

EFECTO DE LA INFLUENCIA ANTRÓPICA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS SUELOS PROCEDENTES DE DOS ÁREAS DE MARISMA

Purificación Marcet Miramontes; M^a Luisa Fernandez Feal; M^a Luisa Andrade Couce; M^a José Montero Vilariño.

Universidad de Vigo. Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Lagoas-Marcosende. Vigo 36200. e-mail: marcet@uvigo.es

Resumen

El objetivo de este estudio es evaluar el estado actual de los suelos procedentes de dos marismas con diferente influencia antrópica. Todos los suelos estudiados tienen una baja capacidad de intercambio catiónico efectiva, práctica ausencia de Al intercambiable y desequilibrios entre las bases de cambio, con predominio del calcio. En los suelos de la marisma del río Xubia afectados por vertidos de basuras, el contenido de materia orgánica sufre fuertes oscilaciones a lo largo del año, baja actividad biológica, escaso nitrógeno y ocasionalmente elevadas relaciones C/N. Los suelos afectados por actividades industriales presentan escasos contenidos de materia orgánica y concentraciones muy bajas de nitrógeno. El contenido de metales pesados es más elevado en los suelos de esta marisma, aquellos situados en las proximidades de una industria metalúrgica y los antroposoles úrbicos son los que presentan contenidos más elevados de metales. Por el contrario, los suelos de la marisma del río Ferreirias no presentan prácticamente influencias de origen antrópico.

INTRODUCCION

Las descargas de residuos industriales, agrícolas y urbanos son las fuentes principales de contaminación de los ecosistemas costeros. En las zonas de marisma

por ser áreas restringidas, los efectos de la influencia antrópica se manifiestan con mayor intensidad sobre la calidad de los suelos, sedimentos y aguas.

La marisma formada en la desembocadura del río Xubia (Ría de Ferrol) está afectada por diversos aportes contaminantes que, junto con su morfología semicerrada, la convierten en una zona donde la calidad de los suelos, así como el equilibrio físico-químico del ecosistema pueden verse alterados.

El río Ferrerías (Villarrube) forma en su desembocadura una zona de marisma, en donde a diferencia de la anterior, la actividad humana no supone una fuente de riesgos para la calidad de los suelos.

Los suelos de marisma tienen diversas potencialidades y limitaciones intrínsecas que, independientemente de su localización geográfica, están relacionadas con muchas propiedades que son comunes a todos ellos, como largos períodos de inundación a lo largo del año, influencias mareales, mínima diferenciación de los perfiles, a veces bajo pH, excesivamente arenosos, bastante susceptibilidad a la recepción de agentes contaminantes a causa de manejos inadecuados.

Los suelos de las áreas fijadas como objeto de estudio, son fundamentalmente fluvisoles, arenosoles, histosoles y antrososoles.

Con la finalidad de evaluar el estado actual de estas dos marismas y cuantificar el impacto de los aportes contaminantes sobre las características físico-químicas de los suelos, se llevó a cabo la determinación de indicadores químicos de calidad (pH, contenido total y disponible de metales, contenido de materia orgánica, nitrógeno orgánico e inorgánico, fósforo, etc.) en muestras tomadas en las dos marismas.

MATERIAL Y METODOS

Material: Las muestras estudiadas corresponden a seis puntos de muestreo en la marisma formada por el río Xubia en la Ría de Ferrol (SF1, SF2, SF4, SF5, SF6 y SF7) y tres en la marisma formada por el río Ferrerías en Villarrube (SV1, SV2, SV3). En cada uno de los puntos seleccionados, se han tomado mensualmente muestras de la capa superficial (0-30 cm) durante un año.

Características de los puntos de muestreo: **SF1:** suelo sobre sedimentos aluviales y afectado por depósitos de escombros y basura. **SF2:** Suelo sobre sedimentos aluviales, próximo a viviendas. **SF4:** suelo sobre sedimentos aluviales y restos de mineral procedente de un lavadero, próximo a un vertedero de escombros situado en un antiguo lavadero de mineral de cuarzo. **SF5:** Restos de escorias de industria

metalúrgica, entremezclado y cementado con coluvios de cuarzo.**SF6**:mismas características que el SF5. **SF7**: suelo sobre esquistos pizarrosos, con escasa influencia antrópica.**SV1** y **SV3**: suelos sobre anfibolitas y con repoblación forestal.**SV5**:suelo sobre anfibolita y nula influencia antrópica.

