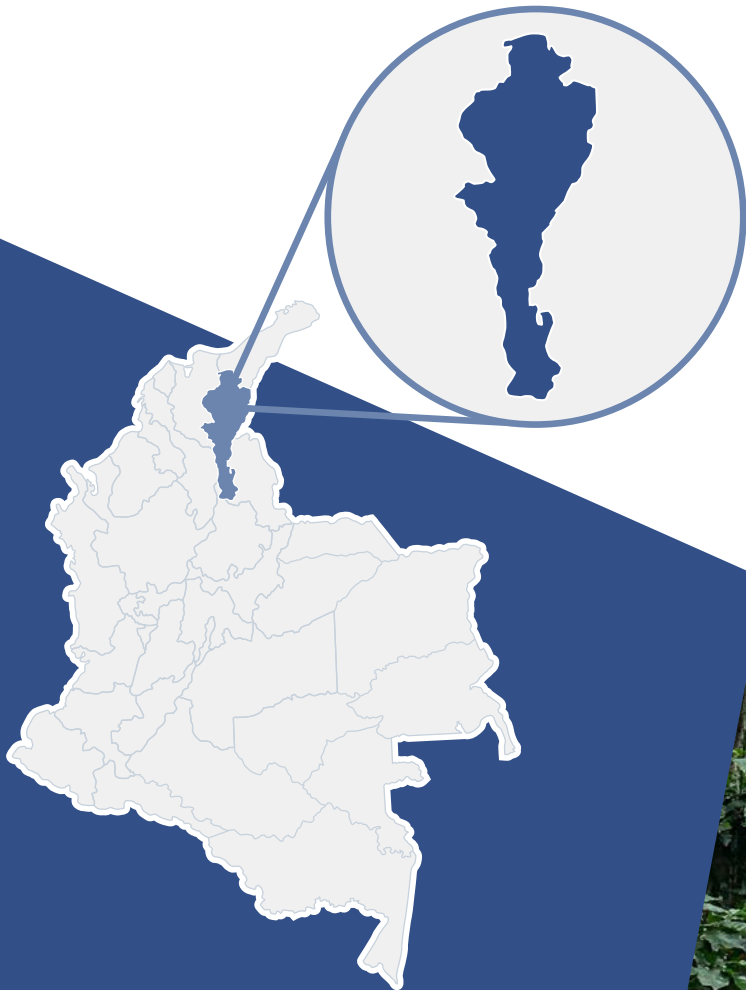


Caracterización de la FERTILIDAD DE LOS SUELOS de la **zona cafetera de Colombia**

Departamento de

CESAR



Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café


Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

Tendencias a escala departamental

Estadística descriptiva

En la **Tabla 1** se presenta la información relacionada con las medidas de la estadística descriptiva (media, mediana, mínimo, máximo y coeficiente de variación), correspondientes a las propiedades químicas del suelo a escala departamental. Los valores promedio de fósforo (P) y, parcialmente los de las bases intercambiables (calcio- Ca^{2+} , magnesio- Mg^{2+} y potasio- K^+) fueron mayores que las medianas, resultado

que tiene su origen en los valores superiores extremos de estos nutrientes y puede asociarse, en buena medida, a la residualidad de los fertilizantes y enmiendas, además del tiempo corto entre su aplicación y el muestreo del suelo. Por lo expuesto, se concluye que, **en el caso del fósforo y las bases intercambiables, el promedio no necesariamente es un buen indicador estadístico para caracterizar la fertilidad del suelo de la región, debido a que la sobrevalora**; por ejemplo, el valor de la media del fósforo (19 mg kg^{-1}) sugiere una fertilidad media de este elemento

Tabla 1. Medidas de la estadística descriptiva de las propiedades químicas del suelo, correspondientes a 2.928 datos de 12 municipios del departamento de Cesar.

Propiedad	Unidad	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	CV (%)
pH		4,96	4,90	3,40	7,50	12,88
Materia Orgánica (MO)	%	6,42	6,00	0,10	23,70	41,30
Fósforo (P)	mg kg^{-1}	18,51	7,00	1,00	417,00	191,71
Potasio (K)	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	0,32	0,25	0,00	4,00	89,46
Calcio (Ca)	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	4,82	3,68	0,00	28,80	88,69
Magnesio (Mg)	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	1,72	1,30	0,00	10,00	91,77
Aluminio (Al)	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	1,01	0,40	0,00	9,50	135,93
CICE	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	7,87	6,79	0,20	31,46	54,37
Suma de bases (SB)	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	6,85	6,11	0,17	31,46	72,75
Saturación de Al (SAI)	%	20,42	5,45	0,00	96,89	132,13

para las plantas de café, mientras que la mediana (7 mg kg^{-1}) pone en evidencia que la mitad de las muestras analizadas son deficientes. Para pH y materia orgánica (MO) es válido referirse tanto a la media como la mediana, dado que sus valores tienden a ser similares.

Las medianas sugieren que el 50% de las muestras analizadas durante el período objeto de estudio se caracterizan por presentar condiciones de acidez activa ($\text{pH} < 5,0$), pero sin problemas considerables de aluminio intercambiable (Al^{3+}), niveles bajos de fósforo y materia orgánica, y contenidos medios de potasio. La Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva-CICE fue alta y, en su gran mayoría, estuvo representada por calcio y magnesio, antes que el aluminio. El coeficiente de variación, como medida para evaluar la dispersión de los datos, fue relativamente bajo para pH, medio para materia orgánica, y alto para las demás propiedades, especialmente el fósforo y el aluminio intercambiable.

Frecuencias relativas de ocurrencia

En la **Tabla 2** se presentan las frecuencias porcentuales de las muestras para cada rango de fertilidad del suelo en lo relacionado con las propiedades químicas y la textura. Al respecto, se puede comentar que la acidez activa del suelo, evaluada mediante la determinación del pH, puede llegar a constituir una limitante para la producción de café en algunas regiones del departamento de Cesar, pues el 57% de las muestras analizadas presentaron valores de pH bajos (entre 4,5 y 5,0) a muy bajos (menor de 4,5). Pese a lo anterior, sólo cerca del 30% de las muestras contenían

cantidades elevadas de aluminio intercambiable (mayor de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) o altos porcentajes de este elemento en el complejo de cambio, resultado que se relaciona con los elevados contenidos de las bases intercambiable y su representación porcentual en la CICE. El 79% de las muestras presentaron bajos contenidos de materia orgánica ($\text{MO} \leq 8\%$) y el 65% deficientes en fósforo ($\text{P} \leq 10 \text{ mg kg}^{-1}$). Con respecto a las bases intercambiables, el 39% fueron bajas en potasio ($\text{K} \leq 0,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), el 27% bajas en calcio ($\text{Ca} \leq 1,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) y el 23% bajas en magnesio ($\text{Mg} \leq 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). El 59% de las muestras exhibieron una alta capacidad para retener elementos de carga positiva ($\text{CICE} \geq 6,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), tanto de naturaleza básica (potasio, calcio y magnesio), como ácida (aluminio). En cuanto a la textura, el 51% se clasificaron como arcillosas y 20% como arcillo arenosas y arcillo limosas, las cuales se consideran limitativas para el crecimiento del café y, aunque su manejo no siempre es fácil, sería de ayuda la aplicación de abonos orgánicos y el establecimiento de sombrero.



Tabla 2. Frecuencia relativa de ocurrencia de las muestras de suelo analizadas, según el rango de fertilidad, en la zona cafetera del departamento de Cesar.

pH		Materia Orgánica (MO)		Fósforo (P)	
Rango	Frecuencia (%)	Rango (%)	Frecuencia (%)	Rango (mg kg ⁻¹)	Frecuencia (%)
pH≤4,5	28,72	MO≤6	50,85	P≤5	41,77
4,5<pH≤5,0	28,62	6<MO≤8	27,97	5<P≤10	23,16
5,0<pH≤5,5	24,76	8<MO≤12	17,42	10<P≤20	14,79
5,5<pH≤6,0	12,84	12<MO≤16	2,90	20<P≤30	5,91
pH>6,0	5,05	MO>16	0,85	P>30	14,38
Potasio (K)		Calcio (Ca)		Magnesio (Mg)	
Rango (cmol _c kg ⁻¹)	Frecuencia (%)	Rango (cmol _c kg ⁻¹)	Frecuencia (%)	Rango (cmol _c kg ⁻¹)	Frecuencia (%)
K≤0,2	39,04	Ca≤0,75	12,57	Mg≤0,3	9,94
0,2<K≤0,4	37,70	0,75<Ca≤1,5	15,13	0,3<Mg≤0,6	12,91
0,4<K≤0,6	13,93	1,5<Ca≤3,0	16,63	0,6<Mg≤0,9	10,79
0,6<K≤0,8	5,05	3,0<Ca≤4,5	11,78	0,9<Mg≤1,2	13,08
K>0,8	4,27	Ca>4,5	43,89	Mg>1,2	53,28
Aluminio (Al)		Suma de Bases (SB)		CICE	
Rango (cmol _c kg ⁻¹)	Frecuencia (%)	Rango (cmol _c kg ⁻¹)	Frecuencia (%)	Rango (cmol _c kg ⁻¹)	Frecuencia (%)
Al≤0,5	54,78	SB≤1,5	12,53	CICE≤3,0	4,44
0,5<Al≤1,0	11,61	1,5<SB≤3,0	14,17	3,0<CICE≤4,5	16,05
1,0<Al≤2,0	14,69	3,0<SB≤4,5	11,85	4,5<CICE≤6,0	20,36
2,0<Al≤3,0	9,19	4,5<SB≤6,0	10,86	6,0<CICE≤7,5	16,39
Al>3,0	9,73	SB>6,0	50,58	CICE>7,5	42,76

Continúa...

... continuación tabla 2.

Saturación de Al (SAI)		Textura	
Rango (%)	Frecuencia (%)	Frecuencia (clase)	Frecuencia (%)
SAI $\leq$ 20	66,02	Sin dato	0,55
20<SAI $\leq$ 40	11,07	F	0,82
40<SAI $\leq$ 60	9,26	FA, FArA, FArL, FL	27,32
60<SAI $\leq$ 80	8,88	AF	0,41
SAI>80	4,78	ArA	19,77
		Ar	51,13

Tendencias a escala municipal

Estadística descriptiva

En el **Anexo 1** se presenta la estadística descriptiva para las propiedades evaluadas a escala municipal y en el **Anexo 2** la frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las propiedades químicas y la textura.

Basándose en la información del **Anexo 2** puede afirmarse que:

- La condición de la alta **acidez** es predominante solo en algunas áreas del departamento. En los municipios de El Copey, Agustín Codazzi y Becerril, más del 70% de las muestras presentaron valores bajos de **pH** y parcialmente altos contenidos de **aluminio**.
- En todos los municipios se detectaron contenidos bajos de **materia orgánica**, siendo la condición más acentuada en Río de Oro y Aguachica. Se recomienda

implementar alternativas para el control de la erosión, el uso de abonos orgánicos y la aplicación de nitrógeno en las dosis más altas, según el sistema de producción.

- Los niveles más bajos de **fósforo** se detectaron en Copey y Pueblo Bello, con más del 80% de las muestras clasificadas en el rango bajo (menor de 10 mg kg⁻¹), mientras que, en La Paz Robles y Aguachica, menos del 50% de las muestras analizadas estaban en esta condición.
- Con respecto al **potasio**, El Copey, Agustín Codazzi y Pailitas se caracterizaron por los niveles más bajos; entretanto, Aguachica y Manaure Balcón del Cesar, exhibieron un menor porcentaje de muestras en esta condición.
- Las mayores frecuencias de muestras con bajos contenidos de **calcio** se registraron en Pailitas y Agustín Codazzi (70 y 50%, respectivamente), mientras que, en Manaure Balcón Cesar, La Paz Robles y Valledupar

menos del 20% se encontraban en esta situación. Un escenario similar, pero menos crítico, se presentó para **magnesio**. La anterior tendencia también se conservó, en buena medida, para **CICE** y la **suma de bases intercambiables**. El rango de las relaciones entre **calcio** y **magnesio** (Ca/Mg) varió entre 1,3 y 4,4; correspondiendo el valor más bajo a Pailitas y el más alto a Becerril.

En la **Figura 1** puede observarse la relación entre el calcio y el magnesio intercambiables. A diferencia de otros departamentos del país, esta relación no fue estrecha ($R^2=0,29$); pese a ello se puede comentar que, la pendiente de la recta indica que por cada unidad de magnesio se presentan 5,4 unidades de calcio, valor que resulta relativamente alto. En cuanto a los componentes de la acidez, se encontraron relaciones estrechas tanto entre el pH y el aluminio intercambiable como entre el pH y el porcentaje de saturación de aluminio (**Figuras 2 y 3**, respectivamente). Para valores de pH mayores a 5,0, el aluminio intercambiable tiende a ser menor que 1,0 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ y la saturación de aluminio menor que 18%.

