

Previsión de rendimiento de colza, trigo y cebada de invierno utilizando imágenes satelitales de radar.

Desarrollamos un método para predicción de rendimiento para una empresa agropecuaria en Thuringia basado en nuestro índice de vegetación ESVI (Índice de vegetación SAR mejorado). Para hacerlo utilizamos datos de los satélites Sentinel-1 del programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea ESA.

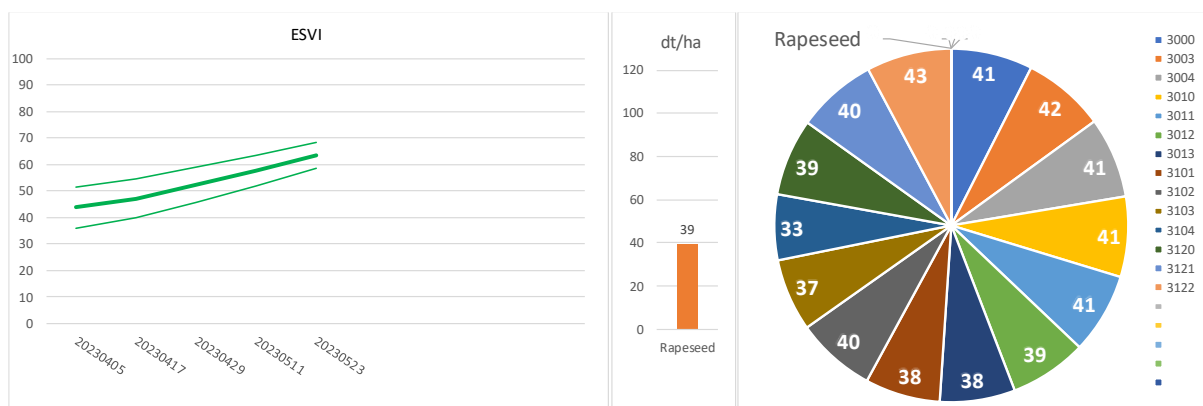
Los satélites Sentinel-1 envían microondas a la superficie de la Tierra y miden la retrodispersión de la señal en dos polarizaciones. La señal es adecuada para estimar la biomasa fresca en lotes agrícolas. La principal ventaja del método es que la señal es independiente de la cobertura nubosa o de la luz solar.

Las mediciones se realizan cada 12 días en la misma constelación. Esto significa píxel a píxel (20x20m) siempre en el mismo ángulo y con la misma cantidad de energía.

Esto quiere decir que los cambios en los valores medidos pueden ser claramente asignados a cambios en el desarrollo de la biomasa.

El productor nos proveyó de datos de rendimiento de numerosos lotes para los años 2018 a 2022. Basados en esos datos, derivamos una estimación de rendimientos que generó muy buenos resultados, especialmente en el período principios a mediados de Mayo.

Nosotros ya habíamos reportado esto en un artículo previamente. En 2023 utilizamos la fórmula existente para enviar al productor una estimación de rendimientos cada 12 días en forma de tablero.



A la izquierda se muestra el desarrollo temporal de biomasa a través de todas las áreas.

En el medio está el valor del rendimiento promedio esperado y en la derecha el rendimiento pronosticado para las áreas individuales.

En el corriente año 2023, los resultados fueron tan buenos como en los años previos. La table siguiente provee una vista global de la desviación del rendimiento proyectado con el rendimiento real medido para los años 2018-2023. Un valor de 96 indica que el modelo subestimó el rendimiento real medido en 4%. Especialmente en el período comprendido entre principios y mediados de mayo, es decir, dos meses antes de la cosecha, y en el caso de los granos dos semanas antes de la última fertilización, el rendimiento previsto se acerca

al rendimiento realmente medido. El resultado para las áreas individuales en 2023 se encuentra al final del documento (Anexo 1).

Los resultados de años anteriores ya han sido publicados en el informe anterior.