Metodos: El contenido de materia orgánica se estimó mediante el método de Walkey y Black (1934), el nitrógeno total se determinó siguiendo el método Kjeldahl (Bremner, 1965) modificado por Guitian y Carballas (1976). Las bases de cambio y $CIC_{+(e)}$, se determinaron por el método de Hendershot y Duquette (1986) y el fósforo asimilable por el método Olsen et al. (1954).La determinación de los metales en forma disponible se realizó según el método de Lindsay y Norvell (1978).

Todos los datos se sometieron a un análisis estadístico mediante el programa informático SPSS , los análisis estadísticos que se efectuaron fueron: Test de Levene, ANOVAS y DMS.

RESULTADOS Y DISCUSION

Suelos de la marisma del río Xubia

Las muestras de suelos procedentes de esta marisma presentan valores de pH desde fuertemente básicos (SF1, SF5, SF6) hasta ligeramente ácidos (SF7 y SF4). Los suelos situados en las proximidades de una industria metalúrgica (SF5 y SF6), así como los cercanos a vertederos de escombros presentan valores anormalmente altos de pH ([Fig. 1](#)).

El suelo SF1 presenta un pH superior a 8 la mayor parte del año. El suelo SF2 , menos afectado por vertidos, presenta valores de pH que varían entre 8,1 y 4,9, aunque la mayor parte del periodo de estudio su pH es alrededor de 6. La muestra SF4, aunque también afectada por residuos de edificación, esta situada en las proximidades de un lavadero de mineral por lo cual las aguas ácidas que circulan a través de los residuos del lavadero neutralizan parte de la alcalinidad de los materiales calizos de los escombros vertidos. Por ello a lo largo del periodo experimental, los valores de pH oscilan entre 4,5 y 6,4.

Los suelos SF5 y SF6, antrosolos úrbicos desarrollados sobre restos de escorias y vertidos industriales metálicos a los que se les añadió ocasionalmente cal, y que han sido cementados con coluvios de cuarzo y esquistos, presentan unos valores de pH

que llegan a alcanzar 11,5, siendo superiores a 9 en ambos suelos en la mayor parte del periodo de estudio. El suelo SF7 es el menos afectado por la actividad antrópica y el valor del pH se pueden considerar dentro del rango normal en suelos desarrollados sobre este tipo de materiales.

El análisis de la varianza, muestra diferencias altamente significativas entre el pH de los suelos de esta marisma, resultado de la influencia antrópica.

El contenido de materia orgánica esta sometido a importantes variaciones. El suelo SF2 , el mas afectado por vertidos de basura procedente de actividades domésticas, posee contenidos elevados de materia orgánica en algunas épocas de muestreo, aunque en general se caracteriza por bruscas oscilaciones a lo largo del periodo de estudio ([Fig. 2](#)), baja actividad biológica, escasa presencia de nitrógeno ([Fig. 3](#)) y ocasionalmente altas, relaciones C/N, todo esto atribuible a los aportes indiscriminados de materiales residuales que elevan el contenido orgánico, principalmente en materia orgánica fresca.

Los residuos de las actividades industriales, utilizados para el relleno de la zona de marisma donde se encuentran situados los suelos SF5 y SF6, han configurado unos suelos con escasos contenidos orgánicos y concentraciones muy bajas de nitrógeno. Ello da lugar a relaciones C/N indicadoras de la practica paralización de los procesos de mineralización, a esto también contribuye el extraordinariamente alto pH, consecuencia de los aportes de cal y de cenizas procedentes de la actividad industrial. La muestra SF1 posee escaso contenido de materia orgánica y nitrógeno , al igual que la muestra SF4 afectada por escombros de derribo y restos de un lavadero de mineral. Por último, la muestra SF7, como ya se ha indicado es la menos afectada por la actividad humana, presenta unos contenidos de materia orgánica y nitrógeno , mas acordes con la vegetación que soporta, aunque la relación C/N tampoco favorece la evolución del material orgánico.

El análisis de la varianza pone de manifiesto diferencias significativas entre el contenido de materia orgánica, N y P asimilable de la muestra SF2 y las restantes, por ser el suelo mas afectado por vertidos orgánicos.