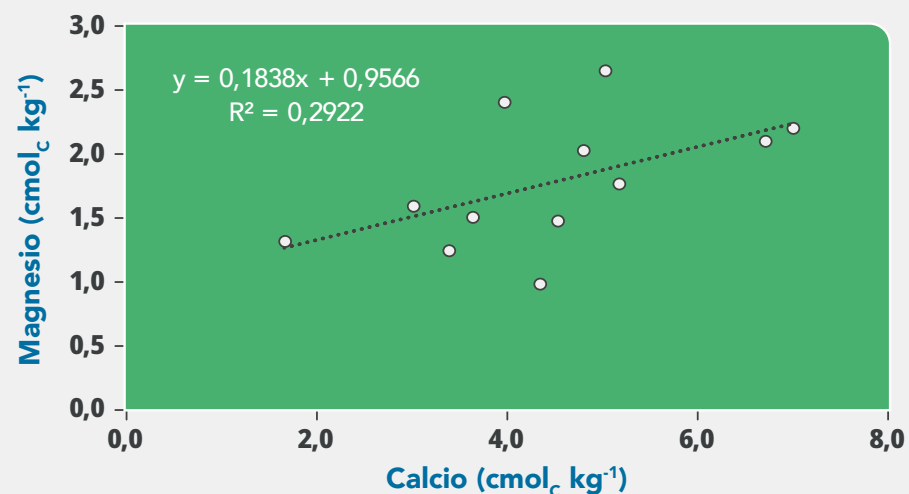


Figura 1. Relación entre el calcio y el magnesio intercambiables. Cada punto representa un municipio cafetero del departamento de Cesar ($n=12$).

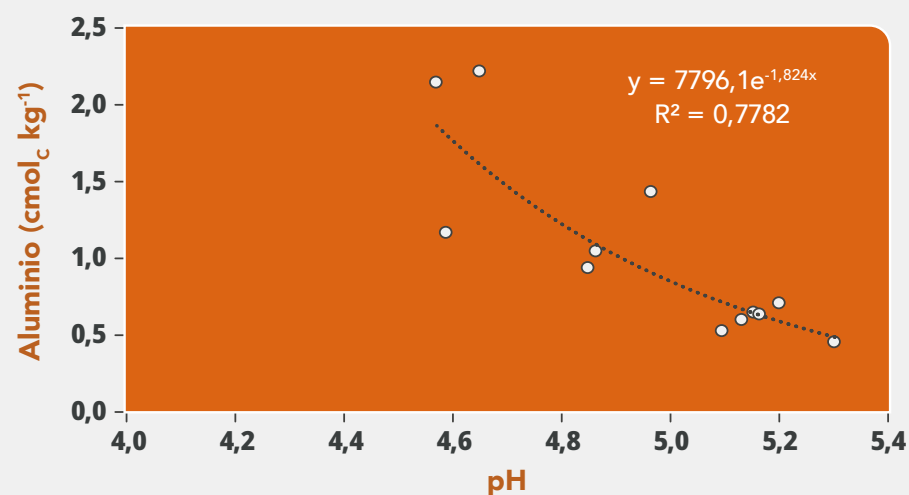


Figura 2. Relación entre el pH y el aluminio intercambiable. Cada punto representa un municipio cafetero del departamento de Cesar ($n=12$).

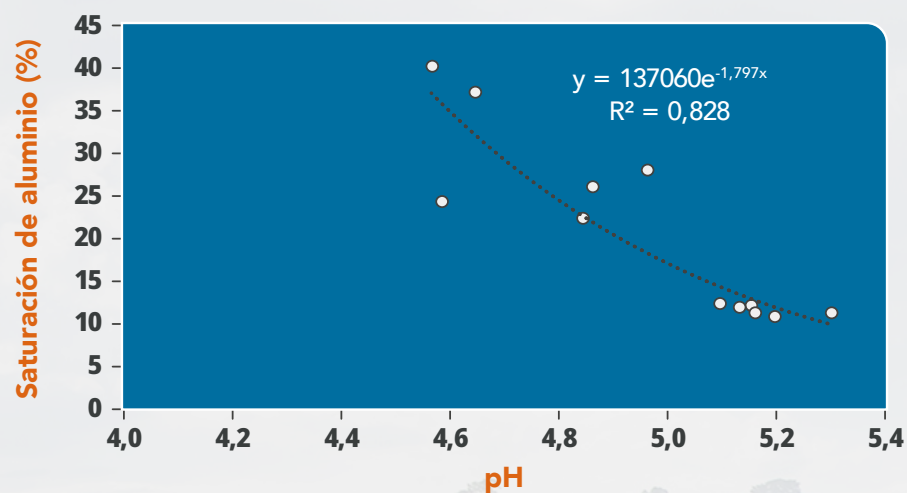
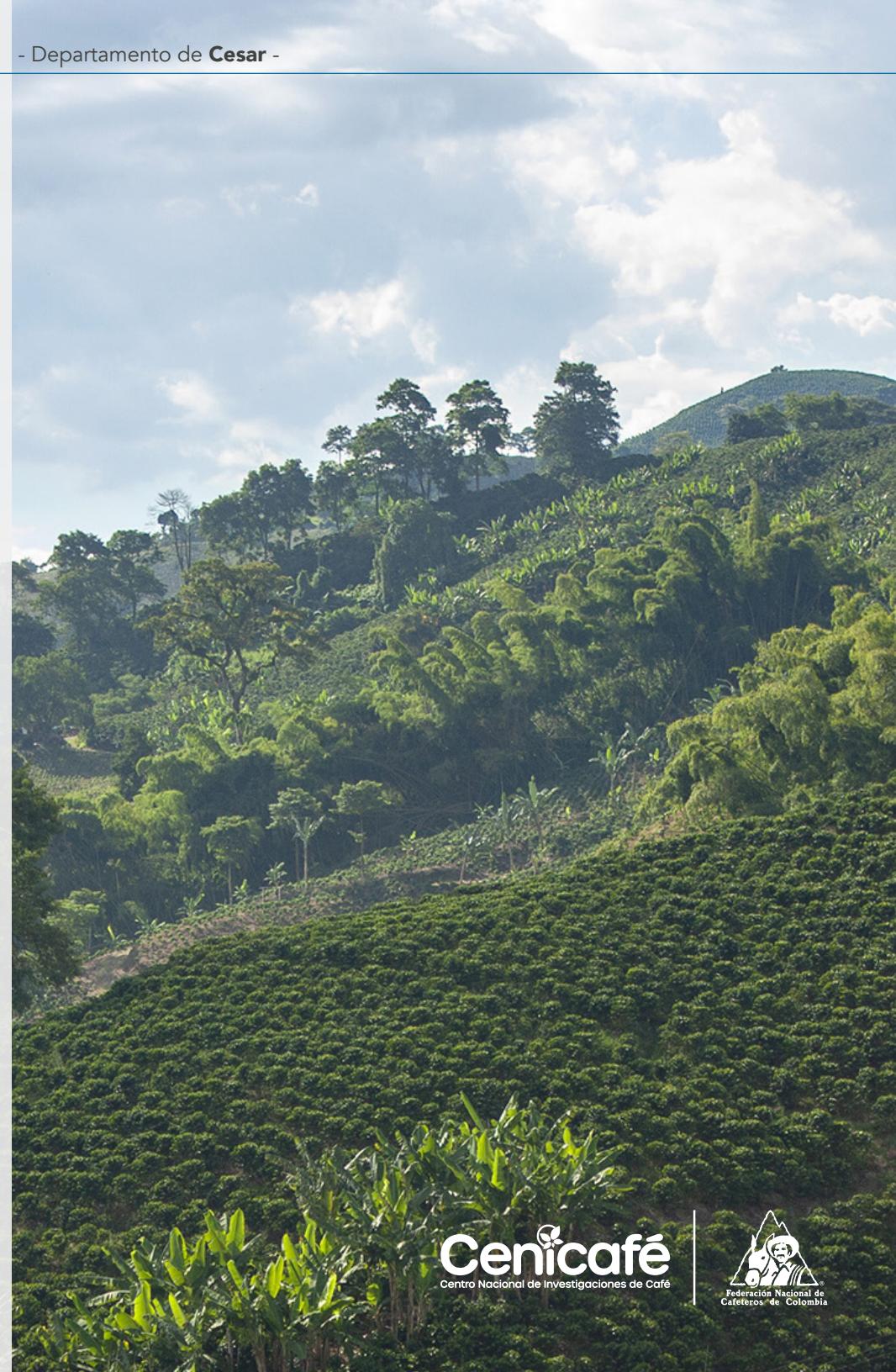
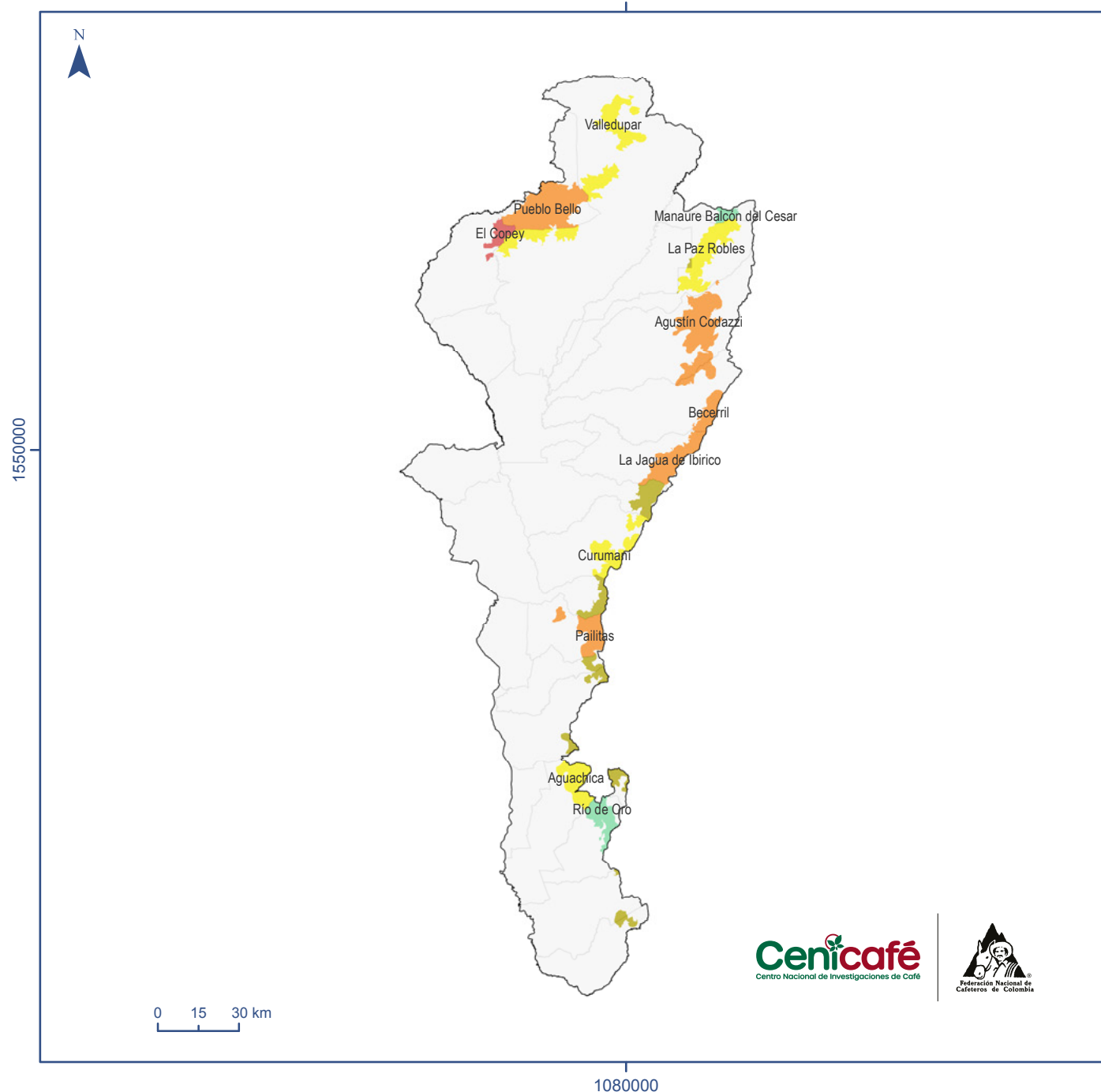


Figura 3. Relación entre el pH y el porcentaje de saturación de aluminio intercambiable. Cada punto representa un municipio cafetero del departamento de Cesar (n=12).

