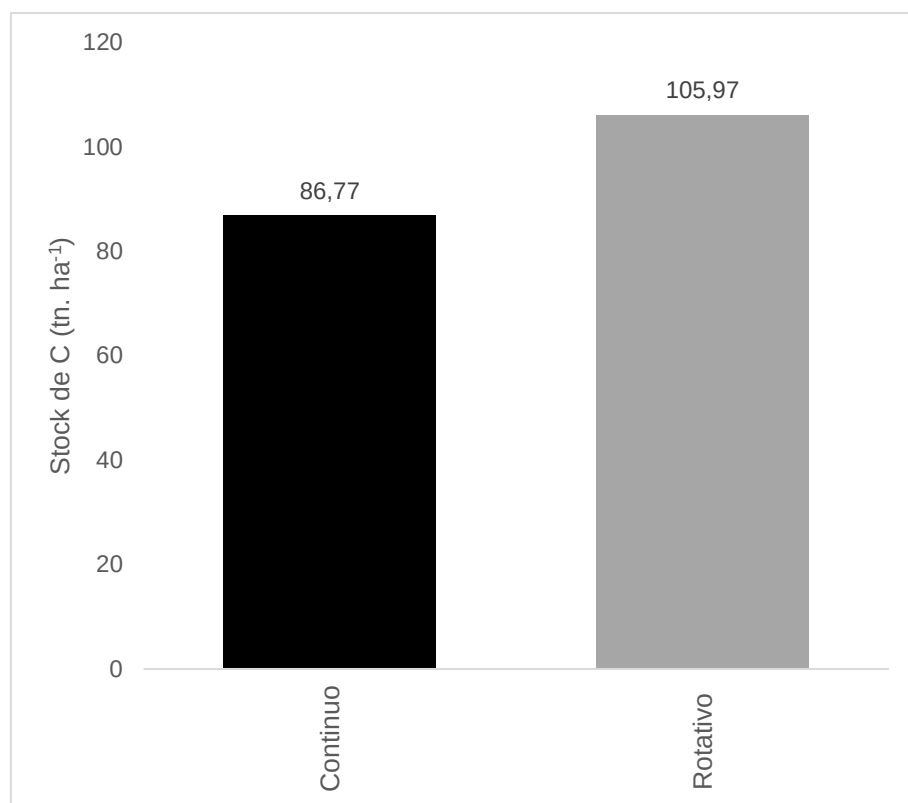


Figura 4.9.6. Comparación de resultados del stock de carbono hasta los 30 cm en muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Santa María (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo.

Se encontraron diferencias significativas en el contenido de P en el suelo a una profundidad de 10 a 20 cm siendo el testigo el de mayor concentración. Esta tendencia se mantiene en las otras profundidades, pero sin diferencias estadísticamente significativas (figura 4.9.7 A). No se encontraron diferencias significativas en las variables porcentaje de N, concentración de Ca y Mg (figura 4.9.7 B, C y D), tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos en la concentración de K y Al, la acidez y la capacidad de intercambio catiónico del suelo (figura 4.9.8 A, B, C y D).

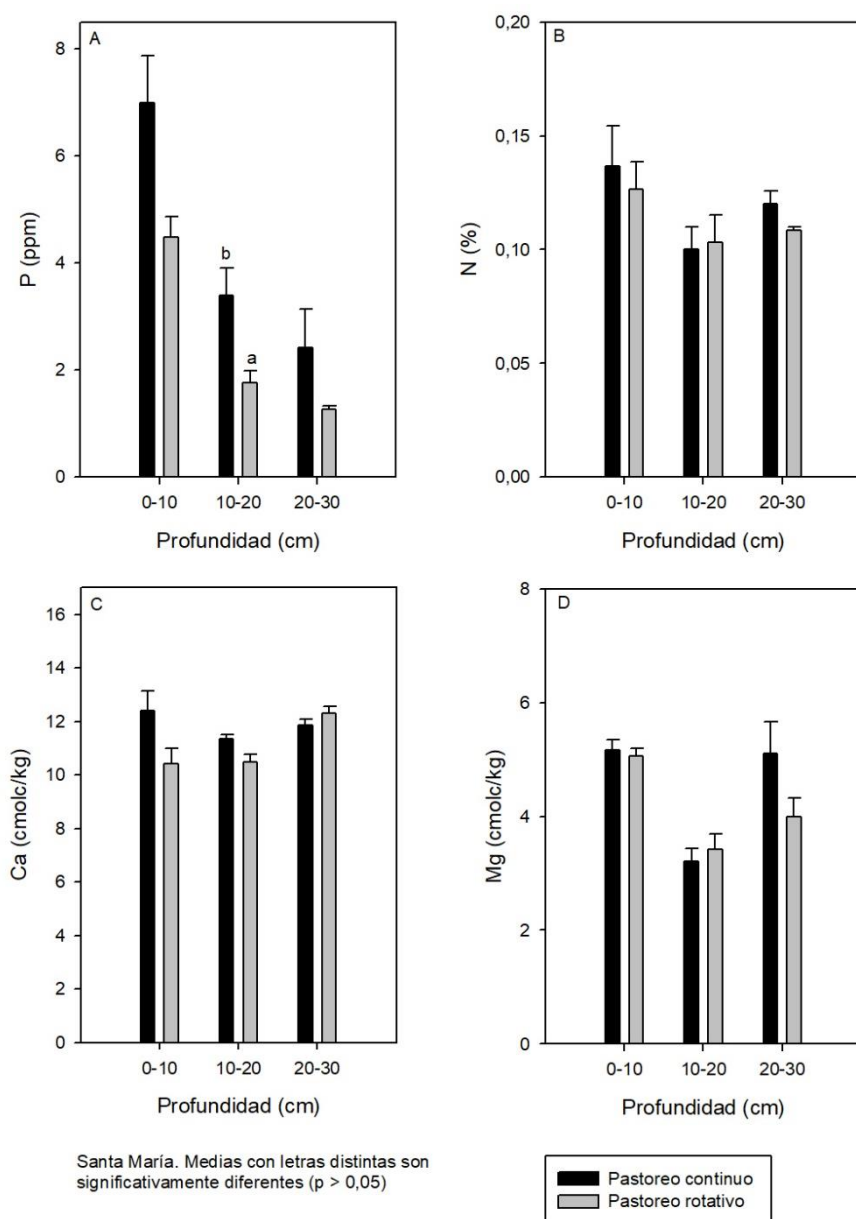


Figura 4.9.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el Establecimiento Sarandí S.A. (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

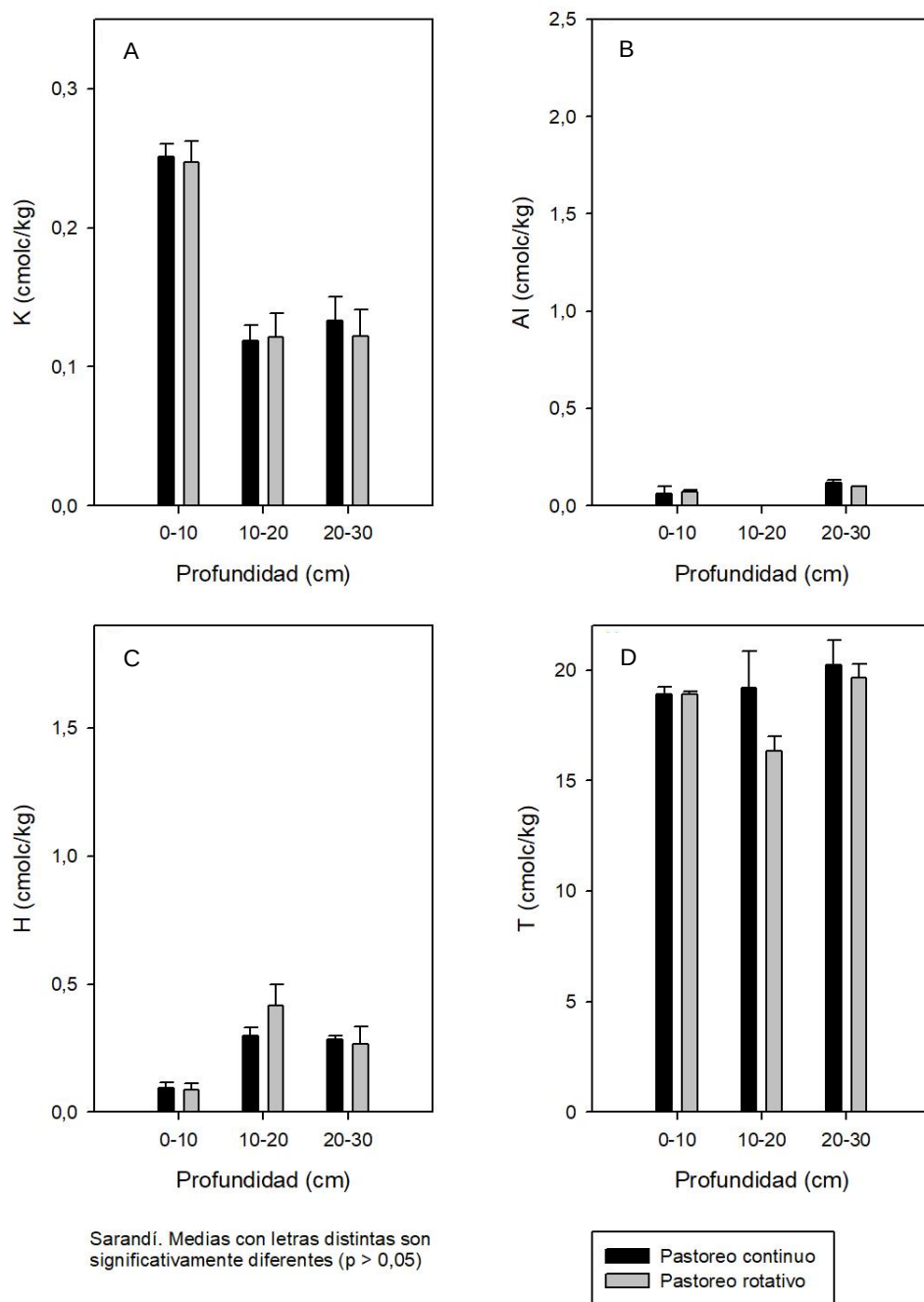


Figura 4.9.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el malezal en el Establecimiento Sarandí S.A. (Dpto. Curuzú Cuatiá), tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Acidez (H) (C) y Capacidad de Intercambio Catiónico (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

Los indicadores del componente vegetal en el sitio tratado indican que el pastizal posee poco mantillo, con baja incorporación, con relativamente buena cobertura del suelo, escasa actividad biológica y sin presencia de hormigueros (Tabla 4.9.3). Se encuentra dominado por pastos con un 42,9% de presencia sobre los otros componentes (Figura 4.9.9), de porte bajo (Figura 4.9.10), con vigor bajo a medio, y con proporción media de material muerto seco en pie. Las malezas representan alrededor del 28% de la cobertura vegetal (Figura 4.9.9).