El contenido de fósforo asimilable es muy bajo en todos los suelos, principalmente debido a los valores de pH, lo cual provoca la precipitación de este elemento como fosfato cálcico y de hierro.

Los suelos de esta marisma presentan una capacidad de intercambio catiónico efectiva muy baja ([Fig. 4](#)), así como un alto grado de saturación de bases, estando también caracterizados por la ausencia de H^+ intercambiable y bajos valores de Al^{+3} , incluso en las muestras SF5 y SF6 es prácticamente nulo. Estos datos están en concordancia con el elevado pH de la mayoría de las muestras, tal y como indican muchos autores (Alvarez Rogel et al., 1997; Andreu et al., 1996).

Los suelos de esta marisma presentan una amplia variabilidad en el contenido de metales pesados ([Tabla 1](#)), en función de su mayor o menor proximidad a zonas afectadas por la actividad antrópica. Los suelos SF2, SF4 y SF7 poseen contenidos metálicos totales y asimilables medios de Cu, Ni, Pb y Zn dentro del rango de concentraciones correspondientes a suelos desarrollados sobre materiales análogos. Sin embargo la muestra SF5 y SF6, poseen concentraciones muy elevadas de estos elementos, ambos suelos, que podrían clasificarse como antrosoles úrbicos, están afectados por vertidos procedentes de una industria metalúrgica.

El análisis estadístico pone de manifiesto la existencia de correlación positiva entre los contenidos de Cu y Ni, Cu y Pb, así como entre Pb y Zn, esto pone de manifiesto la influencia de los aportes industriales. La variabilidad espacial muestra que las concentraciones de todos los metales estudiados son significativamente diferentes y mayores en las muestras SF5 y SF6, las más afectadas por vertidos industriales.

Suelos de marisma del río Ferrerías

Los suelos procedentes de esta marisma tienen unos valores de pH más acordes con el material de partida ([Fig.1](#)); la influencia de las aguas marinas y salobres que los inundan periódica u ocasionalmente y los aportes del río, junto con las aguas de lavado de las zonas agrícolas próximas, dan lugar a un elevado contenido de Ca asimilable que contribuye a que estos suelos tengan valores de pH próximos a la neutralidad.

El suelo SV1 tiene un pH, a lo largo del periodo de estudio, ligeramente alcalino, el suelo SV3 próximo a la neutralidad y el suelo SF5 presenta pH alcalino prácticamente constante durante los doce meses.

El análisis de varianza pone de manifiesto diferencias altamente significativas entre el pH del suelo SF5 y los restantes, esto confirma la influencia del agua marina mucho más intensa en esta muestra.

La escasa influencia humana junto con los procesos erosivos y de drenaje que tienen lugar en estos suelos y el efecto de las aguas salobres, quedan reflejados en los contenidos de materia orgánica y nitrógeno.

Así, SV1 posee contenidos muy bajos de nitrógeno y contenidos de materia orgánica ([figs. 2 y 3](#)) que varían en función de los aportes y de la mayor o menor cantidad de restos vegetales en distintos grados de descomposición que, ocasionalmente, son arrastrados por las arroyadas. Ello da lugar a importantes variaciones en la relación C/N que no contribuyen a estabilizar el horizonte orgánico ya que la mayor parte es materia orgánica fresca. El suelo SV3, de características similares al anterior, contiene cantidades muy bajas de nitrógeno y contenidos de materia orgánica con fuertes variaciones.

El suelo SV5, puede clasificarse como un fluvisol tónico (ISSS,1998), y se encuentra anegado con frecuencia, queda en ocasiones desprovisto de materia orgánica por arrastre del horizonte superficial, sin embargo en aquellas épocas donde la influencia de las aguas marinas es menor llega a tener un horizonte orgánico bien desarrollado. El contenido medio de materia orgánica a lo largo del periodo de estudio es 1,18 % valor similar al de suelos análogas de la misma zona (Andrade y Guitian, 1976) (Fig. 3). El análisis de la varianza pone de manifiesto diferencias significativas entre el contenido de nitrógeno y materia orgánica de este suelo y los restantes de esta marisma.

La concentración de fósforo disponible es muy baja a consecuencia de la elevada fijación de este elemento.