Frecuencias relativas de baja fertilidad

En las **Figuras 4 a la 14** se representa, mediante mapas, la frecuencia relativa de las muestras de suelo en los rangos de baja fertilidad para las propiedades evaluadas en **12 municipios del departamento**.





pH

Registros con $\text{pH} \leq 5,0$:

- Entre 20 y 40%
- Entre 40 y 60%
- Entre 60 y 80%
- Más del 80%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

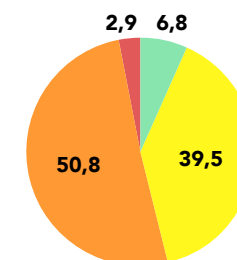
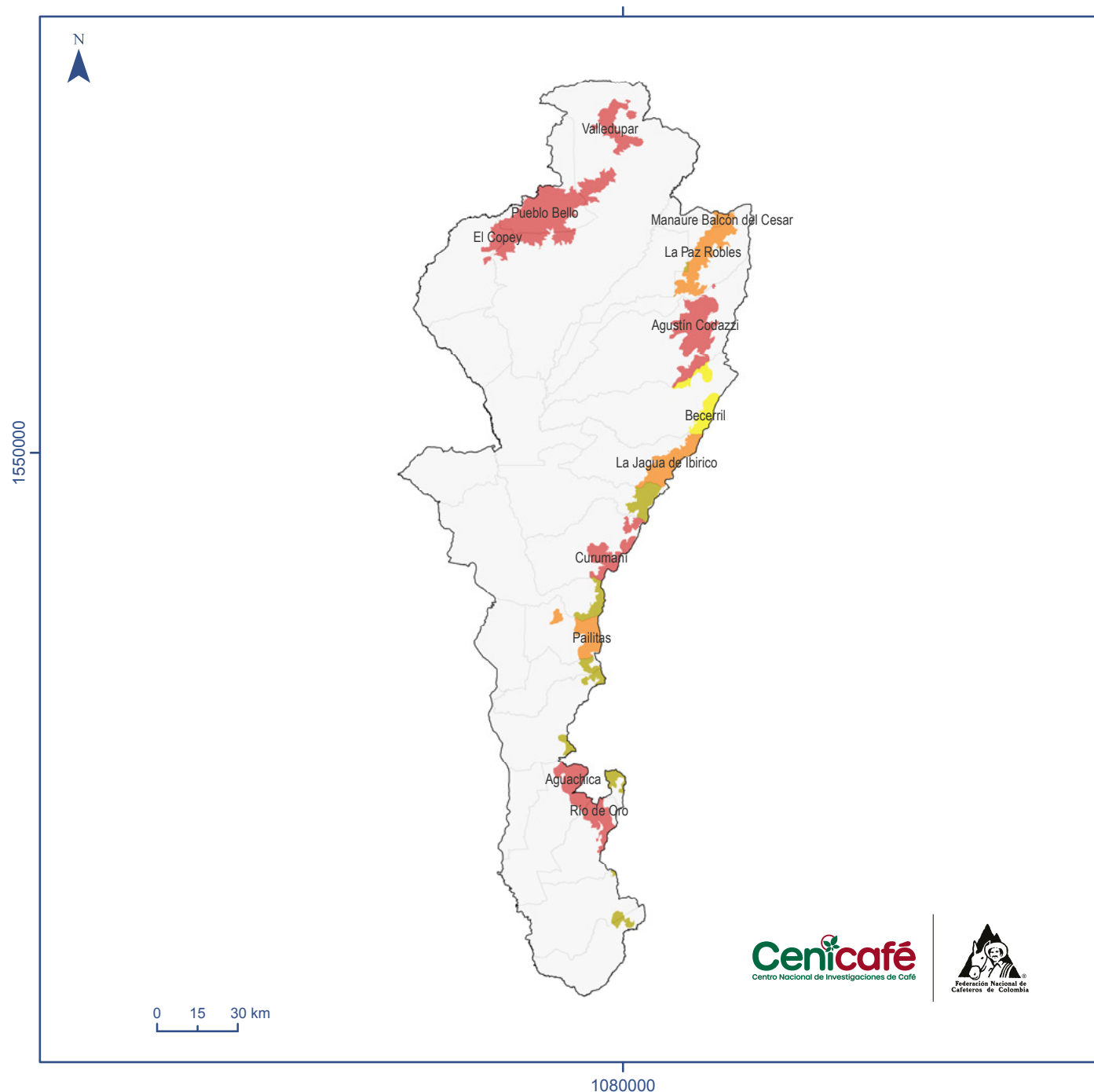


Figura 4. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de pH menores que 5,0 en el departamento de Cesar.



Materia orgánica (MO)

Registros con $MO \leq 8,0\%$:

- Entre 40 y 60%
- Entre 60 y 80%
- Más del 80%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

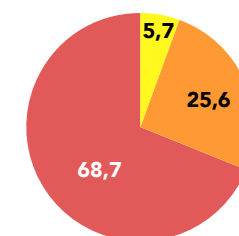
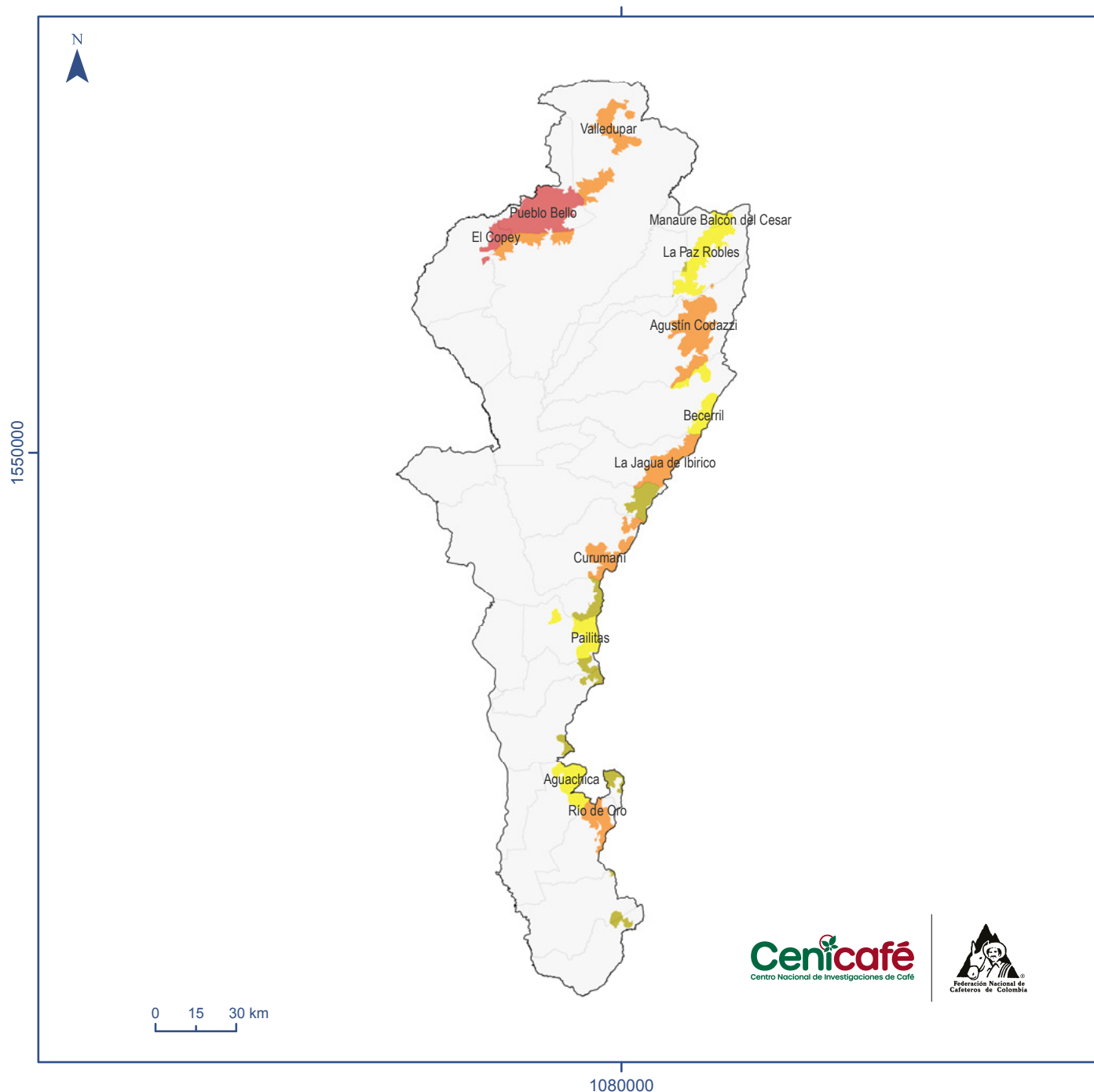


Figura 5. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de materia orgánica menores que 8,0% en el departamento de Cesar.



Fósforo (P)

Registros con $P \leq 10,0 \text{ mg kg}^{-1}$:

- Entre 40 y 60%
- Entre 60 y 80%
- Más del 80%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

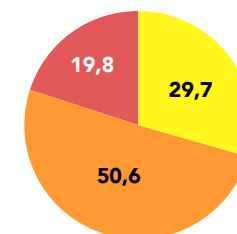
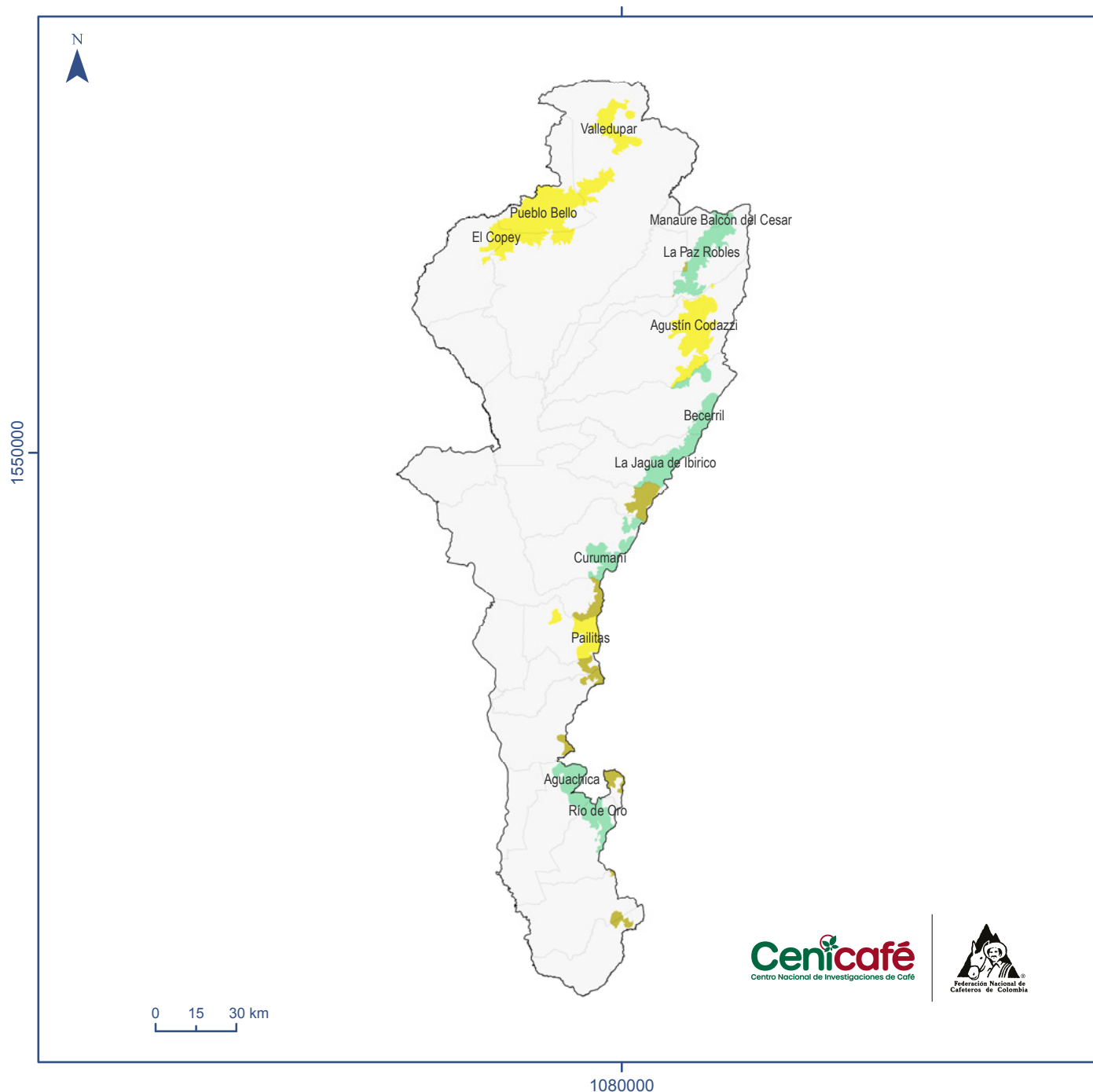


Figura 6. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de fósforo menores que $10,0 \text{ mg kg}^{-1}$ en el departamento de Cesar.