Tabla 4.9.3. Indicadores visuales en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Sarandí S.A.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación del Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	80%
Costra biológica	no
Microfauna	poca
Descomposición de deposiciones fecales	poco
Vigor de gramíneas	bajo-medio
Especie Clave	<i>Paspalum plicatulum</i> / <i>Andropogon latelalis</i>
Hormigueros	no
% muerto/vivo	60/40
%Matas	20%
Tamaño medio	5-10 cm
Altura promedio	7,8 cm

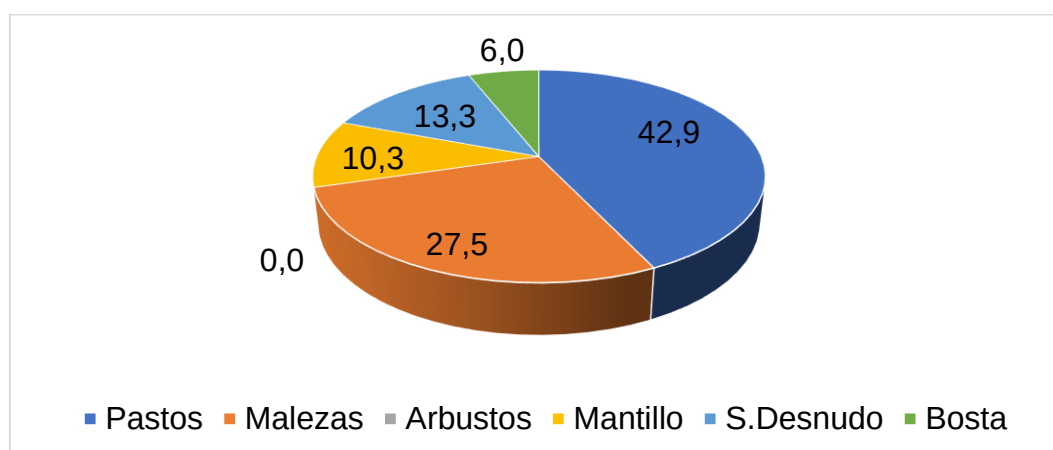


Figura 4.9.9. Distribución porcentual de la cobertura en el potrero con pastoreo rotativo Establecimiento Sarandí S.A.

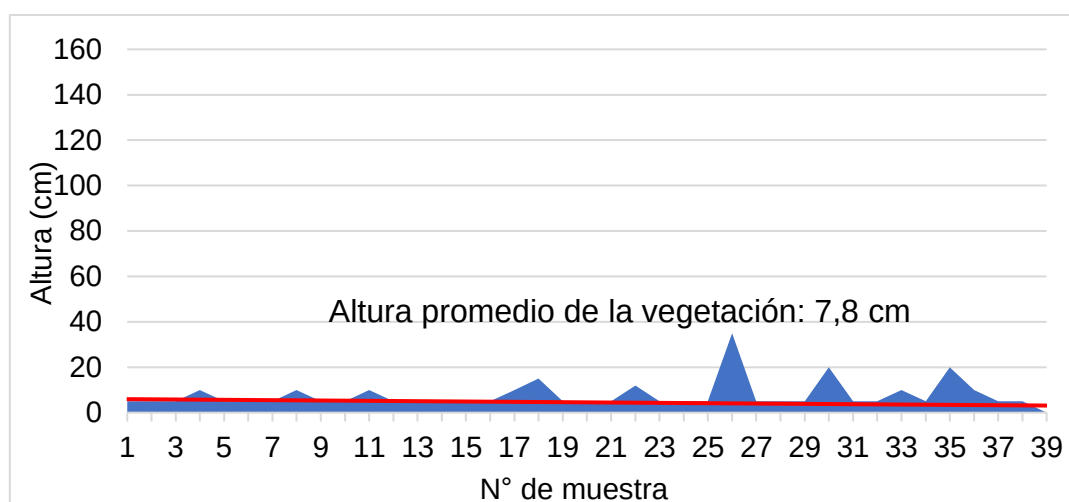


Figura 4.9.10. Altura de la vegetación en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Sarandí S.A.

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan casi el 47% de todas las especies identificadas, sin dominio claro de algún grupo funcional. El pastizal presentó relativamente alta diversidad y media alta equitatividad. No se detectaron leguminosas (Tabla 4.9.4).

Tabla 4.9.4. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de equitatividad y diversidad en el potrero con pastoreo rotativo en el Establecimiento Sarandí S.A. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	12	8 gramíneas C4 y 4 C3 o invernales
Otras	14	0 leguminosas, 3 ciperáceas y 11 de otras especies
TOTAL	26	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/diversidad	4,05	
Índice de Pielou (J)/equitatividad	0,87	

Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo (pastoreo continuo) indican que el pastizal posee poco mantillo, con baja incorporación, con buena cobertura del suelo y escasa actividad biológica (Tabla 4.9.5). Se presenta dominado por pastos (Figura 4.9.11), de porte bajo (Figura 4.9.12), con vigor bajo a medio, y con media proporción de material muerto seco en pie. Las malezas representan alrededor del 20% de la cobertura vegetal (Figura 4.9.11).

Tabla 4.9.5. Indicadores visuales en el potrero testigo en el Establecimiento Sarandí S.A.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Poco
Incorporación Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	90%
Costra biológica	no

Microfauna	poca
Descomposición de deposiciones fecales	poca
Vigor de gramíneas	bajo-medio
Especies clave	<i>Paspalum plicatulum</i> / <i>Andropogon latelalis</i>
Hormigueros	no
% muerto/vivo	60/40
% matas	20%
Diámetro medio de las matas	5-10 cm
Altura promedio	18,9 cm

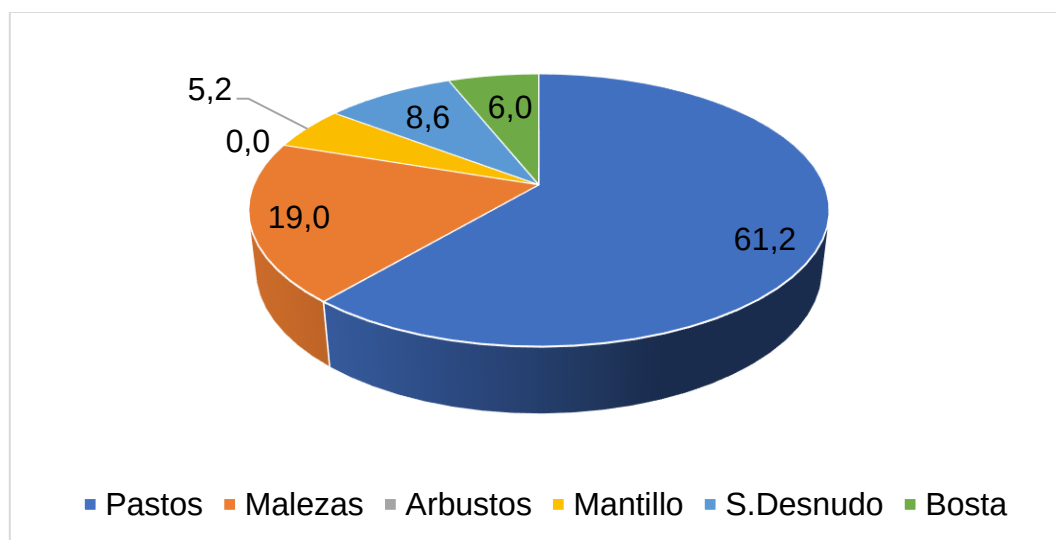


Figura 4.9.11. Distribución porcentual de la cobertura en el potrero testigo en el Establecimiento Sarandí S.A.

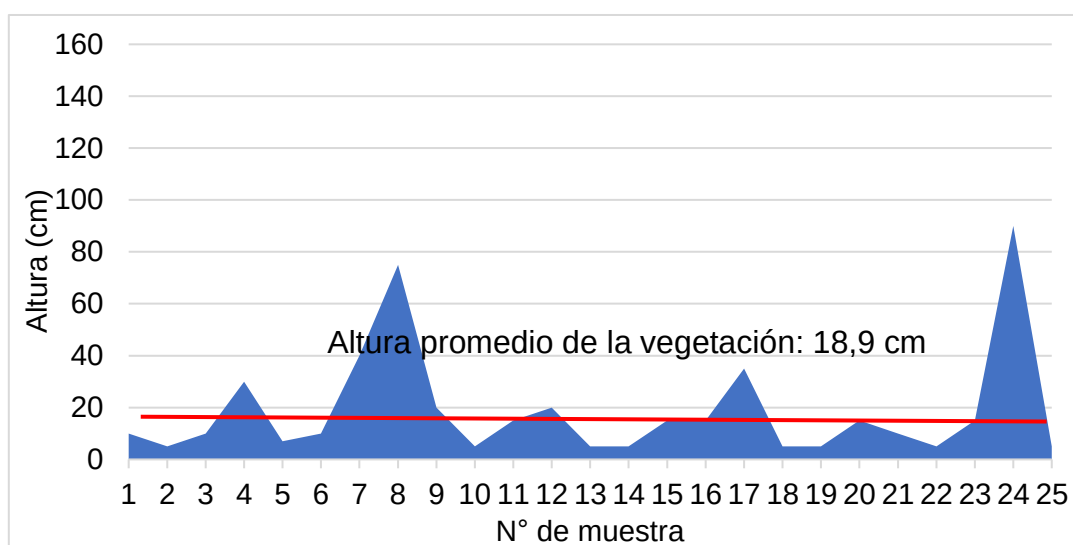


Figura 4.9.12. Altura de la vegetación en el potrero testigo en el Establecimiento Sarandí S.A.