Los suelos de esta marisma poseen un elevado grado de saturación de bases pero muy baja capacidad de intercambio catiónico efectiva, ello significa que en ausencia de Al^{+3} y H^{+} , lo que predomina en el complejo de cambio son las bases, aunque en cantidades muy bajas (Fig. 5).

Los contenidos metálicos totales y asimilables en las muestras recogidas en la marisma del río Ferrerías están dentro del rango normal en suelos desarrollados sobre anfibolitas, incluso ligeramente inferiores (Tabla 1). Por ello no se aprecia ningún síntoma de contaminación por metales, ni problemas de toxicidad para los vegetales. Al analizar la variación estacional del contenido de metales tanto total como asimilable, pone de manifiesto la ausencia de diferencias significativas durante todo el periodo de muestreo.

CONCLUSIONES

Los suelos de la marisma del río Xubia están fuertemente afectados por actividades antrópicas del entorno. De no proceder al cese del depósito de basuras urbanas, residuos industriales y materiales de construcción, se puede alterar irreversiblemente el sistema a corto plazo.

Por el contrario, los suelos situados en la marisma del río Ferrerías pueden considerarse no afectados negativamente por la actividad humana, aunque se deben tomar medidas ante, la cada vez mayor, presencia de instalaciones turísticas y asentamientos de población.

REFERENCIAS

Alvarez-Rogel, J., Ortiz F. (1997): Tipología de suelos, zonación de la vegetación y gradiente edáfico en un saladar costero del sureste de España. *Edafologia*, 3-2:257-269.

Andrade M.L., Guitián F. (1976): Contenido , distribución y formas de Zn en suelos del NW de España.II. Características químicas de los suelos. *An. Edaf. Agrob.* XXXV, 11-12: 1205-1219.

Andreu L., Jarvis N.J., Moreno F., Vachaud, G. (1996): Simulating the impact of irrigation management on the water and salt balance in drained marsh soils. *Soil Use and Management*, 12839. 109-116.

Bremner J M . (1965): Nitrogen availability indexes In: Methods of soil Analysis. Part. 2. Chemical and Microbiological Properties. Black,C.A., Evans,D.D., Esminger, L.E. and Clark, F.E. eds. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin: 1324-1345.

Guitián, F., Carballas, T., (1976): Técnicas de análisis de suelos. 2º Ed.

Pico Sacro: Santiago de Compostela.

Hendershot Duquette (1986): Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science. Ed. Martin R. Carter.

Lindsay Norwell (1978): Soil sampling and Methods of analysis. Canadian Society of Soil Science. 1993.

Olsen, S. R., Cole, V., Watanabe, F. S., (1954): Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circ.* 939.

Walkley A, Black I A. (1934): An Examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic titration method. *Soil Sci.* 34:29-38.

FIGURAS Y TABLAS.

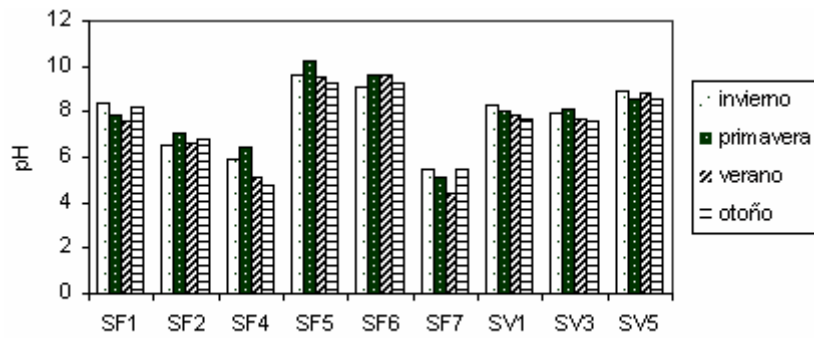


Figura 1. Variación estacional del pH de los suelos.