Potasio (K)

Registros con $K \leq 0,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$:

- Entre 20 y 40%
- Entre 40 y 60%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

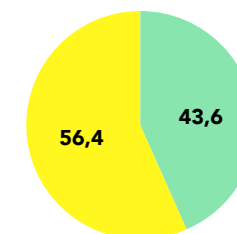
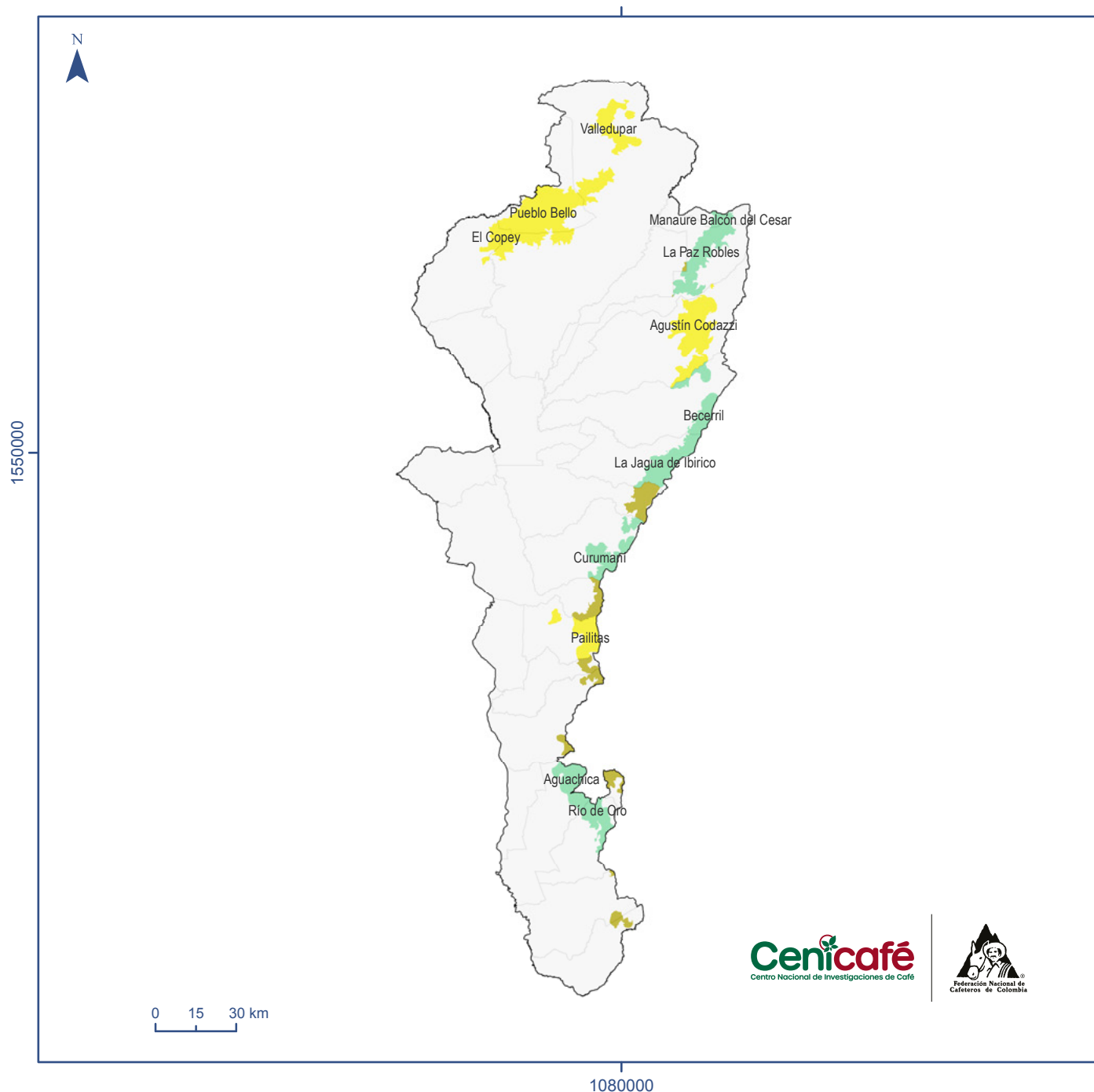


Figura 7. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de potasio menores que $0,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ en el departamento de Cesar.



Calcio (Ca)

Registros con $\text{Ca} \leq 1,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$:

- Menos de 20%
- Entre 20 y 40%
- Entre 40 y 60%
- Entre 60 y 80%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

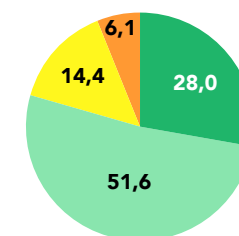
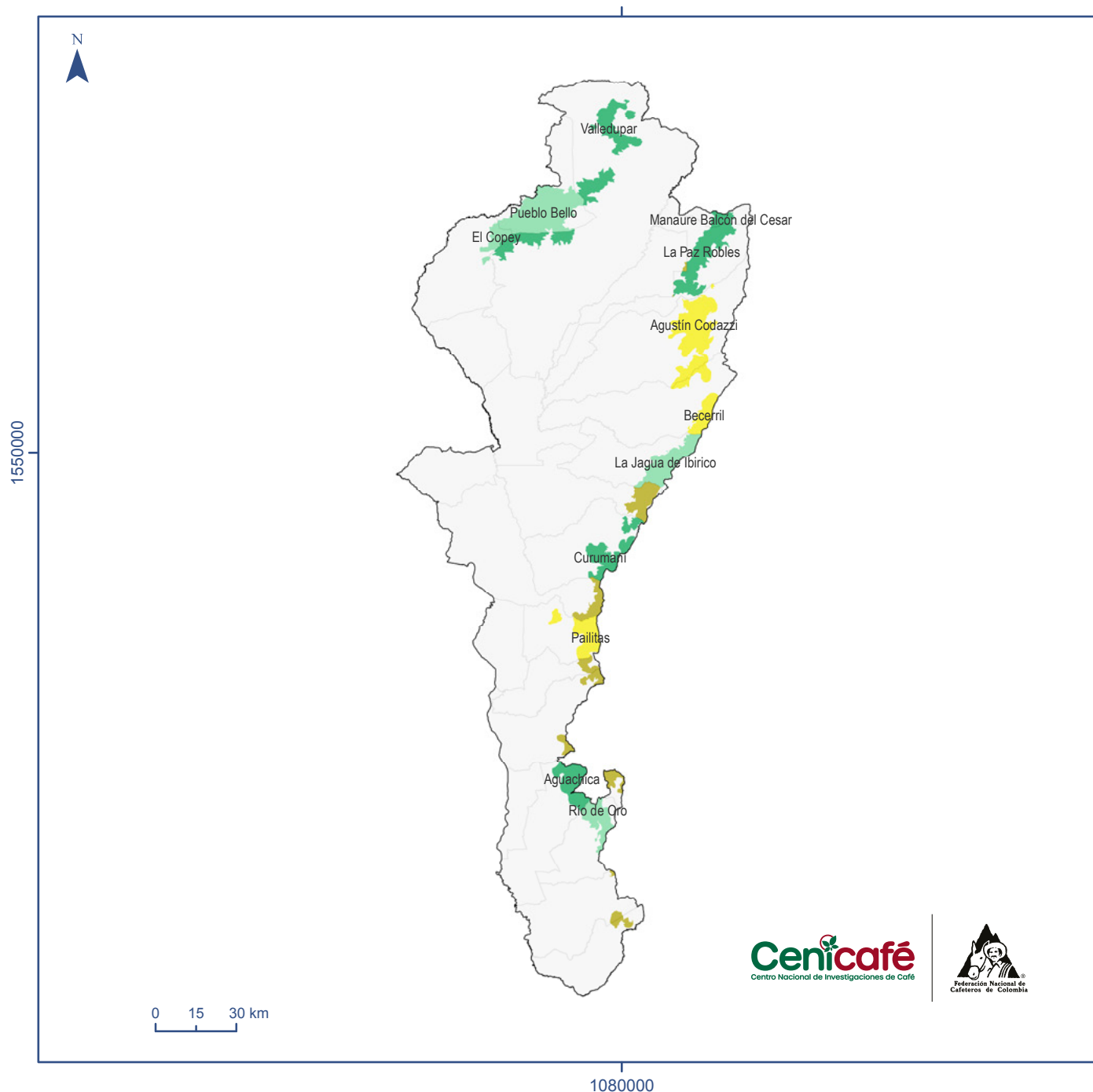


Figura 8. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de calcio menores que $1,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ en el departamento de Cesar.



Magnesio (Mg)

Registros con $Mg \leq 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$:

- Menos de 20%
- Entre 20 y 40%
- Entre 40 y 60%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

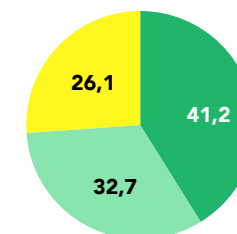
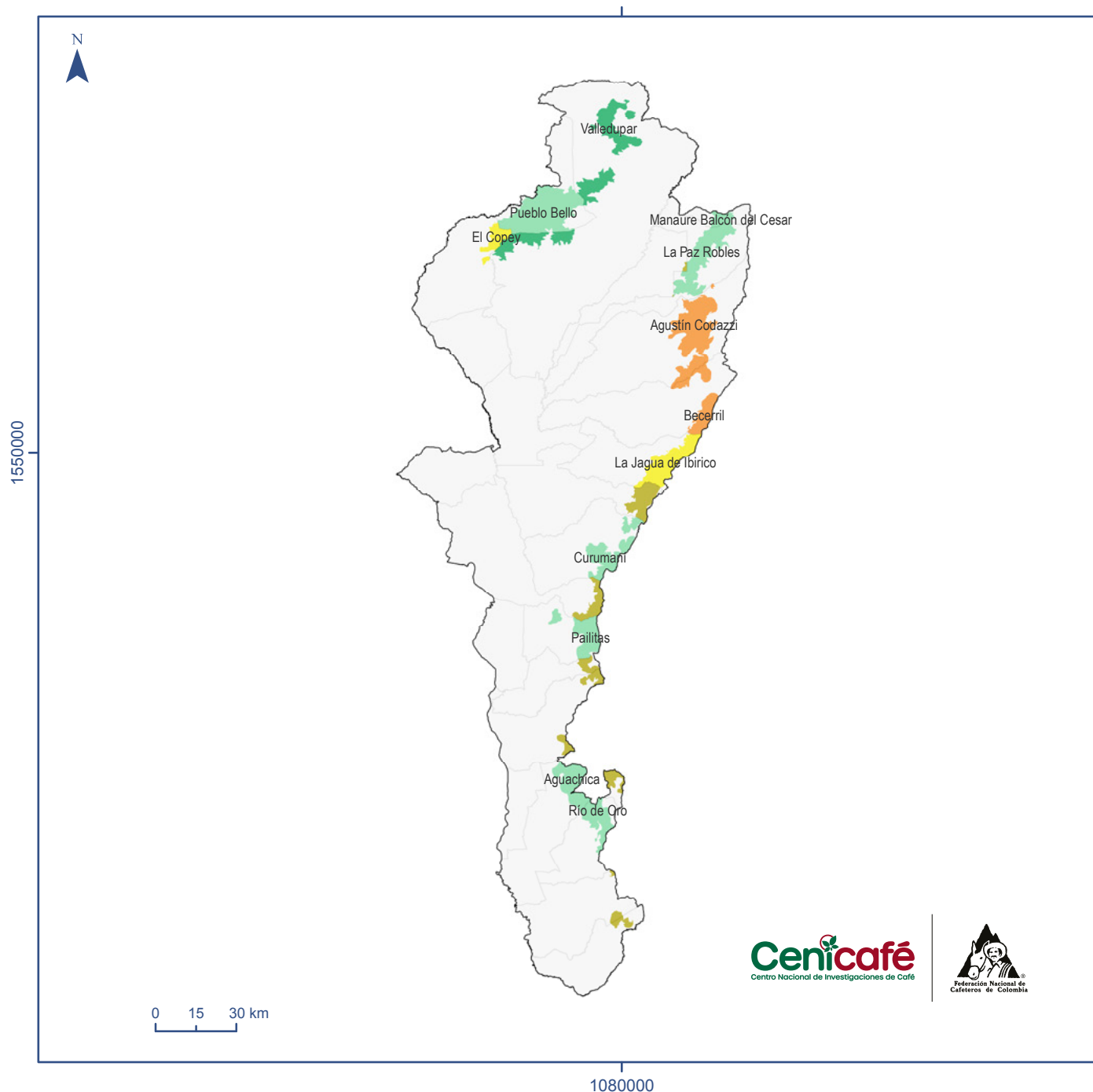


Figura 9. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de magnesio menores que $0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ en el departamento de Cesar.