Con respecto a la composición de especies en el testigo, se encontró que las gramíneas representan el 40% de todas las especies identificadas, con un dominio claro del grupo funcional C4. El pastizal presentó relativamente alta diversidad y media alta equitatividad. Las leguminosas estuvieron escasamente representadas (Tabla 4.9.6).

Tabla 4.9.6. Distribución de las especies identificadas e índices de equitatividad y diversidad en pastoreo continuo en Establecimiento Santa María.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	12	8 gramíneas C4 y 4 C3 o invernales
Otras	18	3 leguminosas, 3 ciperáceas y 14 de otras especies
TOTAL	30	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver (H)/diversidad	3,93	
Índice de Pielou (J)/equitatividad	0,80	

4.10. Establecimiento Tres Luceros

Localización y cartografía del establecimiento Tres Luceros

Se digitalizaron y cartografiaron los potreros del establecimiento señalándose los sitios donde se tomaron muestras de suelos y vegetación (Figuras 4.10.1 y 4.10.2)

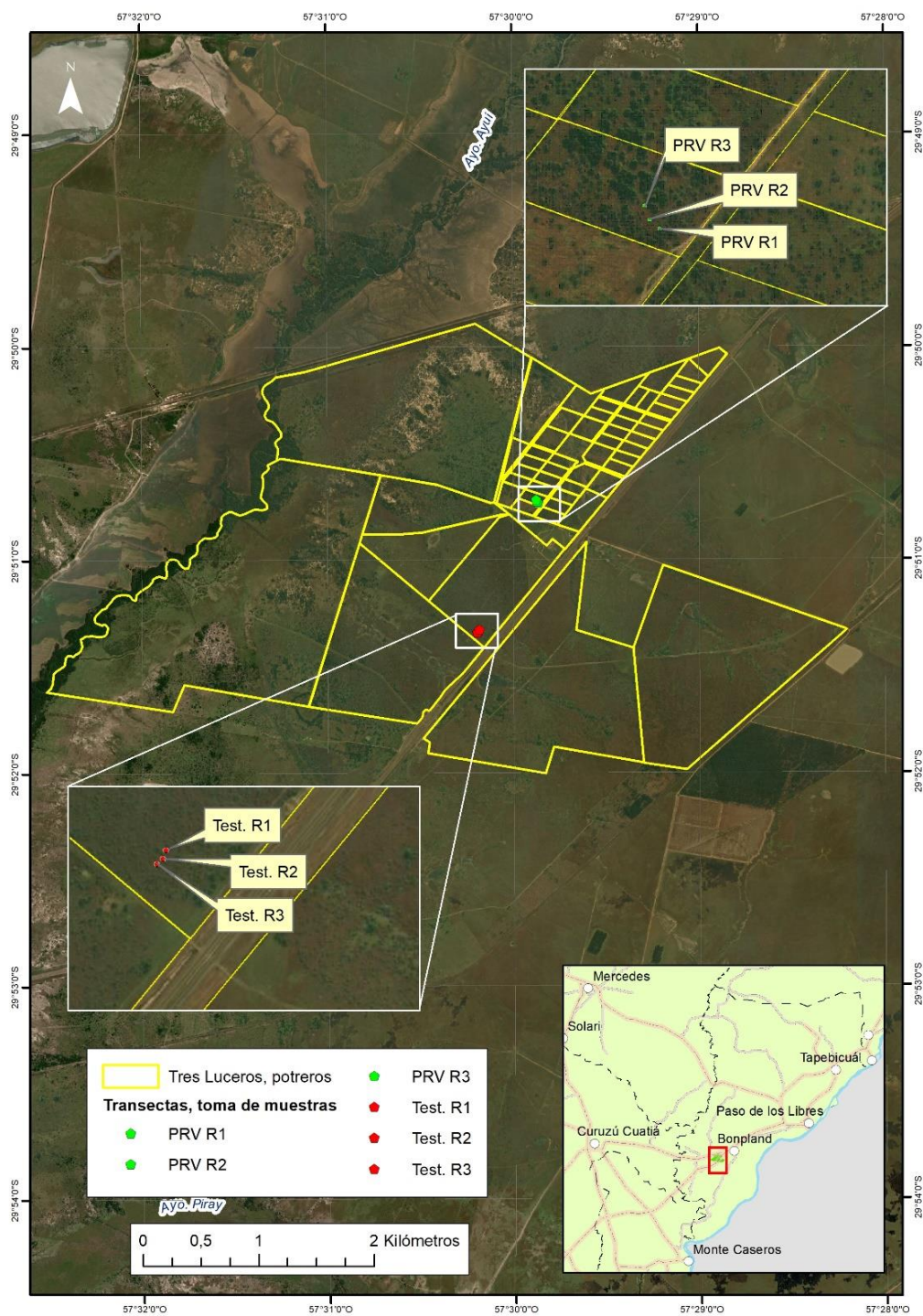


Figura 4.10.1. División de potreros en el establecimiento Tres Luceros, en el departamento Paso de los Libres, Corrientes.

Las muestras se tomaron sobre la misma serie de suelo, tanto en sitios tratados como en sitios testigo (Figura 4.10.2).

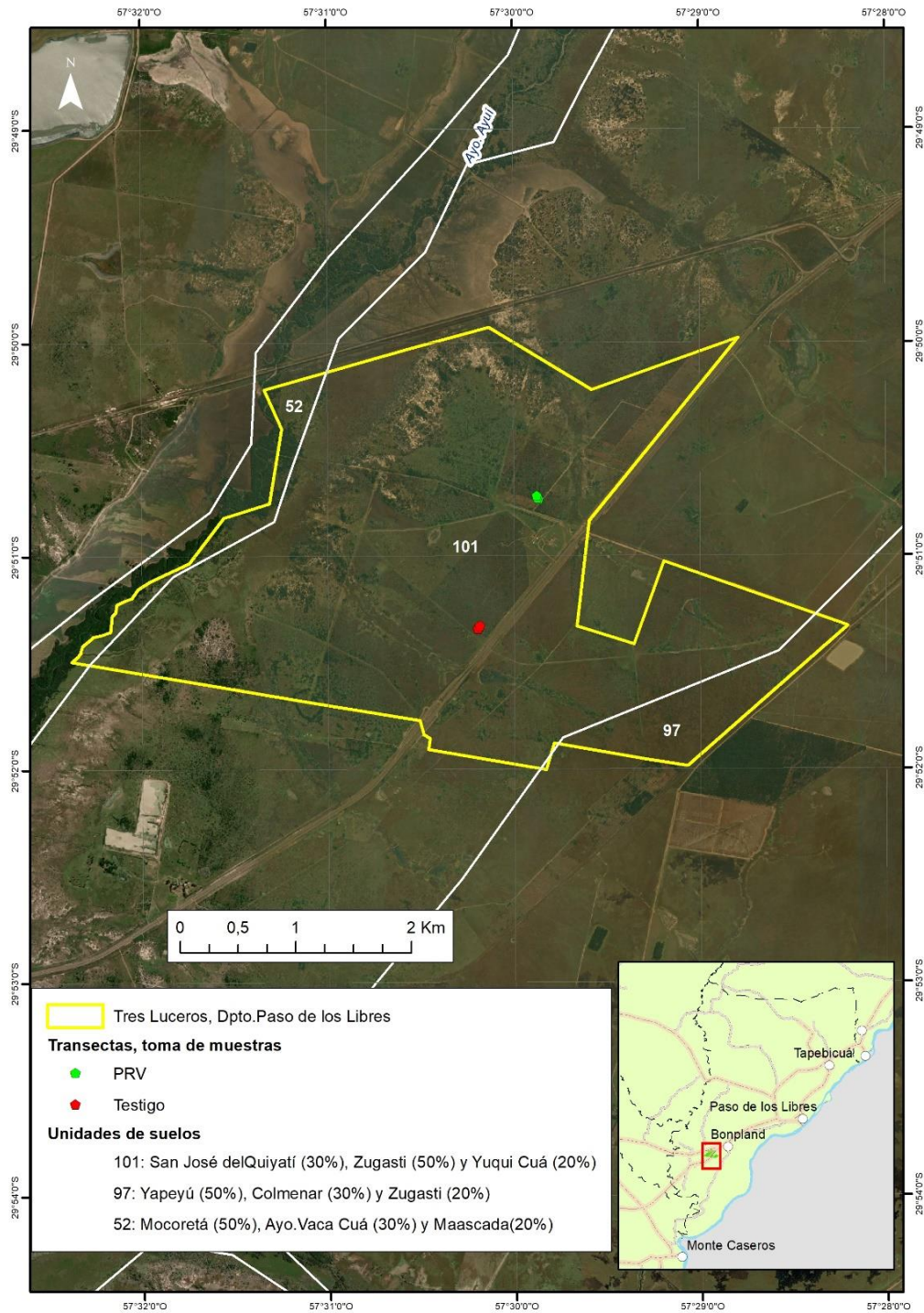


Figura 4.10.2. Suelos en el establecimiento Tres Luceros, en el departamento Paso de los Libres, Corrientes y sitios donde se tomaron las muestras.

La gestión del pastizal natural en el establecimiento Tres Luceros

El relevamiento de la gestión resume la información de contexto en general del establecimiento y sobre los potreros donde se tomaron las muestras.