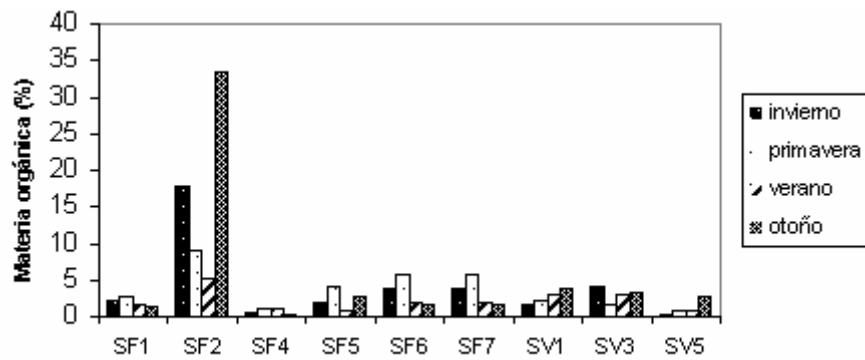


Figura 2. Variación estacional del contenido de materia orgánica de los suelos.

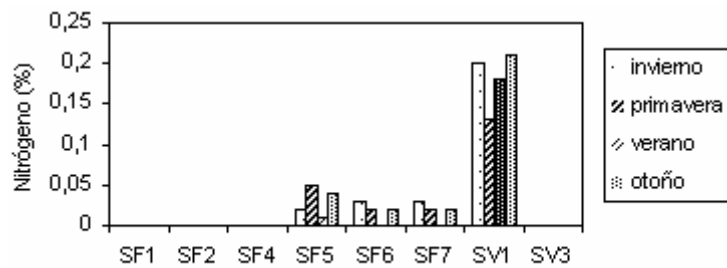


Figura 3. Variación estacional del contenido de nitrógeno.

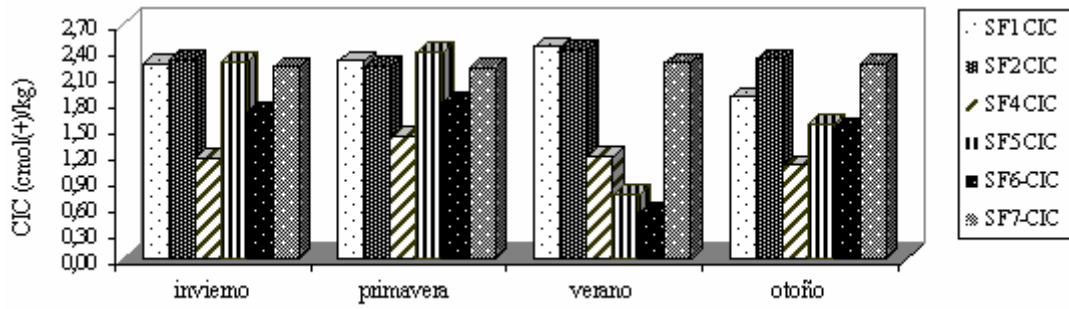


Figura 4. Variación estacional de la C. I.C. . Suelos de la marisma del río Xubia.

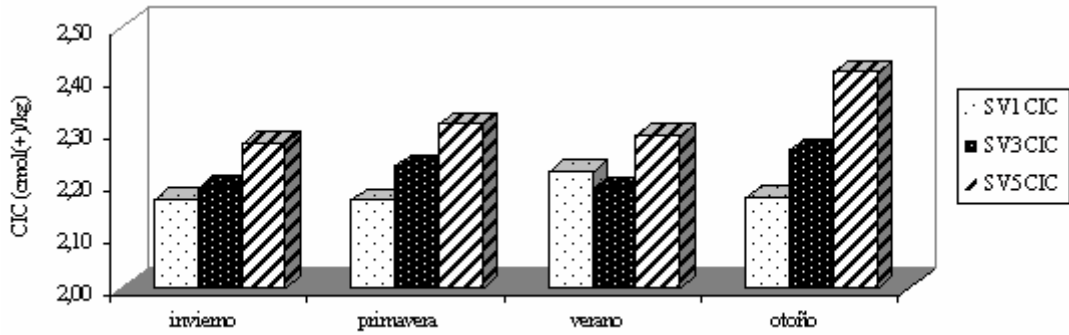


Figura 5. Variación estacional de la C. I.C. . Suelos de la marisma del río Ferrerías.

Tabla 1. Variación estacional del contenido total y asimilable de Cu, Fe, Ni, Pb, Zn y Mn (mg/kg).