2018	ha	20180407	20180419	20180501	20180513	20180525	20180606	20180618	20180630	20180712	20180724
Rapeseed	214	88	92	104	115	123	120	123	117	102	88
Wheat	220	93	113	113	112	116	117	117	118	113	89
Barley	167	99	117	108	107	111	129	129	117	106	92
2019	ha	20190402	20190414	20190426	20190508	20190520	20190601	20190613	20190625	20190707	20190719
Rapeseed	138	104	97	90	92	92	95	95	97	95	104
Wheat	241	110	104	112	117	122	114	109	107	111	98
Barley	177	72	75	82	89	88	82	85	86	93	89
2020	ha	20200408	20200420	20200502	20200514	20200526	20200607	20200619	20200701	20200713	20200725
Rapeseed	203	93	88	94	97	101	101	106	107	102	95
Wheat	207	90	93	94	94	100	103	108	109	109	89
Barley	116	95	95	94	95	99	103	105	105	103	89
2021	ha	20210403	20210415	20210427	20210509	20210521	20210602	20210614	20210626	20210708	20210720
Rapeseed	179	108	99	95	89	96	99	104	104	112	107
Wheat	234	87	92	94	98	88	75	73	76	94	109
Barley	201	91	97	102	98	87	74	75	93	114	119
2022	ha	20220410	20220422	20220504	20220516	20220528	20220609	20220621	20220703	20220715	20220727
Rapeseed	166	111	100	103	107	111	110	112	102	84	68
Wheat	161	98	113	113	112	107	104	103	97	86	61
Spelt	75	93	108	100	86	86	89	92	96	107	88
2023	ha	20230405	20230417	20230429	20230511	20230523	20230604	20230616	20230628	20230710	20230722
Rapeseed	218	101	93	95	98	100	106	112	114	104	106
Wheat	254	121	125	125	111	100	93	97	104	105	89
Barley	231	84	98	101	94	80	81	87	97	89	81

Con este método, los datos adicionales como los datos de tiempo o de suelo se evitan deliberadamente porque usualmente tienen resolución temporal y espacial diferente.

Es imposible saber si la cantidad de lluvia medida en la estación meteorológica más cercana es realmente representativa para los potreros analizados.

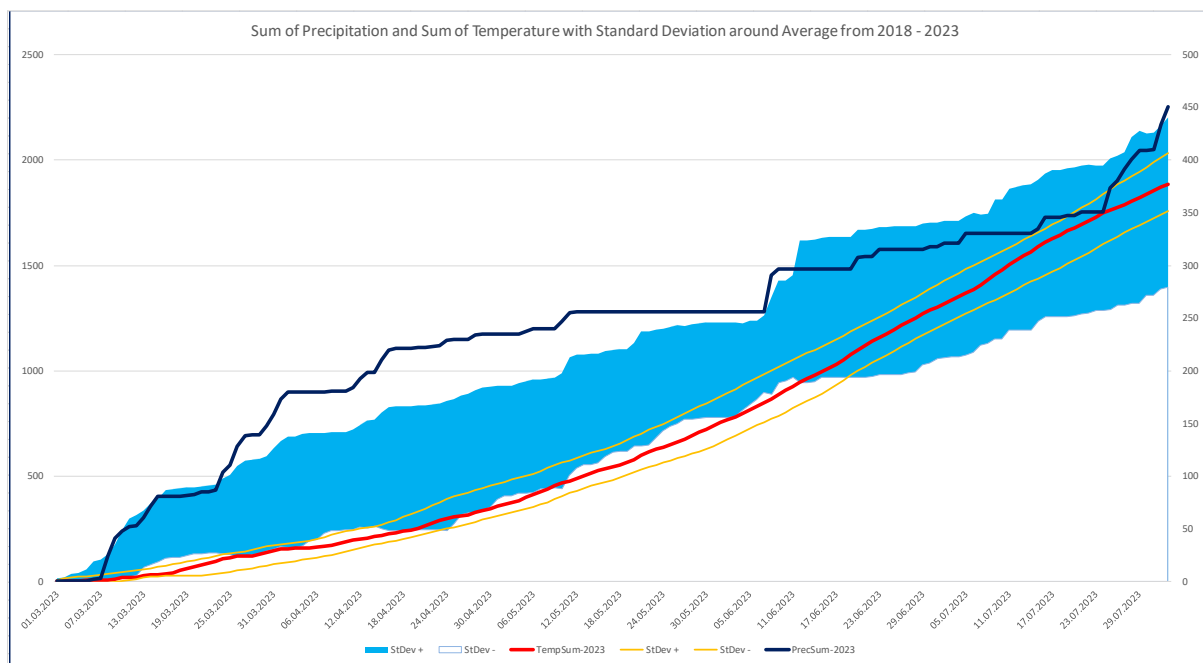
Los datos de temperatura necesitan ser ajustados por altitud. Los mapas de suelo pueden perder valor informativo debido a cambios estructurales como construcción de rutas o drenajes.