Historial o antecedentes del potrero

Se inicia el pastoreo racional Voisin en mayo de 2017, cuando se comenzó con la implementación de este manejo diferencial. Desde que se inició con el manejo con pastoreo rotativo, se lo utiliza con descansos de 75 a 80 días en invierno y 45 días en época primavera-estival. Como práctica se llevó a cabo el descanso de los potreros por rotación de la hacienda y, con ello se logró una mejora del pastizal por la expresión de las diferentes especies. Según el propietario el salto es cuali y cuantitativo. La principal actividad ganadera del potrero es la cría; con una carga animal de 1,1 EV / ha. No se observó una caída en la producción del pastizal en los últimos cinco años. El potrero cuenta con descansos de alrededor de 48 días en época primavera-estival y de 75 días en el invierno. La carga instantánea del potrero es de 32 EV / ha / día en la época primavera-estival y de 25 EV / ha / día en el invierno. La densidad de módulos es de 0,38 potreros/ha (superficie/cantidad de potreros); 105 ha, con 40 potreros, todos de pastos naturales con bosque del espinal típico. Las 40 parcelas de 2,6 ha (promedio) cada una genera una carga instantánea de 10.000-13.000 kg/ha.

Indicadores de sustentabilidad. Modelo AgroEcoIndex

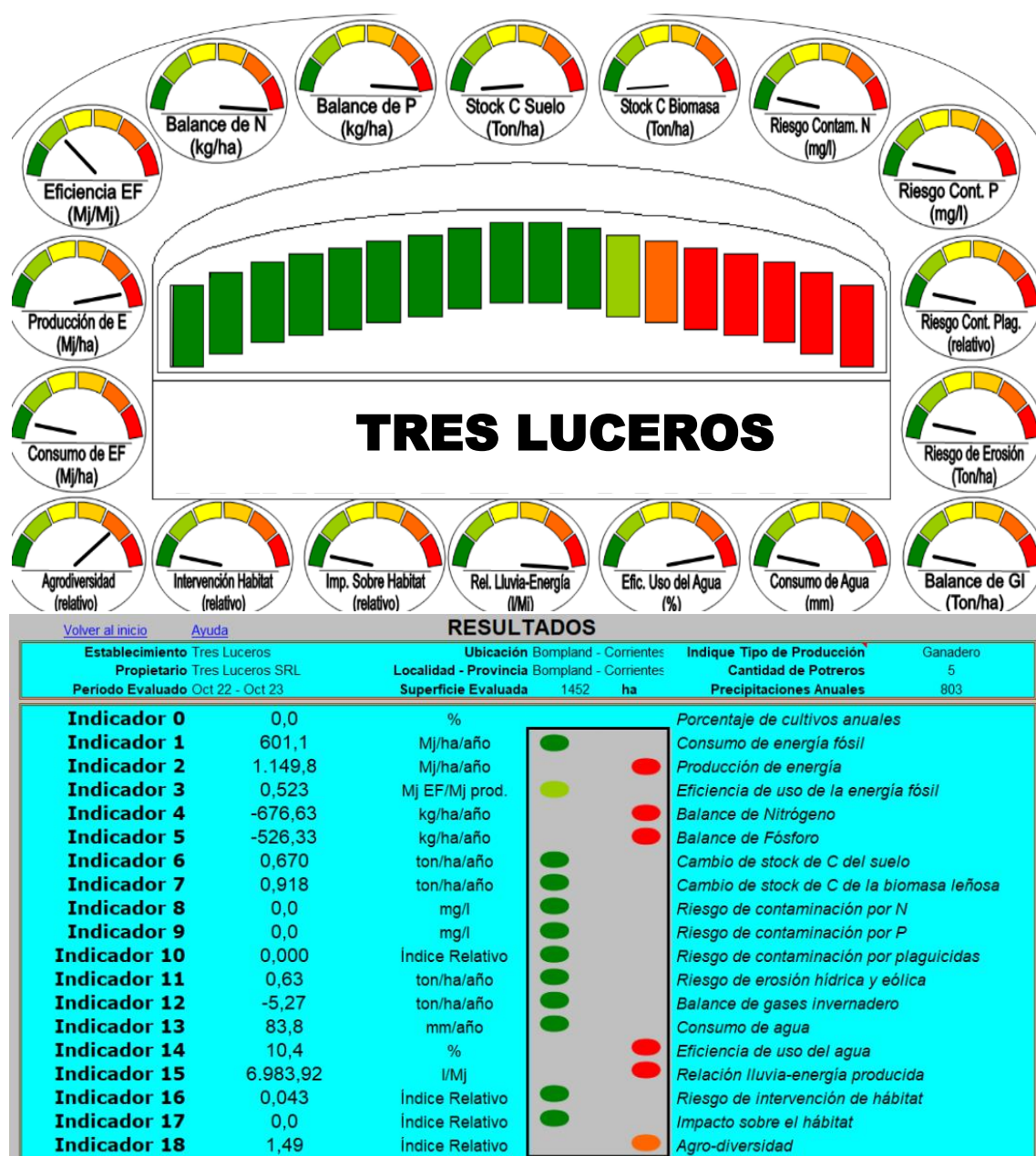


Figura 4.10.3. Visualización (arriba) y resultados (abajo) del modelo AgroEcoIndex para el establecimiento Tres Luceros.

En este establecimiento, 6 de los 19 indicadores se encuentran dentro del rango desfavorable o de remediación (Figura 4.10.3). Por su condición de campo ganadero de cría, la producción de energía es baja. Los balances de nitrógeno y de fósforo son deficitarios, básicamente debido a la baja disponibilidad de estos elementos en el suelo, escasa a nula fertilización y a la exportación de dichos elementos con la producción cuando se venden los animales. Los balances de N y P negativos tienen como consecuencia que no existan riesgos asociados de contaminación por estos nutrientes. Con relación a la eficiencia del uso del agua, es ineficiente, ya que el consumo de agua representa sólo un 10% de la lluvia

recibida. La relación entre las precipitaciones y la energía producida indica baja eficiencia en la producción de energía de este sistema ganadero con relación a los litros de precipitaciones por cada Mj producido (por lo general la ganadería extensiva es menos eficiente a la de los agrícolas). Por último, el mal comportamiento de la agro-diversidad es debido a la baja diversificación productiva ya que asume que, a mayor diversidad de usos, aumenta la estabilidad del sistema ante diversas condiciones ambientales y económicas.

Indicadores de sustentabilidad. Suelos

El análisis textural de las muestras de suelos aporta evidencias de que se trata de una misma serie de suelo, tanto en los sitios tratados como en el testigo (Tabla 4.10.1).

Las determinaciones indicaron que no hay diferencias en la HUE (10YR). En el mismo sentido, tanto en seco como en húmedo, las muestras de los sitios tratados como del testigo son similares aportando evidencias de que se trata de la misma serie de suelo (Tabla 4.10.2).

Tabla 4.10.1. Textura de las muestras analizadas en el establecimiento Tres Luceros.

Manejo	Profundidad	Textura
Continuo	0-10 cm	Franco arenoso
	10-20 cm	Franco arenoso
	20-30 cm	Franco arcillo Arenoso
Racional/Voisin	0-10 cm	Franco arenoso
	10-20 cm	Franco arenoso
	20-30 cm	Franco arcillo Arenoso

Podemos observar en la Tabla 4.10.2 que, el color tomado en húmedo en la primera profundidad (0 a 10 cm), en ambos sitios presentaron un color pardo grisáceo muy oscuro; mientras que para la segunda profundidad (10 a 20 cm) fue pardo grisáceo muy oscuro y pardo grisáceo oscuro en ambos sitios. En la última profundidad (20 a 30 cm) el sitio testigo, presentó un color pardo grisáceo oscuro en húmedo; y el sitio con manejo racional Voisin mostró un color pardo grisáceo muy oscuro.

El color tomado en seco en el sitio testigo fue gris parduzco claro en la primera profundidad; en el sitio con manejo racional Voisin mostró un color en seco pardo grisáceo y gris parduzco claro. Las muestras de segunda profundidad (10 a 20 cm) mostraron un color gris parduzco claro en el sitio testigo; y pardo grisáceo y gris parduzco claro en las muestras del sitio manejo racional. Por último, en la profundidad de 20 a 30 cm, en el sitio testigo se detectó un color gris parduzco claro en seco, y el sitio con manejo racional Voisin mostró un color pardo grisáceo, en seco.

Tabla 4.10.2. Detalle del color (en seco y en húmedo) de las muestras tomadas en el establecimiento Tres Luceros.

Profundidad	Manejo del Pastoreo	Color en seco	Color en húmedo
0-10 cm	Continuo	10YR6/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/2

		10YR6/2	10YR3/2
Racional/Voisin		10YR2/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
10-20 cm	Continuo	10YR6/2	10YR4/2
		10YR6/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/2
	Racional/Voisin	10YR5/2	10YR3/2
		10YR6/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2
20-30 cm	Continuo	10YR6/2	10YR4/2
		10YR6/2	10YR4/2
		10YR6/2	10YR4/2
	Racional/Voisin	10YR5/2	10YR4/2
		10YR5/2	10YR3/2
		10YR5/2	10YR3/2

En cuanto a la densidad aparente superficial en el sitio tratado fue más baja que en el testigo (Figura 4.10.4 A). El pH (en agua) fue menor en el sitio tratado respecto al testigo entre los 10 a 20 cm (Figura 4.10.4 B). El pH (en KCl) muestra diferencias significativas hasta los 20 cm (Figura 4.10.4 C). La CE no presentó diferencias significativas entre tratamientos en las profundidades analizadas (Figura 4.10.4 D). El resto de las variables analizadas no presentó diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas.