		Cu.As	Cu Tt.	Fe As.	Fe Tt.	Ni As.	Ni Tt.	Pb As.	Pb Tt.	Zn As.	Zn Tt.	Mn As.	Mn Tt.
SF1	invierno	8,0	73,3	29,3	351,6	9,1	23,3	38,4	266,7	42,5	860,0	36,9	133,5
	primavera	8,6	106,7	25,8	309,6	8,5	41,7	29,4	316,7	63,3	749,2	56,8	220,1
	verano	15,8	100,0	22,8	273,2	9,9	33,3	42,4	253,3	54,3	1158,3	30,3	138,5
	otoño	14,9	105,0	23,9	286,4	7,7	35,0	35,1	233,3	67,3	791,7	50,9	216,8
SF2	invierno	4,9	8,6	102,2	2,0	71,6	9,5	43,3	11,0	110,0	24,5	110,415	64,283
	primavera	4,8	45,0	4,0	48,4	2,0	73,3	2,4	19,3	5,3	68,3	25,433	125,418
	verano	3,8	35,0	6,0	72,0	2,0	73,3	8,6	29,6	5,4	55,0	24,133	114,393
	otoño	6,9	73,3	9,4	112,800	2,4	53,3	6,3	61,6	10,2	106,6	36,267	141,627
SF4	invierno	18,4	59,9	9,6	116,0	8,9	62,6	3,1	58,8	6,9	43,5	12,600	50,575
	primavera	17,0	55,2	8,1	97,8	7,3	32,8	2,9	58,6	3,6	94,5	7,233	33,088
	verano	16,7	54,4	7,7	92,5	6,0	30,0	3,2	64,0	6,0	81,5	3,933	18,923
	otoño	17,4	56,8	7,9	94,8	4,5	47,6	2,6	52,0	7,3	111,5	9,600	47,785
SF5	invierno	80,5	300,0	18,4	220,8	13,9	106,7	26,0	839,0	212,9	3215,0	296,5	1477,0
	primavera	70,6	300,0	25,7	308,8	13,2	113,3	28,6	983,3	204,0	2013,3	130,3	659,8
	verano	30,3	113,3	6,4	76,4	2,6	36,7	3,9	366,7	70,1	1338,3	70,4	334,4
	otoño	54,5	231,7	6,1	73,6	4,9	66,7	10,8	1316,7	138,7	1963,8	151,2	740,0
SF6	invierno	416,8	1888,3	52,5	629,6	17,7	656,7	475,5	1142,1	111,7	630,0	142,9	651,8
	primavera	451,1	2638,3	37,5	449,6	38,0	1051,7	106,3	332,7	93,2	1108,3	83,0	413,2
	verano	205,4	866,7	15,4	184,4	14,8	336,7	27,0	84,4	42,2	53,3	32,5	154,2
	otoño	222,2	1236,7	43,2	518,4	12,8	426,7	452,2	3277,3	88,7	1648,8	114,7	516,1
SF7	invierno	2,6	40,0	19,8	237,6	2,3	60,1	4,6	35,3	5,9	116,7	79,5	347,7
	primavera	3,2	36,7	12,5	149,6	2,7	62,3	5,1	39,1	8,6	170,0	77,6	321,6
	verano	3,0	33,3	11,1	133,2	4,6	90,9	4,4	33,9	2,9	56,7	95,4	479,1
	otoño	3,4	51,7	17,3	207,2	3,6	52,3	3,0	24,1	2,4	83,3	35,4	144,3
SV3	invierno	2,0	43,3	18,3	220,0	25,1	96,0	1,8	54,7	2,0	55,0	35,9	147,3
	primavera	2,0	36,7	24,1	289,6	20,5	78,3	1,0	32,2	1,8	41,7	38,0	161,3
	verano	2,3	46,7	22,5	270,4	27,1	111,7	1,9	59,7	2,0	48,3	51,2	231,9
	otoño	1,9	53,3	17,0	204,0	20,9	80,0	1,5	45,4	2,4	63,3	59,3	281,2
SV5	invierno	1,7	48,2	18,4	220,4	4,9	46,0	1,7	51,9	1,9	54,9	14,5	66,8
	primavera	2,4	67,8	23,3	279,2	2,6	24,2	1,6	49,0	1,5	46,0	10,9	49,5
	verano	2,4	67,3	20,3	244,0	3,3	31,6	2,1	64,4	1,2	35,2	8,0	40,2
	otoño	2,4	67,8	25,5	306,0	1,9	17,6	2,1	65,0	1,3	38,3	13,3	60,0