Aluminio (Al)

Registros con $Al \geq 1,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$:

- Menos de 20%
- Entre 20 y 40%
- Entre 40 y 60%
- Entre 60 y 80%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

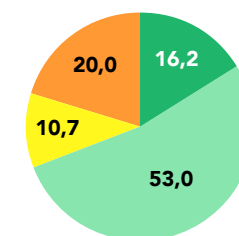
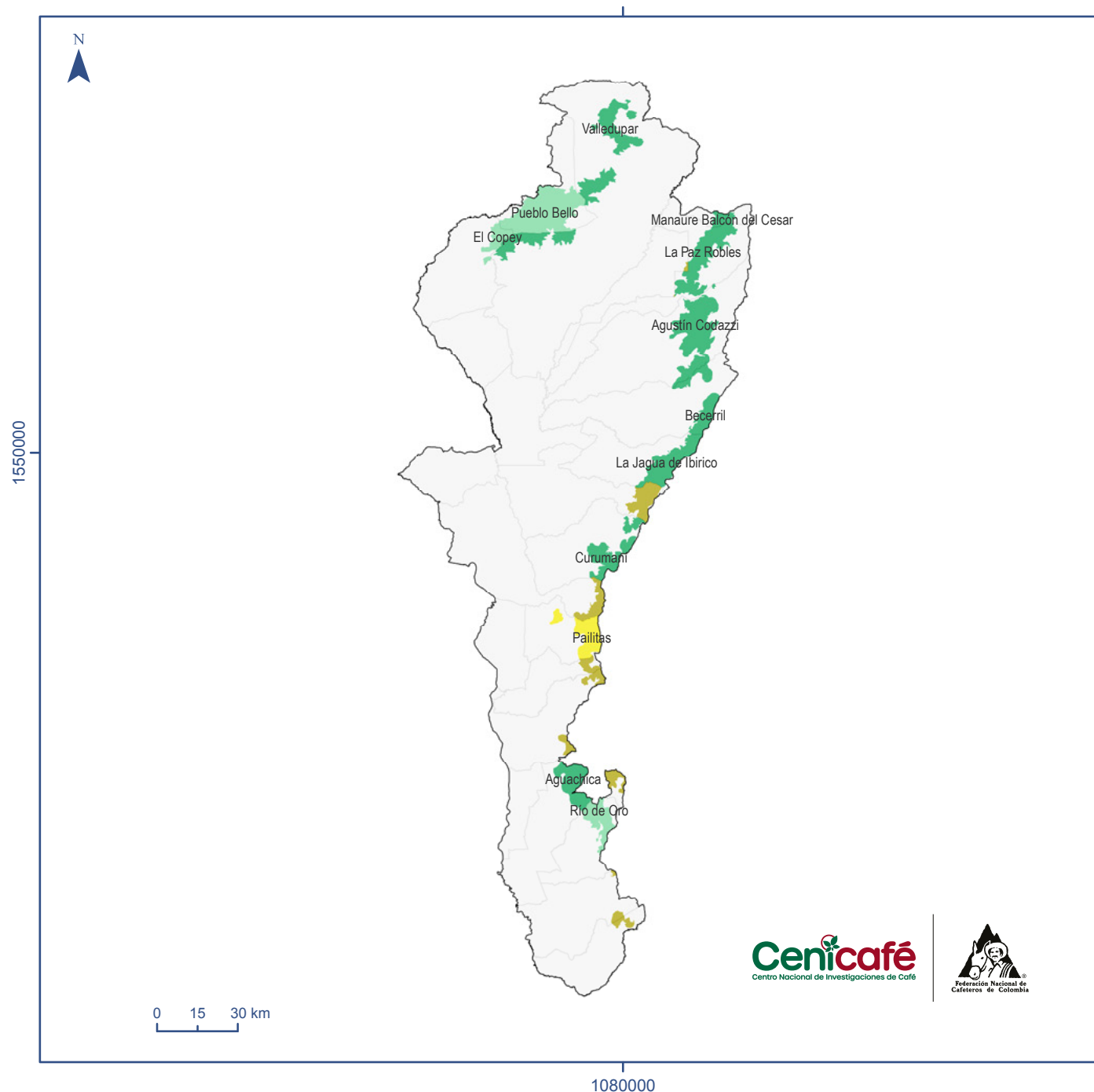


Figura 10. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de aluminio mayores que $1,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ en el departamento de Cesar.



Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE)

Registros con $CICE \leq 4,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$:

- Menos de 20%
- Entre 20 y 40%
- Entre 40 y 60%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

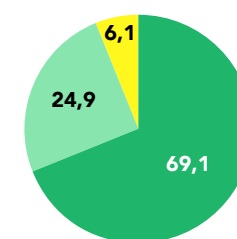
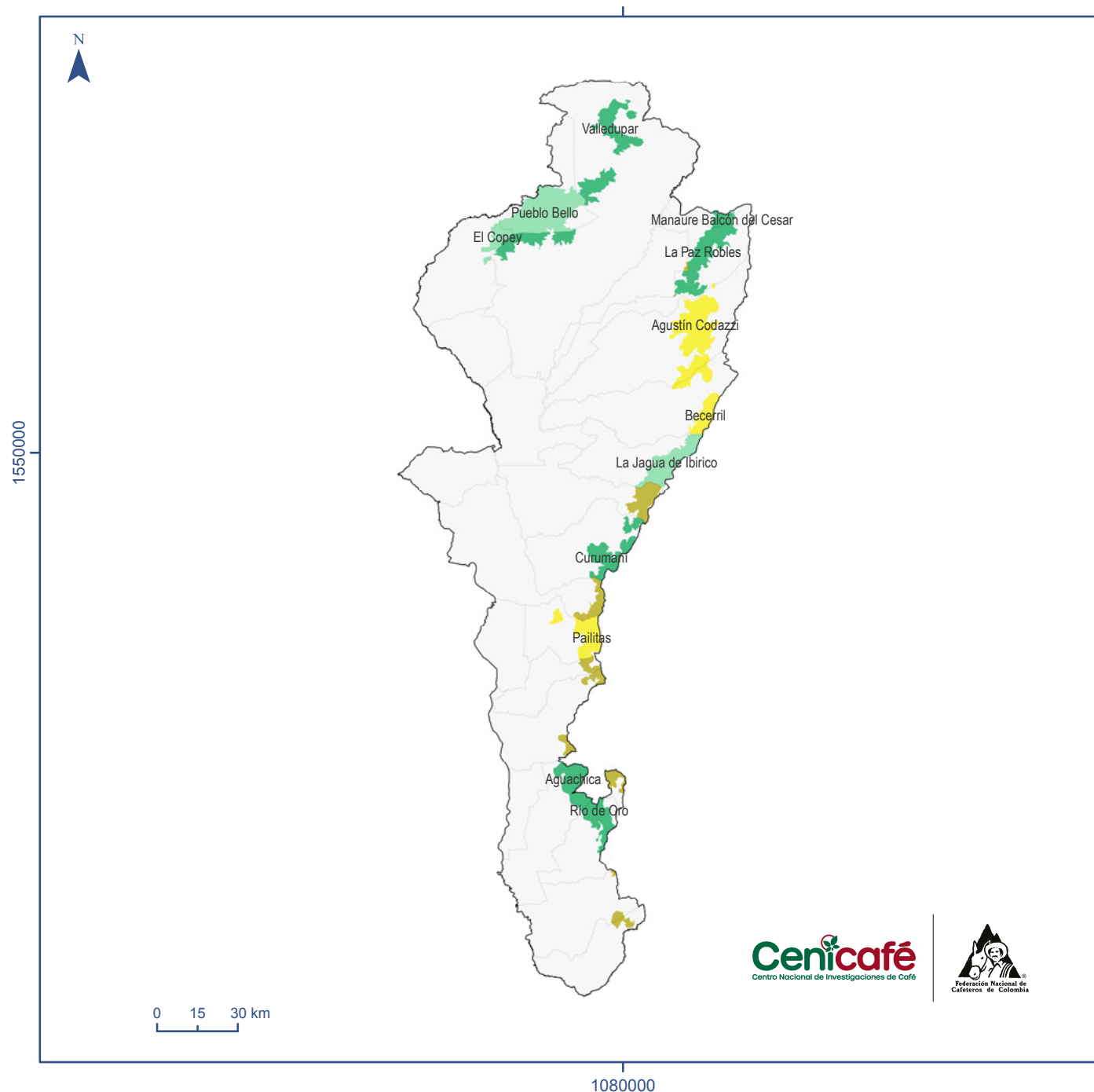


Figura 11. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva menores que $4,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ en el departamento de Cesar.



Suma de bases (SB)

Registros con $SB \leq 3,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$:

- Menos de 20%
- Entre 20 y 40%
- Entre 40 y 60%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

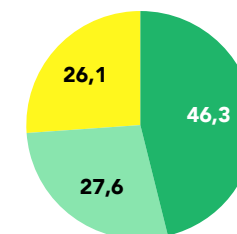
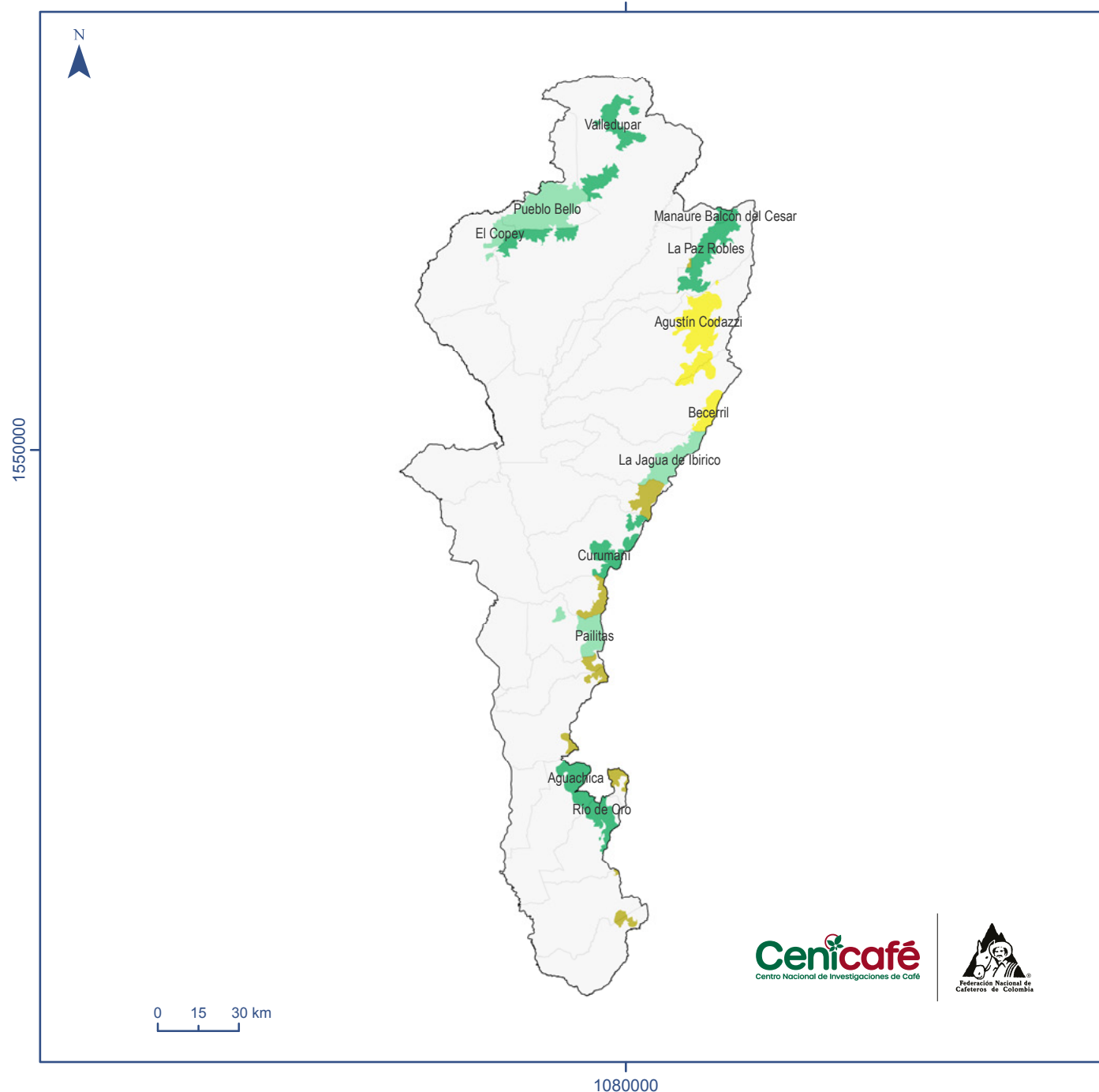


Figura 12. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de suma de base menores que $3,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ en el departamento de Cesar.