Creemos que las condiciones reales de crecimiento son reflejadas por los valores de cada pixel del índice de biomasa y lo medimos con el sensor cada 12 días utilizando la misma metodología.

Un examen de los datos climáticos de la estación meteorológica más cercana, que está aproximadamente a 15 km del campo, no muestra una tendencia clara a lo largo de 6 años de estudio. (Ver Anexo 2-7)

El gráfico siguiente muestra un análisis de los datos del tiempo de 2023 comparado con los años 2018-2023. El valor promedio fue calculado para la suma de temperaturas y la suma de precipitaciones a lo largo del período de 6 años. Además se calculó la desviación standard simple, la cual representa el intervalo de confianza en el gráfico. La línea azul muestra la precipitación total para 2023 y el área azul muestra el intervalo de confianza correspondiente, el que se deriva de los datos de la serie 2018-2023.

El año 2023 se caracterizó por una primavera húmeda desde fines de marzo a mediados de mayo. A finales de julio se renovaron las lluvias lo que llevó a demoras en la cosecha de la colza de invierno y el trigo de invierno. En contraste, la temperatura total se mantuvo dentro del rango normal.



Como pasos próximos, estamos planificando testear en campos adicionales y cultivos adicionales.

En Argentina también alcanzamos resultados buenos similares con los cultivos de trigo, maíz, soja y girasol.

<https://cropix.ch/wp-content/uploads/Prediccion-de-rendimiento-basado-en-ESVI-en-la-provincia-de-Santa-Fe-Argentina.pdf>

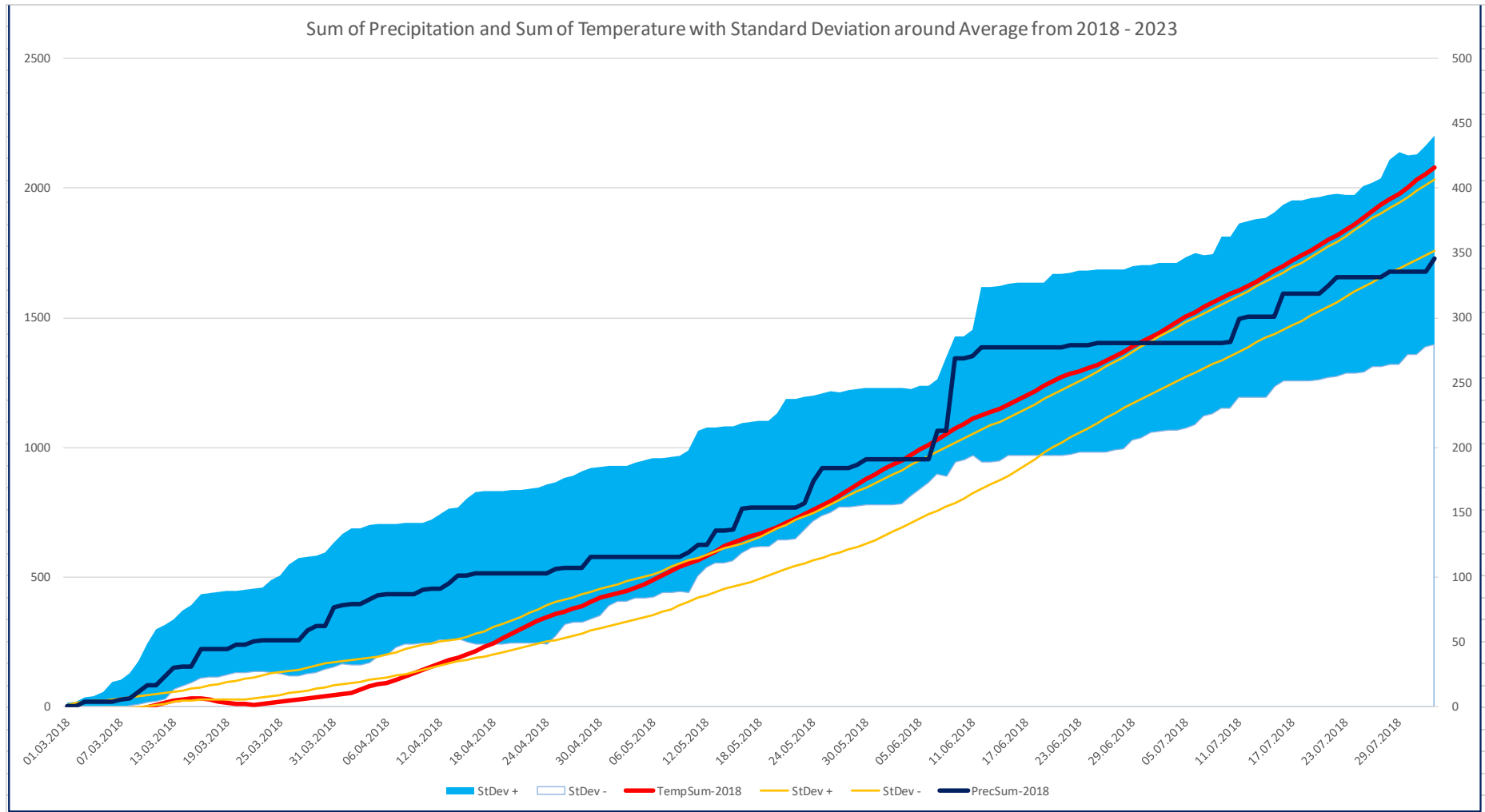
Anexo 1 : Resultado de los potreros individuales de los cultivos de colza de invierno, trigo de invierno y cebada de invierno en 2023. Los valores medios se encuentran en la serie de datos superior. Los resultados de cada área para los años 2018 – 2022 se pueden encontrar aquí:

<https://cropix.ch/wp-content/uploads/Prediccion-de-rendimiento-para-cultivos-herbaceos-basada-en-ESVI.pdf>

Plot ID	Yield/ha	ha	Yield	20230405	20230417	20230429	20230511	20230523	20230604	20230616	20230628	20230710	20230722
Rapeseed	39	218	9214	101	93	95	98	100	106	112	114	104	106
3000	44	84,2	3690	100	90	91	93	94	99	104	107	96	88
3003	45	4,0	180	90	82	83	88	92	96	101	103	96	104
3004	43	12,6	537	102	92	93	95	95	100	105	109	102	103
3010	42	29,1	1210	98	90	92	95	98	104	110	113	100	91
3011	41	2,0	82	110	100	105	103	99	98	99	101	97	107
3012	39	19,4	747	106	97	98	100	101	107	115	119	107	104
3013	37	15,8	588	105	97	98	100	102	110	119	125	113	107
3101	39	3,8	147	112	101	99	99	98	103	106	106	97	106
3102	44	7,8	344	101	93	94	94	91	95	99	101	95	105
3103	32	15,9	509	93	90	97	107	114	126	135	139	125	123
3104	26	7,8	537	84	88	101	115	128	146	158	162	150	161
3120	43	8,0	340	92	84	85	88	92	98	104	107	96	95
3121	38	5,2	195	116	105	109	110	108	112	116	117	105	109
3122	40	2,7	107	100	91	94	102	108	112	116	117	103	103
Wheat	77	254	19534	121	125	125	111	100	93	97	104	105	89
6	82	21,8	1796	117	122	121	105	90	83	88	97	99	81
12	83	17,6	1467	114	120	117	102	92	87	92	98	97	77
14	74	17,7	1317	130	129	125	110	104	100	106	113	113	93
15	73	22,1	1619	142	146	140	122	111	103	107	118	121	98
1000	76	17,7	1343	119	124	124	110	97	90	96	108	114	98
1008	72	24,9	1802	131	135	134	118	108	100	104	108	108	91
1011	80	28,9	2313	116	119	119	107	100	94	100	106	109	100
1013	85	27,3	2307	95	100	107	100	94	84	86	90	93	86
2010	71	23,2	1655	121	130	134	123	114	107	113	118	115	91
3100	73	37,5	2751	132	139	140	120	105	91	93	102	100	83
3105	79	14,8	1162	118	120	117	103	94	87	89	93	94	82
Barley	80	231	18644	84	98	101	94	80	81	87	97	89	81
1003	89	4,2	376	81	92	92	87	78	86	94	105	97	89
1006	72	7,4	535	98	115	116	107	92	98	113	131	116	96
1007	90	3,8	342	95	107	102	91	77	88	97	108	99	88
1018	77	4,9	376	104	115	110	99	83	91	100	114	107	94
5200	93	52,6	4869	85	94	90	81	68	76	87	100	90	81
5202	107	7,1	760	56	68	70	64	51	49	55	72	67	61
5204	91	15,1	1372	69	81	84	79	66	70	83	100	89	78
5205	71	4,9	349	100	117	119	109	92	94	98	105	102	99
5400	75	13,3	994	72	87	101	100	87	87	90	91	82	75
8028	75	19,9	1487	88	104	115	115	99	85	82	92	94	97
8030	68	29,5	2005	90	109	119	113	93	89	82	79	67	62
8031	77	61,9	4794	76	93	103	98	80	76	76	81	73	69
8032	56	6,8	383	88	107	120	116	100	89	83	85	73	65