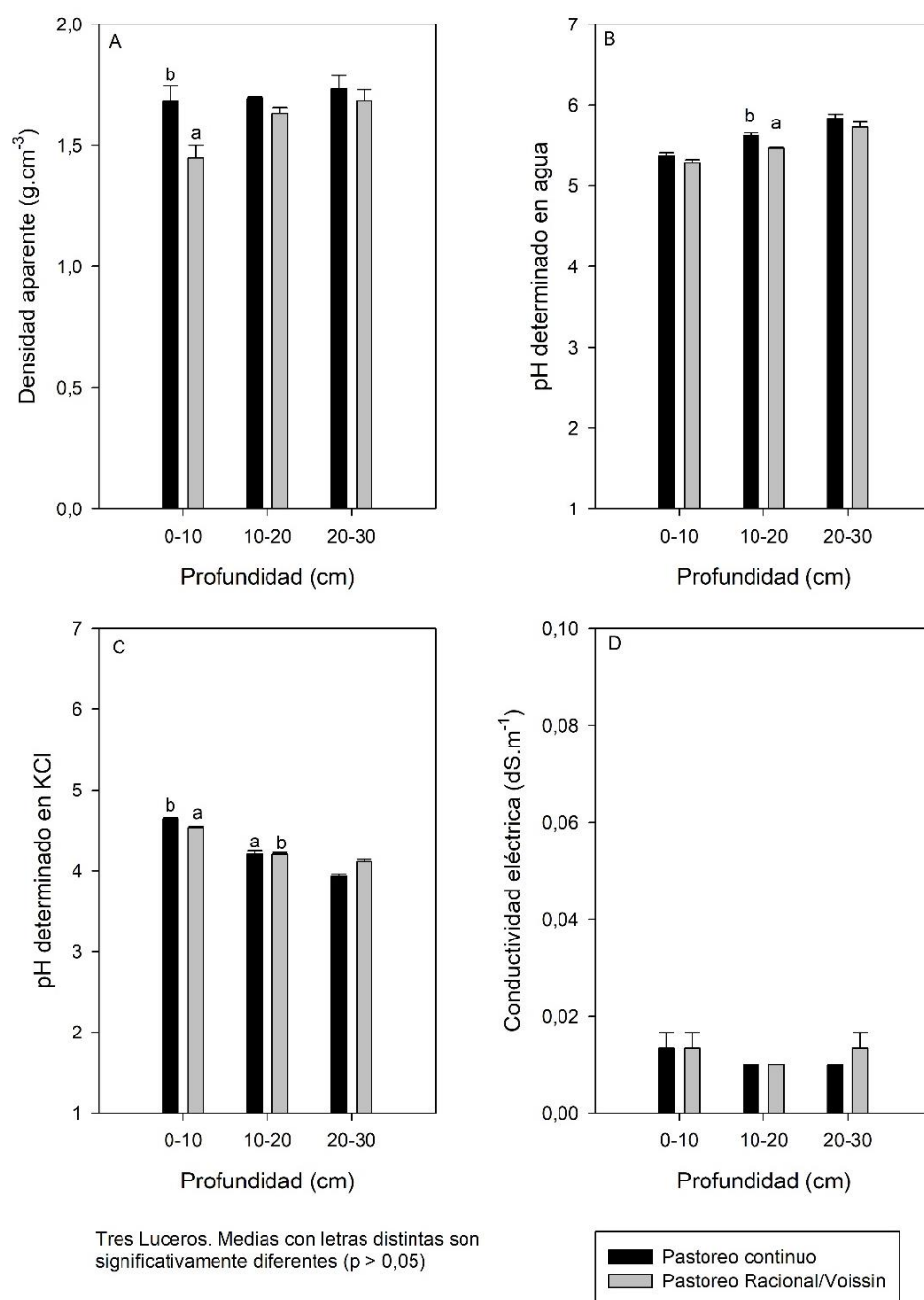


Figura 4.10.4. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Tres Luceros, tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, densidad aparente (A), pH en agua (B), pH en KCl (C) y conductividad eléctrica (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Se puede observar que el CO del sitio bajo tratamiento fue significativamente mayor que el testigo en los primeros 10 cm (Figura 4.10.5 A), al igual que la MO (Figura 4.10.5 B). El P particulado fue menor en el sitio tratado que en el testigo hasta los 10 cm (Figura 4.10.5 E). El resto de las variables

analizadas no presentó diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.10.5 C-D-F-G).

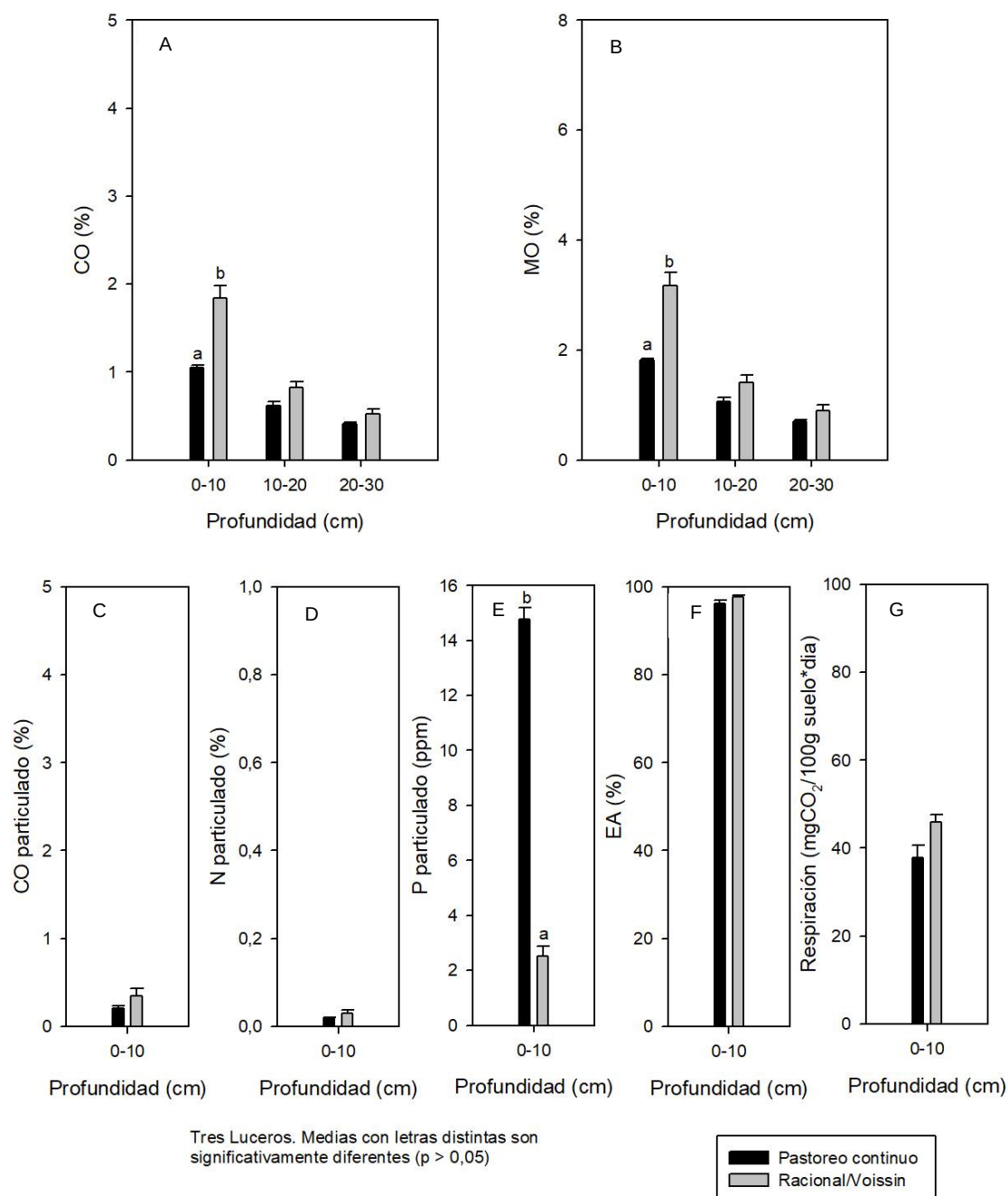


Figura 4.10.5. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Tres Luceros, tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, (CO) Carbono orgánico (A) y (MO) materia orgánica (B), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente; las variables CO particulado (C), Nitrógeno (N) particulado (D), Fósforo (P) particulado (E), Estabilidad de agregados (EA) (F) y Respiración (G), en la profundidad de 0 a 10 cm. Las barras representan el error estándar.

Los valores de stock de carbono (C) del suelo hasta los 30 cm de profundidad presentan diferencias significativas entre tratamientos. Se aprecia que el tratamiento con manejo racional Voisin presenta un valor de stock de C mayor que el sitio testigo con pastoreo continuo (Figura 4.10.6).

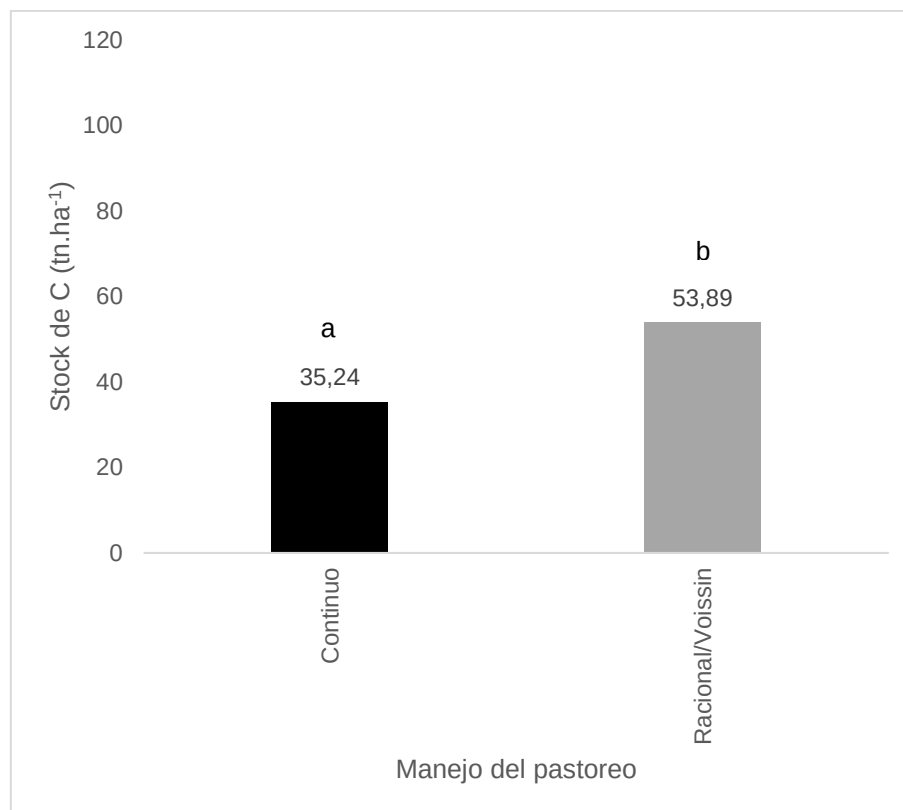


Figura 4.10.6. Stock de carbono del suelo (tn.ha⁻¹) hasta los 30 cm de profundidad en el establecimiento Tres Luceros.