Saturación de aluminio (SAI)

Registros con SAI > 40%:

- Menos de 20%
- Entre 20 y 40%
- Entre 40 y 60%
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

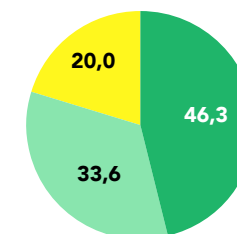
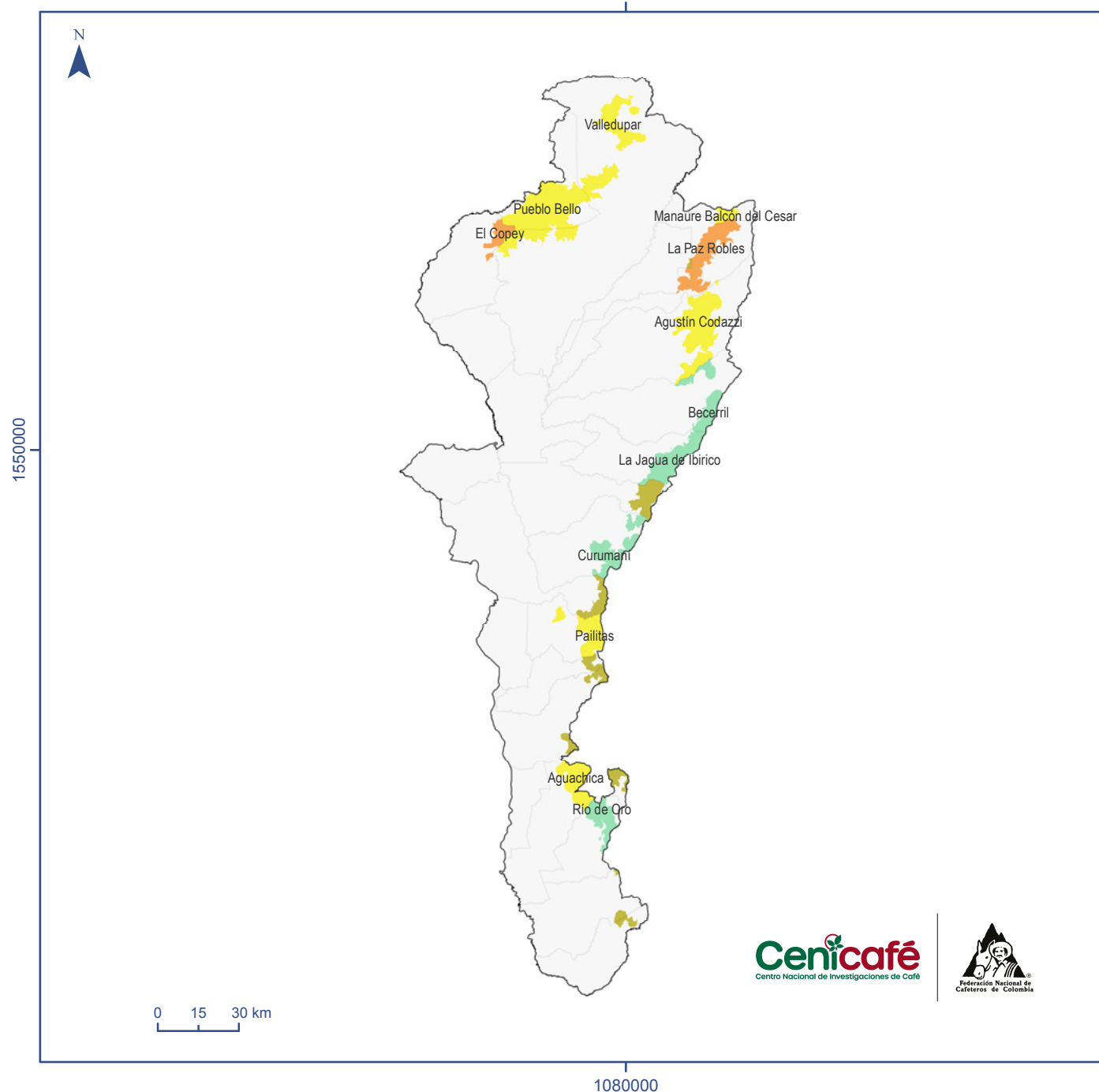


Figura 13. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con valores de Saturación de aluminio mayores que 40% en el departamento de Cesar.



**Clase textural (A: arenosa;
L: limosa; Ar: arcillosa)**

Registros con textura A, L o Ar:

Entre 20 y 40%

Entre 40 y 60%

Entre 60 y 80%

Región con potencial
cafetero sin dato

**Representación del área
total por grupo (%)**

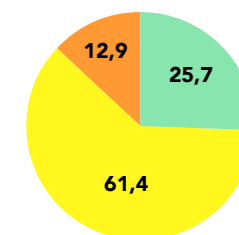


Figura 14. Representación de la frecuencia relativa de muestras de suelo con texturas arenosas, arcillosas o limosas en el departamento de Cesar.

Agrupación de municipios por similitud

De acuerdo con el análisis de conglomerado (**Figura 15**), los municipios del departamento de Cesar pueden clasificarse en los siguientes grupos, según su similitud en las propiedades del suelo:

- **Grupo 1:** Aguachica, Curumaní, Río de Oro y Valledupar
- **Grupo 2:** La Paz Robles y Manaure Balcón del Cesar
- **Grupo 3:** Becerril
- **Grupo 4:** Agustín Codazzi, El Copey, La Jagua de Ibirico, Pailitas y Pueblo Bello

En la **Figura 16** se presenta el mapa de la agrupación de los municipios. Con el fin de resaltar los rasgos más distintivos, puede afirmarse que:

- El **Grupo 1** está conformado por cuatro municipios. Es el segundo clúster de mayor área en el contorno de potencial cafetero del departamento con 77.692 ha y se ubica de forma dispersa en la región cafetera del departamento. Presenta una **acidez** adecuada para café (**pH** entre 5,0 y 5,5 y **aluminio** intercambiable menor que 1,0 cmol_c kg⁻¹), contenidos bajos de **materia orgánica**, tenores medios de **potasio** y niveles altos de **fósforo**, **calcio** y **magnesio**.

Tabla 3. Valores centroide y desviación estándar (DE) de las propiedades químicas del suelo, correspondientes a los grupos conformados a partir del análisis de conglomerado.

Grupo	Descriptivo	pH	Materia orgánica (MO)	Fósforo (P)	Potasio (K ⁺)	Calcio (Ca ²⁺)	Magnesio (Mg ²⁺)	Aluminio (Al ³⁺)
			(%)	(mg kg ⁻¹)	(cmol _c kg ⁻¹)			
1	Media	5,12	5,90	20,07	0,33	5,02	1,97	0,55
	DE	0,55	2,38	37,08	0,29	3,82	1,73	0,87
2	Media	5,17	7,08	29,78	0,37	6,77	2,12	0,65
	DE	0,69	2,88	48,94	0,34	4,93	1,63	1,11
3	Media	4,65	8,60	22,75	0,29	4,36	0,99	2,22
	DE	0,59	3,19	34,35	0,16	4,29	0,77	2,01
4	Media	4,81	6,21	12,22	0,29	3,80	1,45	1,33
	DE	0,60	2,51	23,63	0,25	3,71	1,45	1,51

- El **Grupo 2** está constituido por los municipios de La Paz Robles y Manaure Balcón del Cesar. Se destacó por una adecuada **acidez** para café, contenidos relativamente bajos de **materia orgánica**, niveles muy altos de **fósforo**, **calcio** y **magnesio**. Con un área con potencial cafetero de 26.382 ha, se ubica en la zona Nororiental del departamento.
- El **Grupo 3**, compuesto por el municipio de Becerril, dispone de un área con potencial cafetero de 12.751 ha y se distinguió por presentar el valor más bajo del **pH**, resultado que se relaciona con los más altos niveles de

aluminio. Los suelos de este municipio fueron medios en **materia orgánica** y **potasio**, y exhibieron tenores altos de **fósforo**, **calcio** y **magnesio**.

- El **Grupo 4**, conformado por cinco municipios, se caracterizó por presentar condiciones de alta **acidez** para el café, niveles bajos de **materia orgánica**, contenidos medios de **fósforo** y **potasio**, y tenores altos de **calcio** y **magnesio**. Este grupo, es el de mayor área en el contorno de potencial cafetero del departamento con 107.736 ha y se encuentra de forma dispersa en la región.

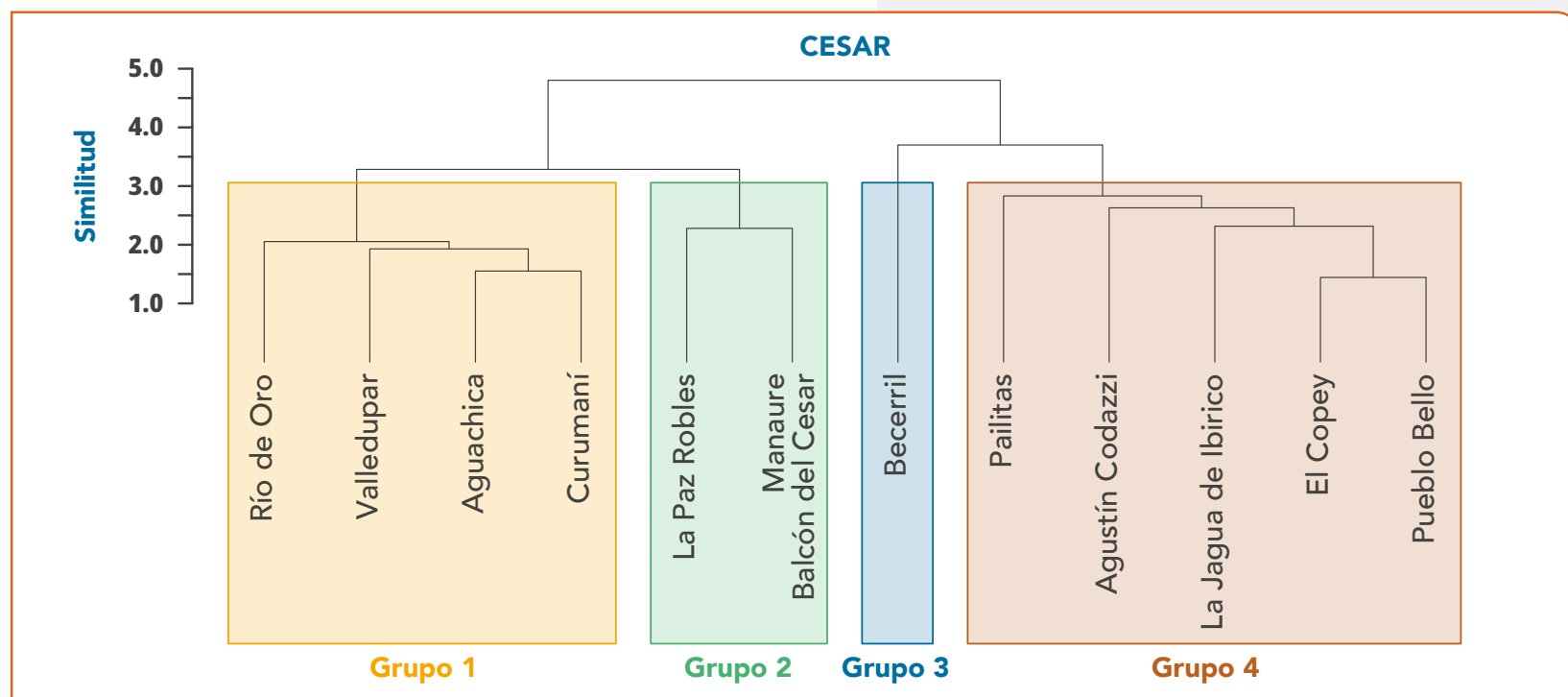
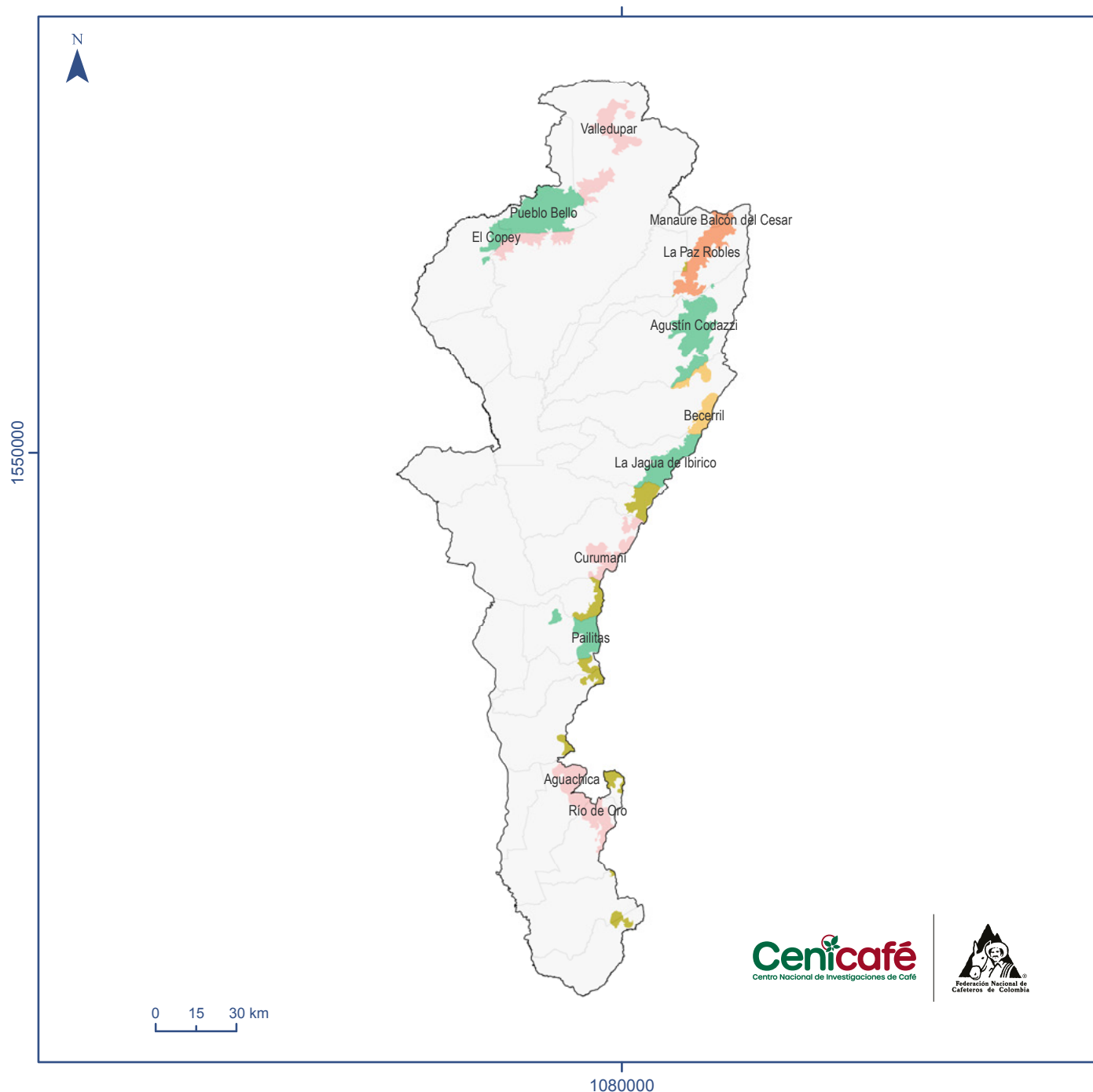