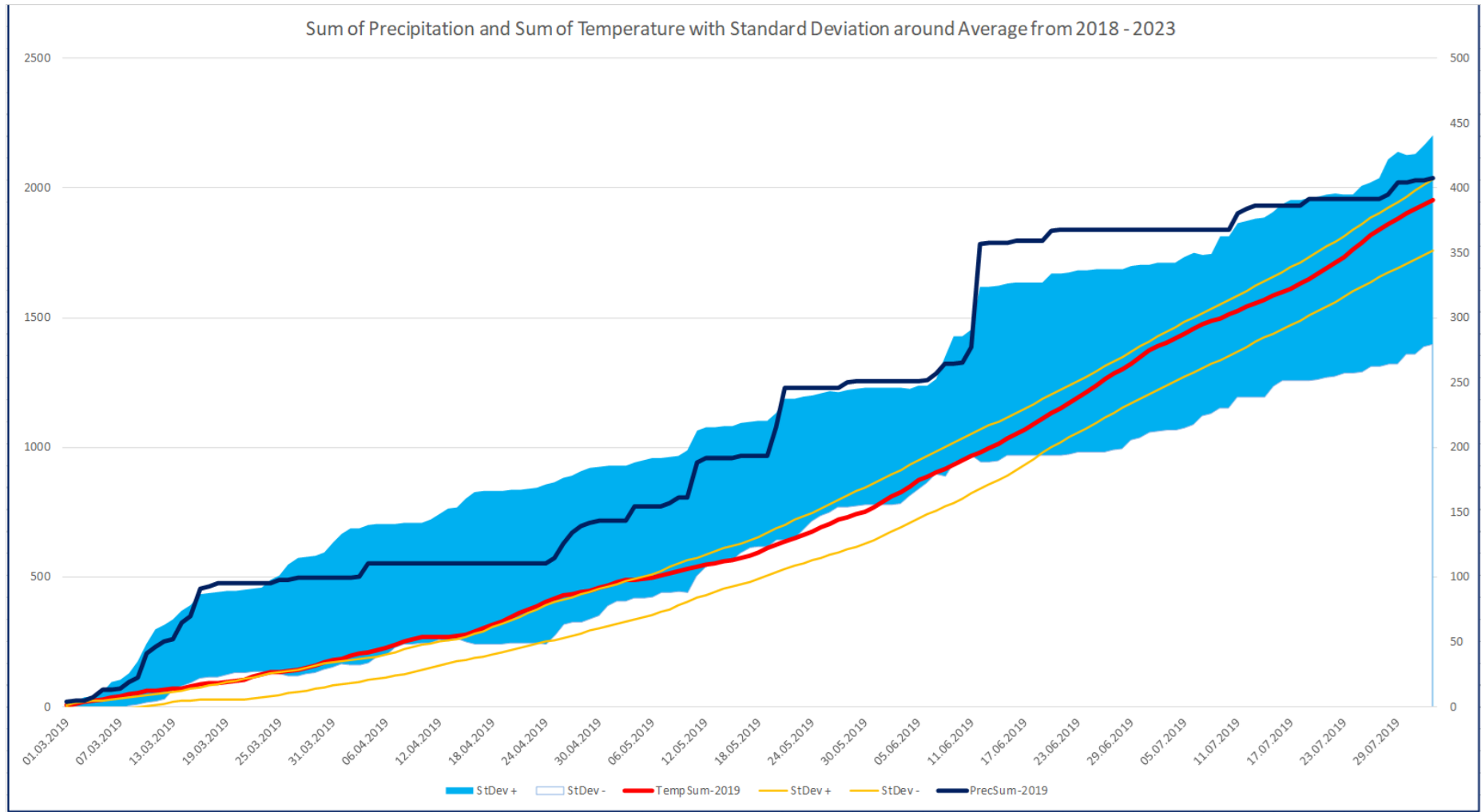
Anexo 2:

2018	ha	20180407	20180419	20180501	20180513	20180525	20180606	20180618	20180630	20180712	20180724
Rapeseed	214	88	92	104	115	123	120	123	117	102	88
Wheat	220	93	113	113	112	116	117	117	118	113	89
Barley	167	99	117	108	107	111	129	129	117	106	92



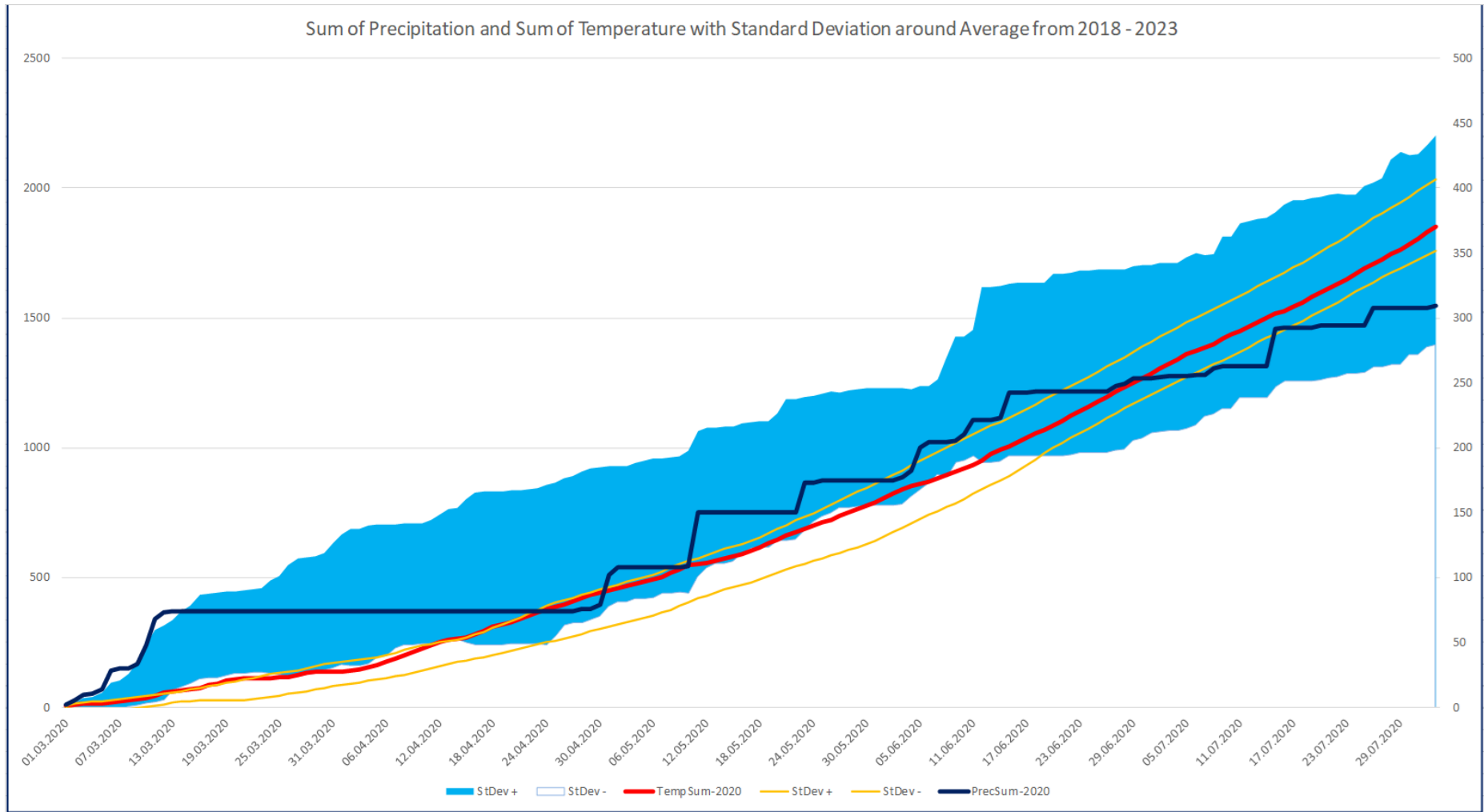
Anexo 3

2019	ha	20190402	20190414	20190426	20190508	20190520	20190601	20190613	20190625	20190707	20190719
Rapeseed	138	104	97	90	92	92	95	95	97	95	104
Wheat	241	110	104	112	117	122	114	109	107	111	98
Barley	177	72	75	82	89	88	82	85	86	93	89