Los contenidos de P, N y Mg fueron significativamente mayores en el sitio tratado que en el sitio testigo en los primeros 10 cm (Figuras 4.10.6 A-B-D). Por otro lado, el contenido de Ca, fue significativamente mayor en el sitio tratado comparado con el testigo en todas las profundidades analizadas (Figura 4.10.7 C).

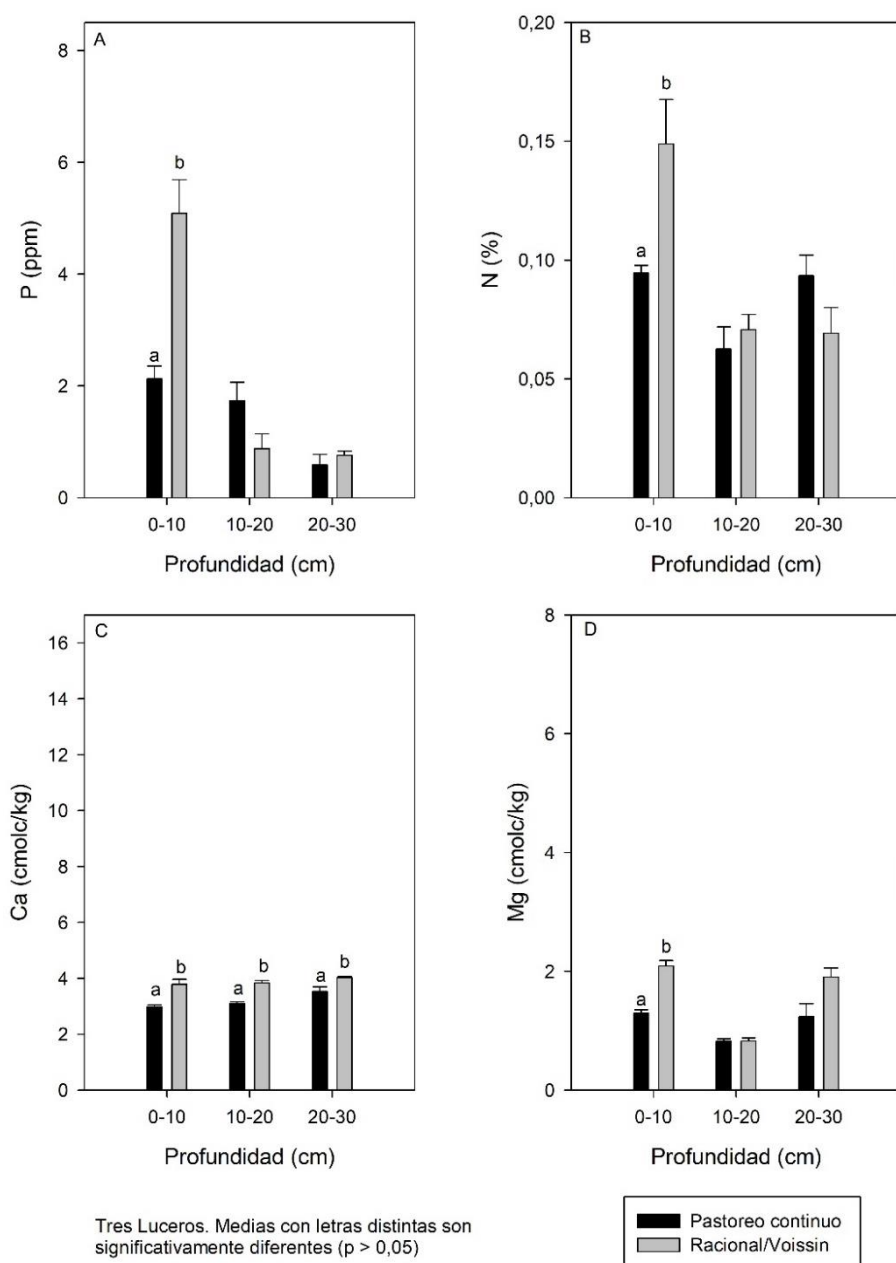


Figura 4.10.7. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el establecimiento Tres Luceros, tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Fósforo (P) (A), Nitrógeno (N) (B), Calcio (Ca) (C) y Magnesio (Mg) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

La capacidad de intercambio catiónico (T) del sitio tratado presentó valores más altos de 0 a 10 y de 10 a 20 cm de profundidad respecto al testigo (Figura 4.10.8 D). El resto de las variables analizadas no presentaron diferencias significativas según tratamientos en las profundidades analizadas (Figuras 4.10.8 A-B-C).

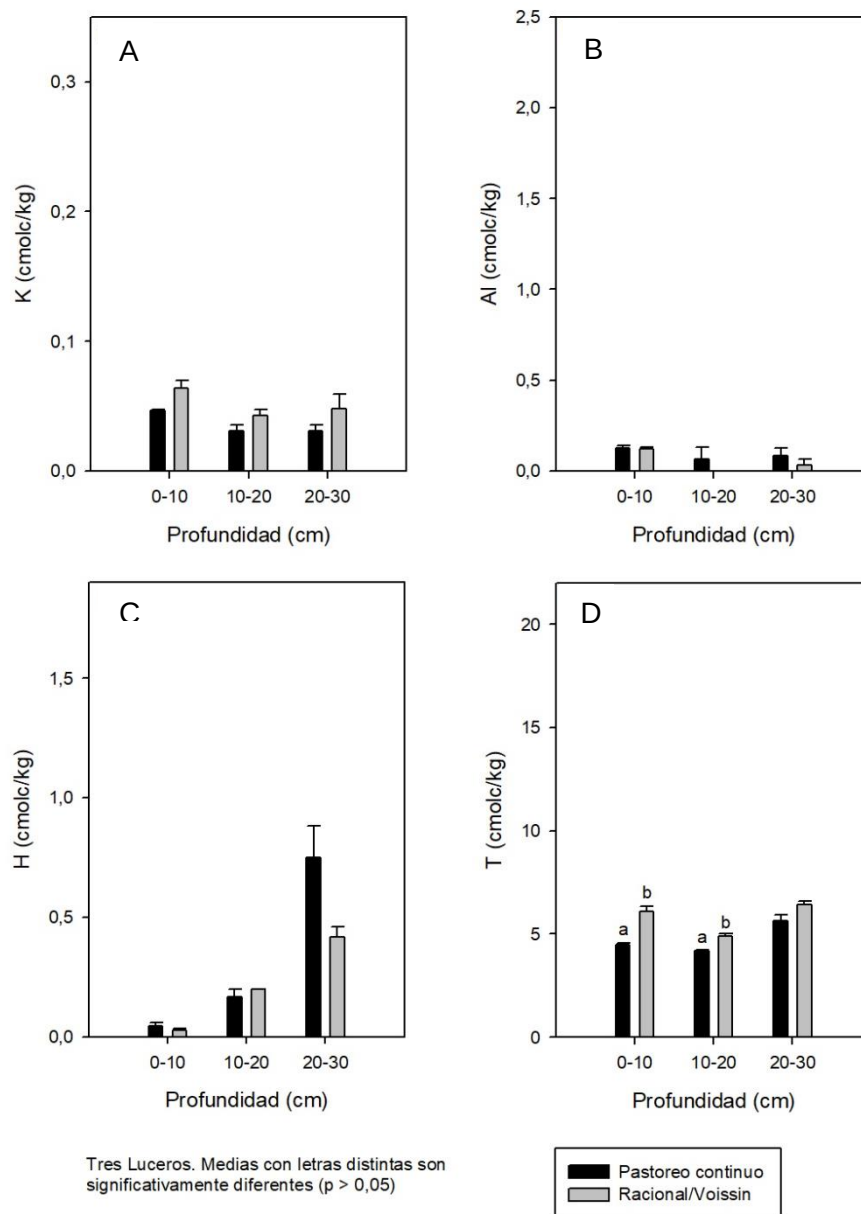


Figura 4.10.8. Comparación de resultados de muestras de suelo tomadas en el Establecimiento Tres Luceros, tratamiento y testigo. Las columnas representan las variables analizadas, Potasio (K) (A), Aluminio (Al) (B), Acidez (H) (C) y Capacidad de Intercambio catiónico (T) (D), en las tres profundidades, de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 30 cm respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Indicadores de sustentabilidad. Componente vegetal

El pastizal evaluado en pastoreo racional Voisin y en el testigo presentaron una condición excelente, reflejada en su cobertura y vigor de especies, el avance de arbustos (mayor al 40% de sombra) podría ser una limitante para el crecimiento del pastizal, sin embargo, también consideramos importante la presencia de estos para proveer sombra, abrigo y otros beneficios relacionados con servicios ecosistémicos como captura de carbono y otros nutrientes. La relación entre especies cespitosas formadoras de matas versus las no formadoras de matas y más preferidas por el ganado se considera adecuada (menos de 40% de especies formadoras de matas). La producción de pasto varía entre 4.000 a 8.000 kg de materia seca / ha / año y la producción animal de 70 a 150 kg / cab / año y por área o productividad (kg de carne / ha / año) que serán resultado del adecuado tiempo de estadía por parcela y retorno a la misma según la época del año y el potencial de crecimiento condicionado por la humedad del suelo.

La infraestructura está en perfectas condiciones para lograr un manejo del ganado (tamaño de las parcelas y agua en cada parcela).