Figura 15. Agrupación de municipios del departamento de Cesar, según la similitud en las propiedades químicas del suelo.



Cluster

- Grupo 1
- Grupo 2
- Grupo 3
- Grupo 4
- Región con potencial cafetero sin dato

Representación del área total por grupo (%)

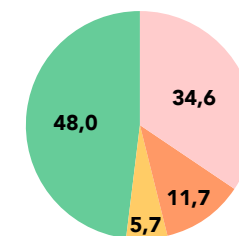


Figura 16. Representación de municipios del departamento de Cesar, según la similitud en las propiedades químicas del suelo.

Anexo 1. Estadística descriptiva de las propiedades químicas del suelo, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Municipio	Nº de registros	pH				
		Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV (%)
Aguachica	72	5,16	5,15	4,00	6,80	12,33
Agustín Codazzi	281	4,57	4,40	3,40	6,30	13,61
Becerril	56	4,65	4,50	3,70	6,40	12,61
Curumaní	62	5,13	5,20	3,40	6,20	11,72
El Copey	104	4,59	4,50	3,50	6,80	10,83
La Jagua de Ibirico	454	4,96	4,90	3,60	7,30	13,61
La Paz Robles	620	5,17	5,20	3,50	7,40	13,44
Manauare Balcón del Cesar	136	5,20	5,15	4,10	7,50	12,66
Pailitas	20	4,87	4,95	3,50	5,90	12,30
Pueblo Bello	677	4,85	4,80	3,70	7,10	10,56
Río de Oro	39	5,31	5,40	3,80	6,60	12,25
Valledupar	407	5,10	5,10	3,80	7,00	10,10

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

pH

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Materia Orgánica (MO)				
	Promedio (%)	Mediana (%)	Mín. (%)	Máx. (%)	CV (%)
Aguachica	5,24	5,15	1,80	9,90	29,12
Agustín Codazzi	6,08	5,70	2,20	13,00	32,51
Becerril	8,60	7,95	3,10	18,10	37,07
Curumaní	6,01	5,75	1,90	18,50	45,45
El Copey	5,88	5,60	2,10	11,70	32,36
La Jagua de Ibirico	6,98	6,40	1,60	20,10	43,06
La Paz Robles	6,97	6,45	1,10	19,70	41,04
Manaure Balcón del Cesar	7,56	7,40	2,10	16,90	38,42
Pailitas	5,13	5,15	0,10	10,50	68,87
Pueblo Bello	5,84	5,70	0,60	23,70	38,88
Río de Oro	4,52	4,50	1,50	8,90	35,48
Valledupar	6,13	5,90	0,90	16,70	39,99

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Materia Orgánica (MO)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Fósforo (P)				
	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV
	(mg kg ⁻¹)				(%)
Aguachica	17,79	11,50	1,00	98,00	109,97
Agustín Codazzi	16,70	7,00	1,00	248,00	200,17
Becerril	22,75	7,50	1,00	145,00	150,99
Curumaní	24,40	8,00	1,00	161,00	163,27
El Copey	5,68	3,00	1,00	60,00	148,11
La Jagua de Ibirico	14,73	7,00	1,00	169,00	149,49
La Paz Robles	31,61	12,00	1,00	417,00	163,15
Manaure Balcón del Cesar	21,41	9,00	1,00	151,00	156,05
Pailitas	21,30	7,50	1,00	183,00	191,29
Pueblo Bello	9,42	4,00	1,00	222,00	210,47
Río de Oro	15,33	9,00	2,00	95,00	131,78
Valledupar	20,27	7,00	1,00	294,00	198,09

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Fósforo (P)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Potasio (K ⁺)				
	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV
	(cmol _c kg ⁻¹)				(%)
Aguachica	0,35	0,28	0,02	0,89	57,96
Agustín Codazzi	0,24	0,19	0,00	2,44	97,33
Becerril	0,29	0,26	0,04	0,73	53,62
Curumaní	0,38	0,30	0,06	1,81	85,03
El Copey	0,24	0,18	0,04	2,45	112,86
La Jagua de Ibirico	0,33	0,27	0,01	1,55	67,77
La Paz Robles	0,35	0,28	0,00	3,26	86,74
Manaure Balcón del Cesar	0,46	0,37	0,00	3,70	97,84
Pailitas	0,22	0,15	0,02	0,93	103,32
Pueblo Bello	0,28	0,22	0,00	4,00	90,84
Río de Oro	0,29	0,28	0,01	0,67	53,30
Valledupar	0,32	0,25	0,00	2,22	96,49

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Potasio (K)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Calcio (Ca ²⁺)				
	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV
	(cmol _c kg ⁻¹)				(%)
Aguachica	5,03	3,79	0,18	22,31	89,80
Agustín Codazzi	3,39	1,50	0,08	21,97	121,95
Becerril	4,36	2,81	0,18	20,06	98,45
Curumaní	3,98	3,13	0,31	10,70	77,54
El Copey	3,02	2,55	0,10	10,68	79,14
La Jagua de Ibirico	4,54	3,27	0,00	20,66	92,98
La Paz Robles	6,71	6,12	0,14	28,80	72,54
Manaure Balcón del Cesar	7,01	6,21	0,40	28,14	74,22
Pailitas	1,67	0,98	0,20	7,72	113,36
Pueblo Bello	3,65	2,70	0,07	20,07	88,85
Río de Oro	4,81	4,58	0,08	10,37	64,56
Valledupar	5,19	4,54	0,02	24,00	73,94

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Calcio (Ca)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Magnesio (Mg ²⁺)				
	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV
	(cmol _c kg ⁻¹)				(%)
Aguachica	2,65	1,74	0,21	9,93	88,34
Agustín Codazzi	1,24	0,86	0,07	9,35	120,00
Becerril	0,99	0,81	0,11	3,70	77,67
Curumaní	2,41	1,66	0,14	8,98	92,08
El Copey	1,59	1,10	0,00	8,88	110,07
La Jagua de Ibirico	1,48	1,20	0,04	10,00	84,96
La Paz Robles	2,10	1,77	0,10	9,81	75,98
Manaure Balcón del Cesar	2,21	1,74	0,07	9,85	81,02
Pailitas	1,31	0,40	0,10	5,70	121,18
Pueblo Bello	1,51	1,05	0,00	9,19	98,37
Río de Oro	2,03	1,24	0,10	8,41	105,08
Valledupar	1,77	1,42	0,00	8,57	79,92

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Magnesio (Mg)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Aluminio (Al ³⁺)				
	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV
	(cmol _c kg ⁻¹)				(%)
Aguachica	0,65	0,05	0,00	4,90	165,13
Agustín Codazzi	2,16	1,90	0,00	9,50	88,70
Becerril	2,22	2,35	0,00	8,50	90,31
Curumaní	0,61	0,00	0,00	4,70	177,74
El Copey	1,17	0,70	0,00	4,90	103,81
La Jagua de Ibirico	1,43	0,80	0,00	8,70	112,66
La Paz Robles	0,63	0,10	0,00	7,50	173,69
Manaure Balcón del Cesar	0,71	0,05	0,00	5,30	165,65
Pailitas	1,05	0,40	0,00	6,40	160,01
Pueblo Bello	0,94	0,70	0,00	7,50	115,36
Río de Oro	0,46	0,00	0,00	3,00	166,44
Valledupar	0,53	0,20	0,00	4,60	150,98

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Aluminio (Al)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Suma de bases (SB)				
	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV
	(cmol _c kg ⁻¹)				(%)
Aguachica	8,03	7,55	1,21	24,21	58,47
Agustín Codazzi	4,87	2,99	0,32	29,70	101,35
Becerril	5,64	3,88	0,48	22,50	85,51
Curumaní	6,77	6,72	0,66	13,90	48,94
El Copey	4,85	4,59	0,47	13,72	61,54
La Jagua de Ibirico	6,35	5,28	0,17	24,76	78,57
La Paz Robles	9,16	8,74	0,49	31,46	58,63
Manaure Balcón del Cesar	9,68	8,55	0,92	31,09	56,24
Pailitas	3,20	2,27	0,37	10,12	82,33
Pueblo Bello	5,45	4,49	0,27	26,32	75,16
Río de Oro	7,13	6,51	0,20	17,02	60,96
Valledupar	7,28	6,81	0,22	28,37	61,91

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Suma de bases (SB)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE)				
	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV
	(cmol _c kg ⁻¹)				(%)
Aguachica	8,67	7,72	1,92	24,21	47,37
Agustín Codazzi	7,03	5,90	0,92	29,70	55,19
Becerril	7,86	7,37	0,92	22,50	46,32
Curumaní	7,38	6,95	3,07	13,90	36,68
El Copey	6,03	5,45	0,74	15,62	39,45
La Jagua de Ibirico	7,78	6,69	1,47	24,76	51,55
La Paz Robles	9,80	8,91	2,35	31,46	49,33
Manaure Balcón del Cesar	10,39	9,00	3,90	31,09	46,57
Pailitas	4,25	3,77	1,09	10,12	60,89
Pueblo Bello	6,39	5,32	0,41	26,32	55,40
Río de Oro	7,59	6,51	0,20	17,02	51,71
Valledupar	7,82	7,07	0,22	28,37	52,20

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

CICE

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 1.

Municipio	Saturación de aluminio (SAI)				
	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.	CV
	($\%$)				
Aguachica	12,11	0,58	0,00	80,20	164,94
Agustín Codazzi	40,13	39,29	0,00	93,49	82,44
Becerril	37,15	37,75	0,00	90,91	88,07
Curumaní	11,92	0,00	0,00	87,69	181,89
El Copey	24,26	12,24	0,00	90,35	107,40
La Jagua de Ibirico	27,93	13,08	0,00	96,89	112,29
La Paz Robles	11,34	0,75	0,00	92,21	178,23
Manaure Balcón del Cesar	10,82	0,37	0,00	83,63	172,38
Pailitas	26,18	8,86	0,00	78,82	115,50
Pueblo Bello	22,34	12,08	0,00	94,49	113,26
Río de Oro	11,30	0,00	0,00	62,24	170,41
Valledupar	12,32	1,97	0,00	87,58	165,97

Estadística descriptiva de las **propiedades químicas del suelo**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Saturación de Al (SAI)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

Anexo 2. Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las propiedades químicas y la textura, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Municipio	pH				
	pH≤4,5	4,5<pH≤5,0	5,0<pH≤5,5	5,5<pH≤6,0	pH>6,0
Aguachica	20,83	25,00	22,22	25,00	6,94
Agustín Codazzi	59,79	17,79	13,17	7,12	2,14
Becerril	51,79	23,21	16,07	7,14	1,79
Curumaní	17,74	24,19	32,26	20,97	4,84
El Copey	50,96	32,69	14,42	0,96	0,96
La Jagua de Ibirico	31,94	28,85	18,94	12,78	7,49
La Paz Robles	20,97	22,58	28,06	19,03	9,35
Manaure Balcón del Cesar	16,91	22,79	32,35	19,85	8,09
Pailitas	25,00	40,00	20,00	15,00	-
Pueblo Bello	28,95	38,70	23,04	7,83	1,48
Río de Oro	17,95	15,38	33,33	23,08	10,26
Valledupar	14,50	31,94	37,10	12,78	3,69

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

pH

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Materia orgánica-MO (%)				
	MO≤6	6<MO≤8	8<MO≤12	12<MO≤16	MO>16
Aguachica	76,39	18,06	5,56	-	-
Agustín Codazzi	55,16	26,69	17,44	0,71	-
Becerril	21,43	30,36	35,71	10,71	1,79
Curumaní	53,23	29,03	16,13	-	1,61
El Copey	62,50	21,15	16,35	-	-
La Jagua de Ibirico	44,93	27,53	20,70	5,07	1,76
La Paz Robles	43,23	29,68	20,97	5,16	0,97
Manaure Balcón del Cesar	27,94	33,82	30,15	5,88	2,21
Pailitas	60,00	20,00	20,00	-	-
Pueblo Bello	59,23	27,62	11,82	0,74	0,59
Río de Oro	84,62	12,82	2,56	-	-
Valledupar	52,33	30,22	14,74	2,21	0,49

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Materia Orgánica (MO)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Fósforo-P (mg kg ⁻¹)				
	P≤5	5<P≤10	10<P≤20	20<P≤30	P>30
Aguachica	18,06	30,56	25,00	12,50	13,89
Agustín Codazzi	44,13	24,56	14,59	5,69	11,03
Becerril	46,43	12,50	14,29	7,14	19,64
Curumaní	30,65	30,65	12,90	4,84	20,97
El Copey	71,15	21,15	3,85	1,92	1,92
La Jagua de Ibirico	38,99	27,09	18,06	3,74	12,11
La Paz Robles	24,35	20,97	18,23	10,65	25,81
Manaure Balcón del Cesar	33,82	20,59	20,59	8,82	16,18
Pailitas	40,00	20,00	20,00	-	20,00
Pueblo Bello	57,46	23,78	9,60	3,40	5,76
Río de Oro	30,77	41,03	10,26	-	17,95
Valledupar	45,21	18,92	14,25	5,16	16,46

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Fósforo (P)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Potasio-K (cmol _c kg ⁻¹)				
	K≤0,2	0,2<K≤0,4	0,4<K≤0,6	0,6<K≤0,8	K>0,8
Aguachica	20,83	48,61	19,44	5,56	5,56
Agustín Codazzi	55,52	34,52	6,41	1,07	2,49
Becerril	32,14	46,43	16,07	5,36	-
Curumaní	25,81	41,94	20,97	4,84	6,45
El Copey	58,65	33,65	3,85	1,92	1,92
La Jagua de Ibirico	32,60	39,87	16,52	7,27	3,74
La Paz Robles	33,87	38,23	15,48	7,42	5,00
Manaure Balcón del Cesar	21,32	33,82	21,32	9,56	13,97
Pailitas	55,00	30,00	10,00	-	5,00
Pueblo Bello	44,76	35,75	13,29	3,99	2,22
Río de Oro	28,21	53,85	10,26	7,69	-
Valledupar	40,54	37,35	13,27	2,70	6,14

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Potasio (K)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Calcio-Ca (cmol _c kg ⁻¹)				
	Ca≤0,75	0,75<Ca≤1,5	1,5<Ca≤3,0	3,0<Ca≤4,5	Ca>4,5
Aguachica	5,56	23,61	19,44	2,78	48,61
Agustín Codazzi	28,83	21,35	14,59	8,54	26,69
Becerril	23,21	16,07	16,07	5,36	39,29
Curumaní	6,45	25,81	16,13	9,68	41,94
El Copey	17,31	20,19	15,38	22,12	25,00
La Jagua de Ibirico	18,28	13,88	15,42	10,57	41,85
La Paz Robles	3,87	10,32	12,90	10,81	62,10
Manaure Balcón del Cesar	2,94	8,09	16,91	9,56	62,50
Pailitas	30,00	40,00	15,00	5,00	10,00
Pueblo Bello	14,03	18,76	22,45	13,29	31,46
Río de Oro	5,13	15,38	15,38	10,26	53,85
Valledupar	8,35	10,07	15,48	15,72	50,37

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Calcio (Ca)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Magnesio-Mg ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)				
	Mg $\leq 0,3$	0,3<Mg $\leq 0,6$	0,6<Mg $\leq 0,9$	0,9<Mg $\leq 1,2$	Mg>1,2
Aguachica	1,39	12,50	8,33	8,33	69,44
Agustín Codazzi	22,06	20,64	10,68	15,66	30,96
Becerril	23,21	17,86	16,07	10,71	32,14
Curumaní	8,06	11,29	6,45	11,29	62,90
El Copey	13,46	17,31	10,58	13,46	45,19
La Jagua de Ibirico	13,66	12,56	11,45	13,22	49,12
La Paz Robles	3,71	5,65	7,42	11,94	71,29
Manaure Balcón del Cesar	2,94	6,62	8,82	11,76	69,85
Pailitas	35,00	20,00	5,00	10,00	30,00
Pueblo Bello	9,45	18,46	14,33	14,03	43,72
Río de Oro	12,82	10,26	12,82	12,82	51,28
Valledupar	7,62	10,32	10,57	13,27	58,23

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Magnesio (Mg)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Aluminio-Al ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)				
	Al $\leq$ 0,5	0,5<Al $\leq$ 1,0	1,0<Al $\leq$ 2,0	2,0<Al $\leq$ 3,0	Al>3,0
Aguachica	68,06	9,72	11,11	6,94	4,17
Agustín Codazzi	30,60	7,83	13,88	13,88	33,81
Becerril	26,79	12,50	8,93	19,64	32,14
Curumaní	74,19	3,23	11,29	4,84	6,45
El Copey	43,27	14,42	21,15	10,58	10,58
La Jagua de Ibirico	43,83	9,91	14,10	14,32	17,84
La Paz Robles	71,94	6,29	9,68	7,42	4,68
Manaure Balcón del Cesar	66,91	10,29	8,82	8,82	5,15
Pailitas	50,00	20,00	15,00	5,00	10,00
Pueblo Bello	45,64	20,09	21,57	8,57	4,14
Río de Oro	71,79	7,69	17,95	2,56	-
Valledupar	68,80	11,30	14,00	4,18	1,72

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Aluminio (Al)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Suma de bases-SB (cmol _c kg ⁻¹)				
	SB≤1,5	1,5<SB≤3,0	3,0<SB≤4,5	4,5<SB≤6,0	SB>6,0
Aguachica	2,78	12,50	12,50	2,78	69,44
Agustín Codazzi	28,83	22,06	11,74	6,41	30,96
Becerril	26,79	14,29	14,29	3,57	41,07
Curumaní	3,23	9,68	16,13	9,68	61,29
El Copey	15,38	18,27	15,38	22,12	28,85
La Jagua de Ibirico	17,40	16,08	9,69	11,23	45,59
La Paz Robles	4,35	8,23	8,06	9,35	70,00
Manaure Balcón del Cesar	2,21	3,68	10,29	10,29	73,53
Pailitas	40,00	20,00	15,00	10,00	15,00
Pueblo Bello	14,33	19,94	16,25	12,26	37,22
Río de Oro	10,26	7,69	15,38	7,69	58,97
Valledupar	8,11	9,83	10,81	13,76	57,49

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Suma de bases (SB)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	CICE (cmol _c kg ⁻¹)				
	CICE≤3,0	3,0<CICE≤4,5	4,5<CICE≤6,0	6,0<CICE≤7,5	CICE>7,5
Aguachica	2,78	5,56	18,06	20,83	52,78
Agustín Codazzi	3,56	14,23	35,59	18,15	28,47
Becerril	1,79	12,50	25,00	12,50	48,21
Curumaní	-	11,29	24,19	24,19	40,32
El Copey	2,88	25,96	35,58	13,46	22,12
La Jagua de Ibirico	3,08	14,98	21,59	20,26	40,09
La Paz Robles	1,13	9,68	11,94	14,84	62,42
Manaure Balcón del Cesar	-	2,21	13,97	14,71	69,12
Pailitas	35,00	30,00	10,00	10,00	15,00
Pueblo Bello	8,27	28,51	20,83	14,48	27,92
Río de Oro	7,69	12,82	17,95	15,38	46,15
Valledupar	6,63	12,29	18,67	16,71	45,70

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

CICE

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Saturación de aluminio-SAI (%)				
	SAI≤20	20<SAI≤40	40<SAI≤60	60<SAI≤80	SAI>80
Aguachica	76,39	11,11	6,94	4,17	1,39
Agustín Codazzi	38,79	12,10	10,32	24,91	13,88
Becerril	42,86	8,93	16,07	17,86	14,29
Curumaní	79,03	8,06	6,45	4,84	1,61
El Copey	60,58	13,46	12,50	7,69	5,77
La Jagua de Ibirico	55,51	11,01	11,67	12,33	9,47
La Paz Robles	80,65	6,45	7,74	4,35	0,81
Manaure Balcón del Cesar	79,41	11,76	3,68	3,68	1,47
Pailitas	55,00	10,00	15,00	20,00	-
Pueblo Bello	60,86	15,95	10,93	7,98	4,28
Río de Oro	76,92	7,69	12,82	2,56	-
Valledupar	78,62	9,58	5,65	4,67	1,47

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Saturación de Al (SAI)

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

... continuación anexo 2.

Municipio	Textura												
	Sin dato	Ar	ArA	ArL	A	AF	F	FAr	FA	FArA	FArL	FL	L
Aguachica	-	50,00	33,33	-	-	-	-	4,17	1,39	11,11	-	-	-
Agustín Codazzi	-	59,43	15,66	-	-	-	0,71	5,69	2,49	16,01	-	-	-
Becerril	-	25,00	35,71	-	-	5,36	3,57	-	8,93	21,43	-	-	-
Curumaní	-	33,87	48,39	-	-	-	-	-	1,61	16,13	-	-	-
El Copey	-	70,19	24,04	-	-	-	-	3,85	-	1,92	-	-	-
La Jagua de Ibirico	-	33,70	18,94	-	-	0,44	0,88	9,69	5,51	30,84	-	-	-
La Paz Robles	-	69,19	5,81	-	-	-	1,61	11,94	0,65	10,65	-	0,16	-
Manaure Balcón del Cesar	-	44,12	18,38	-	-	-	2,21	10,29	5,15	19,85	-	-	-
Pailitas	-	50,00	30,00	-	-	-	-	-	5,00	15,00	-	-	-
Pueblo Bello	-	47,27	26,00	-	-	0,59	0,15	4,43	1,62	19,94	-	-	-
Río de Oro	-	33,33	46,15	-	-	-	-	-	-	20,51	-	-	-
Valledupar	3,93	49,39	21,87	-	-	0,74	0,49	1,97	4,18	17,44	-	-	-

Frecuencia porcentual de muestras para los rangos de las **propiedades químicas** y la **textura**, correspondientes a 12 municipios del departamento de Cesar.

Textura

Puede acceder directamente a la propiedad química de su interés.

Caracterización de la fertilidad de los suelos de la zona cafetera de Colombia

Siavosh Sadeghian Khalajabadi
Investigador Científico III

Luz Adriana Lince Salazar
Investigador Científico I (hasta
marzo de 2025)

DISCIPLINA DE SUELOS

Rubén Darío Medina Rivera
Investigador Científico II

Luis Carlos Imbachí Quinchua
Asistente de Investigación

DISCIPLINA DE BIOMETRÍA

**CENTRO NACIONAL DE
INVESTIGACIONES DE CAFÉ,
CENICAFÉ**

Cómo citar:

Sadeghian, S., Lince-Salazar, L. A., Medina-Rivera, R., & Imbachí, L. C. (2025). *Caracterización de la fertilidad de los suelos de la zona cafetera de Colombia*. Cenicafé. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0006>