Los indicadores del componente vegetal en el sitio con pastoreo racional Voisin señalan que el pastizal posee baja cantidad de mantillo con escasa incorporación, una buena cobertura del suelo, poca actividad biológica y nula presencia de hormigueros (Tabla 4.10.3). Se presenta conformado por un 65% de pastos (Figura 4.10.9) con presencia de matas, de porte bajo (Figura 4.10.10), con vigor medio y escasa proporción de material muerto seco en pie. Las malezas representan cerca del 20% de la cobertura vegetal.

Tabla 4.10.3. Indicadores visuales en pastoreo con manejo racional Voisin, en el establecimiento Tres Luceros.

Indicador	
Cantidad de Mantillo	Bajo
Incorporación Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	90%
Costra biológica	No
Microfauna	Poca
Descomposición de deposiciones fecales	Poco descompuesta
Vigor de gramíneas	Medio
Especie Clave	<i>Paspalum plicatulum</i>
Hormigueros	No
% muerto/vivo	30/70%
% matas	50%
Diámetro promedio de las matas	50-30 cm
Altura promedio	25,7 cm

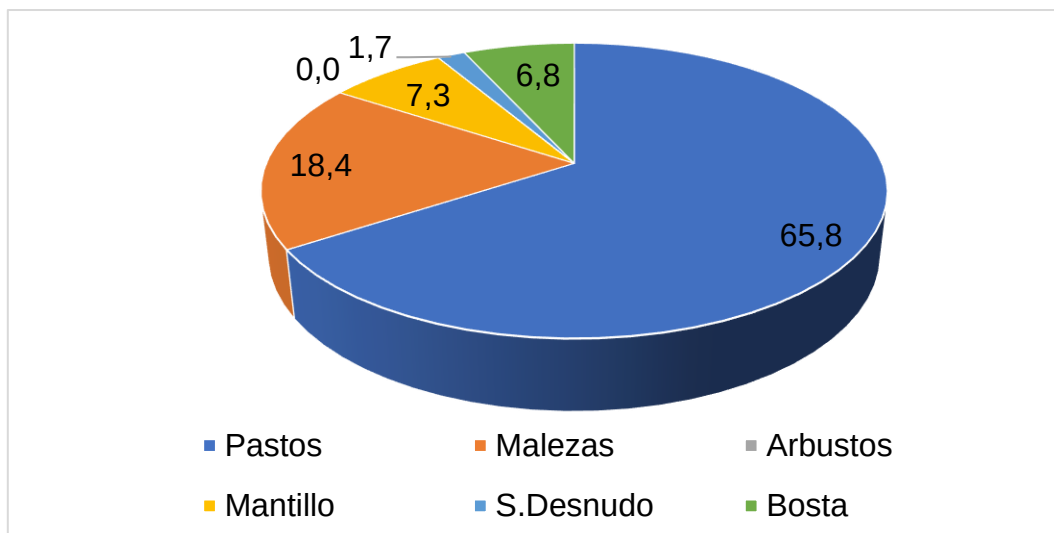


Figura 4.10.9. Distribución porcentual de la cobertura aérea en pastoreo con manejo racional Voisin, en el establecimiento Tres Luceros.

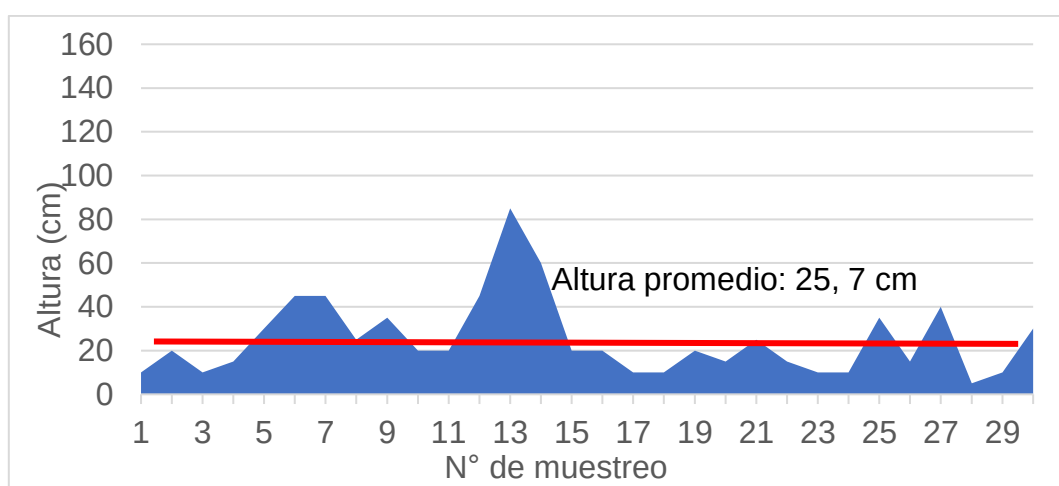


Figura 4.10.10. Altura de la vegetación en pastoreo con manejo racional Voisin, en el establecimiento Tres Luceros.

Con respecto a la composición de especies en el sitio tratado, se encontró que las gramíneas representan casi el 50% de todas las especies identificadas, con predominio del grupo C4. El pastizal presentó relativamente alta diversidad y media alta equitatividad. Las leguminosas se encuentran representadas por una especie, siendo las restantes de otras familias botánicas (Tabla 4.10.4).

Tabla 4.10.4. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero con manejo racional Voisin en el establecimiento Tres Luceros. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Familia y grupo funcional
Pastos	15	(10 gramíneas C4 - 5 C3 o invernales)
Otras	17	(1 leguminosas, 2 ciperáceas y 14 de otras familias)
TOTAL	32	Especies identificadas

Índice de Shannon-Weaver (H)/Diversidad 4,04

Índice de Pielou (J)/Equitatividad 0,81

Los indicadores del componente vegetal en el sitio testigo indican que el pastizal posee poco mantillo, con baja incorporación, buena cobertura del suelo y escasa actividad biológica (Tabla 4.10.5). Se presenta dominado por pastos en un 84% (Figura 4.10.11) con un 30% de matas, de porte bajo (Figura 4.10.12), con vigor medio y con escasa proporción de material muerto seco en pie. Las malezas representan alrededor del 10% de la cobertura vegetal (Figura 4.10.11).

Tabla 4.10.5. Indicadores visuales en el sitio testigo en el establecimiento Tres Luceros.

Indicadores	
Cantidad de Mantillo	Bajo
Incorporación del Mantillo	Bajo
Cobertura Vegetal	90%
Costra biológica	No
Microfauna	Poco
Descomposición de deposiciones fecales	Medianamente descompuesta
Vigor de gramíneas	Medio
Especies Claves	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>Paspalum notatum</i> y <i>P. plicatulum</i>
Hormigueros	No
% muerto/vivo	25/75%
% matas	30%
Diámetro promedio de las matas	40 cm
Altura promedio	20,8 cm

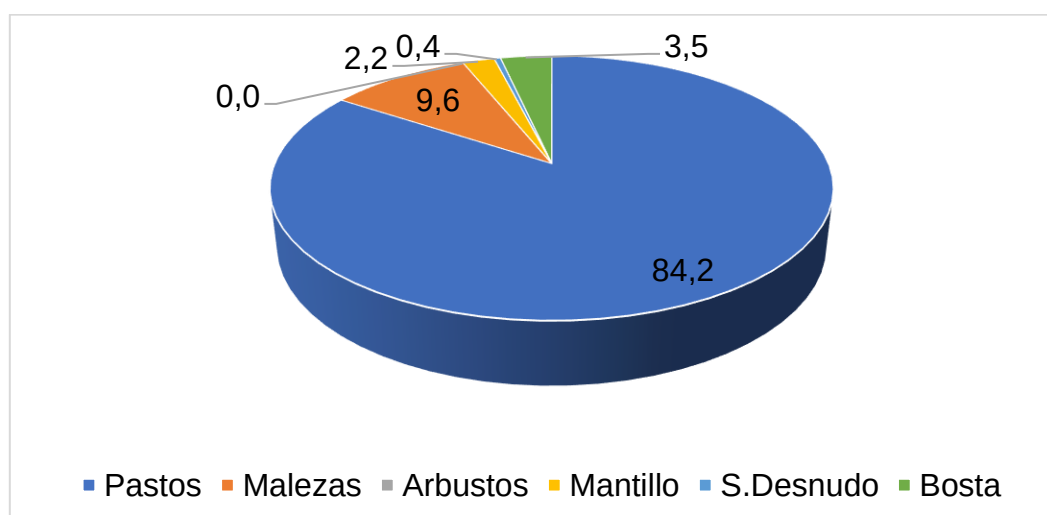


Figura 4.10.11. Distribución porcentual de la cobertura aérea en el sitio testigo en el Establecimiento Tres Luceros.

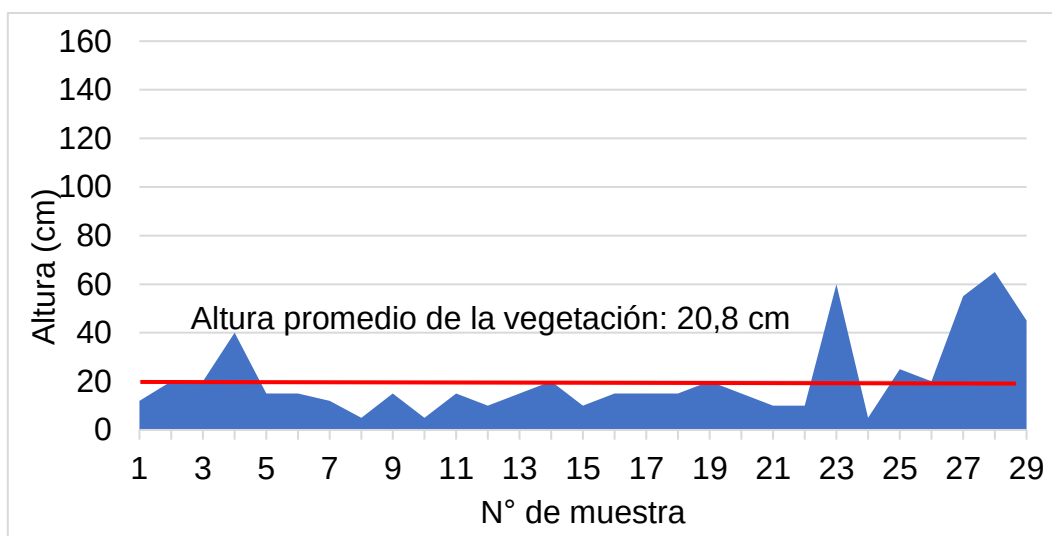


Figura 4.10.12. Altura de la vegetación en el sitio testigo en el establecimiento Tres Luceros.

Con respecto a la composición de especies en el sitio testigo, se encontró que las gramíneas representan casi 70% de todas las especies identificadas, con predominio del grupo C4. El pastizal presentó media alta diversidad y media equitatividad. Las leguminosas estuvieron escasamente representadas (Tabla 4.10.6).

Tabla 4.10.6. Tipo y número de especies, familias identificadas e índices de diversidad y equitatividad en el potrero testigo en el establecimiento Tres Luceros. Los pastos se diferenciaron por grupo funcional, en C4 o C3.

Tipo/índice	Valor/número	Características
Pastos	18	11 gramíneas C4 y 7 C3 o invernales
Otras	8	2 leguminosas, 1 ciperáceas y 5 de otras familias
TOTAL	26	Especies identificadas
Índice de Shannon-Weaver/diversidad	3,18	
Índice de Pielou (J)/equitatividad	0,66	

5. CONSIDERACIONES FINALES

Exploramos sistemas de manejo alternativos del pastizal que emplean diferentes enfoques conceptuales (Voisin, holístico y racional), pero que todos coinciden en la rotación y descanso del pastizal natural. Estos sistemas se analizaron en distintos ambientes, tipos de suelos e historias de gestión del pastizal. Aunque cada uno fue analizado por separado, en comparación con un sitio de control, no se compararon los sistemas entre sí, ya que esto podría conducir a sesgos de interpretación por las diferencias planteadas. Sin embargo, algunas consideraciones generales son importantes para resumir este estudio.

El modelado de 19 indicadores de sostenibilidad reveló que la mayoría de los establecimientos se encuentran dentro del rango considerado favorable para la sustentabilidad. Los pocos indicadores que muestran condiciones desfavorables o que necesitan mejoras están relacionados con la baja producción de energía (si se compara con sistemas agrícolas), el déficit en el balance de fósforo, por las condiciones inherentes de los suelos (aunque los resultados reales demostraron que a veces incluso se incrementa la disponibilidad de dicho elemento), la ineficiencia en el uso del agua y la escasa diversidad agrícola. Este último punto asume que, a mayor diversidad de usos, mayor estabilidad en el sistema, de escasa aplicación aquí, dado que se trata de sistemas ganaderos.

Paralelamente, la caracterización y evaluación de los pastizales naturales evaluados en los 10 establecimientos ganaderos aquí considerados, donde se han implementado cambios en la gestión orientados a la conservación y uso sostenible, nos muestra que estos pastizales están mayormente compuestos por pastos, poseen una riqueza y diversidad equilibrada de especies vegetales. Es oportuno señalar que, a pesar de la escasez de precipitaciones en los últimos 3 años, en general se observó una buena disponibilidad de forraje en los sitios tratados, lo que demuestra la estabilidad, resiliencia y productividad en cada sitio evaluado, son todos indicios de la sustentabilidad del sistema aplicado.

Sin embargo, luego de haber determinado el buen estado del pastizal, considerar el impacto del cambio de manejo en los suelos y resumir los resultados es complejo, ya que la gestión diferente todavía no ha generado un efecto positivo generalizado y significativo en los indicadores de suelo analizados. Pero tampoco ocurrió lo contrario, es decir, no se notaron cambios negativos generalizados que podrían hacer suponer que esta intensificación con más eficiencia y aprovechamiento del pasto de calidad podría suponer. No obstante, en 6 de los establecimientos si se notó una tendencia al aumento en el stock de carbono orgánico en el suelo, siendo significativo en 3 de ellos. Este impacto positivo en los incrementos de carbono se produjo principalmente en los

suelos menos fértiles o frágiles y en menor medida en áreas donde el cambio en el sistema de gestión fue reciente.

Hemos cumplido con el propósito de este estudio, que buscó por un lado contribuir con información para la creación de políticas públicas destinadas a conservar los suelos y mejorar la producción ganadera en Corrientes. Por otro lado, en este análisis, también hemos recopilado información básica detallada y completa para tratar de entender si el cambio en la gestión del pastizal, a través del ganado, produce efectos y de que magnitud son dichos efectos, comparados a un manejo tradicional de pastoreo continuo.

Sabemos que se ha avanzado mucho en el conocimiento, pero también sabemos que se puede avanzar aún más y estudiar otros sistemas, o repetir este estudio en el futuro, sobre todo en condiciones menos extremas como las que hemos pasado en la provincia de Corrientes en los últimos años, debido a las escasas precipitaciones y que pueden haber influido en alguna medida en este trabajo. Sin embargo, es un trabajo que sienta bases para futuros monitoreos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Byrnes, R. C., Eastburn, D.J., Tate, K. W., Roche, L. M. 2018. A Global Meta-Analysis of Grazing Impacts on Soil Health Indicators. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 47- 4, 0047-2425. <https://doi.org/10.2134/jeq2017.08.0313>.
- Capurro, R., Escobar, E.H., Carnevali, R. 1985. *Regiones Naturales de Corrientes*. Edición INTA. EEA Corrientes. Recursos Naturales. 48 pp.
- Carnevali, R. 1994. *Fitogeografía de la provincia de Corrientes*. INTA – Gobierno de la provincia de Corrientes, ISBN 950-43-6059-9. 324 p.
- Cotrufo, M.F., Ranalli, M.G., Haddix, M.L., Six, J. y Lugato, E. 2019. Soil carbon storage informed by particulate and mineral-associated organic matter. *Nature Geoscience* Vol. 12, 989–994. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0484-6>.
- Daines, T. 1980. The use of grazing patterns in the management of Dahne sourveld. *Proc. Grassl. Sot. So. Afr.* 15:185-188.
- Escobar, E.H., Ligier, H.D., Melgar, R., Matteio, H., Vallejos, O., 1996. *Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000*. INTA, Corrientes.
- Kurtz et al. 2018. *Informe Final. Mapa de Suelos y Aptitud de Tierras del Departamento Mercedes*. Grupo Recursos Naturales. Corrientes. MP-CFI-INTA. Informe y mapas digitales.
- Kurtz et al. 2020. *Informe Final. Cartografía de suelos y evaluación de tierras del NE de Corrientes (Santo Tomé – Ituzaingó – General Alvear)*. Grupo Recursos Naturales. Corrientes. MP-CFI-INTA. Informe y mapas digitales.
- Kurtz, D. B., Rey Montoya, T.S.; Ybarra, D.D.; Grancic, C.E.; Sanabria, M.C. 2020. Impacto del pastoreo en propiedades fisico-químicas de un Psammacuent en pastizales del nordeste argentino. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol. 40 N° 2: 1-13.
- Kurtz, D. B. y Ligier, H. D. 2007. La carga ganadera “real” en la Provincia de Corrientes. *Revista Tierra Correntina – Año 2, Numero VII, diciembre 2007*. ISSN 1850 3594.

- Ligier et al. 2001. Informe Final. Cartografía de suelos de los departamentos Sauce y Curuzú Cuatiá, Provincia de Corrientes. Grupo Recursos Naturales. Corrientes. MP-CFI-INTA. Informe y mapas.
- Ligier et al. 2014. Informe Final. Evaluación de Tierras para el Cultivo de Caña de Azúcar en la Provincia de Corrientes. Grupo Recursos Naturales. Corrientes. MP-CFI-INTA. Informe y mapas digitales.
- Ligier et al. 2012. Informe Final. Mapa de Suelos y Aptitud de Tierras en los Departamentos Esquina, Goya y Lavalle. Grupo Recursos Naturales. Corrientes. MP-CFI-INTA. Informe y mapas digitales.
- Levy, B. & E. Madden, 1933. The point method of pasture analysis. New Zealand J. Agric. 46: 267279.
- Pielou, E.C., 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, New York. 286 pp.
- Pinheiro Machado, L.C. 2004. Pastoreo Racional Voisin: Tecnología. Agroecológica para el tercer milenio. Buenos Aires. Ed. Hemisferio Sur.
- Pizzio R., Bendersky D. 2018. Principales regiones ganaderas de la provincia de Corrientes: su caracterización y manejo. Buenas prácticas para una ganadería sustentable de pastizal. Kit de extensión para las Pampas y campos. Fundación Vida silvestre argentina. Buenos aires.
- Polentarrutti, P. Barrios, R., Fernández López, C. y Rey Montoya, T. 2023. Estimación de la reserva de carbono edáfico en corrientes utilizando una base de datos históricos. Revista Nuestro Suelo. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. https://www.suelos.org.ar/sitio/wp-content/uploads/2023/nuestro_suelo/nuestrosuelo-vol10.pdf
- Savory, A., Butterfield, J. 2018. Manejo Holístico: Una revolución del sentido común para regenerar nuestro ambiente. 3ª edición revisada.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Solomon, D., F. Fritzsche, J. Lehmann, M. Tekalign, and W. Zech. 2002. Soil organic matter dynamics in the subhumid agroecosystems of the Ethiopian highlands. Soil Sci. Soc. Am. J. 66:969–978. doi:10.2136/sssaj2002.0969.

Zhou G., Zhou X., He Y., Shao J., Hu Z., Liu R., Zhou H., Hosseinibai S. 2016. Grazing intensity significantly affects belowground carbon and nitrogen cycling in grassland ecosystems: a meta-analysis. *Glob Chang Biol.* 23(3):1167-1179. doi: 10.1111/gcb.13431.