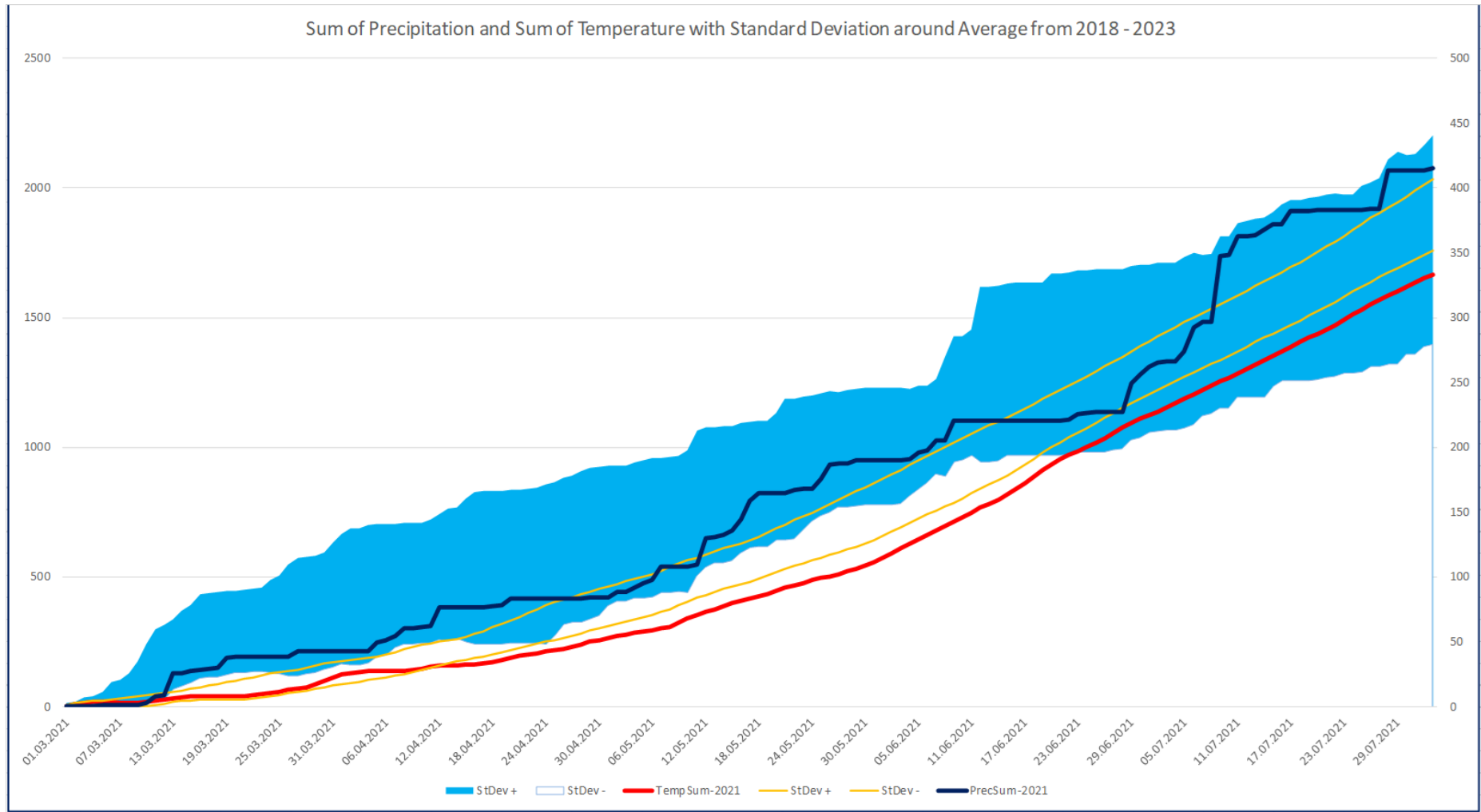
Annex 4

2020	ha	20200408	20200420	20200502	20200514	20200526	20200607	20200619	20200701	20200713	20200725
Rapeseed	203	93	88	94	97	101	101	106	107	102	95
Wheat	207	90	93	94	94	100	103	108	109	109	89
Barley	116	95	95	94	95	99	103	105	105	103	89



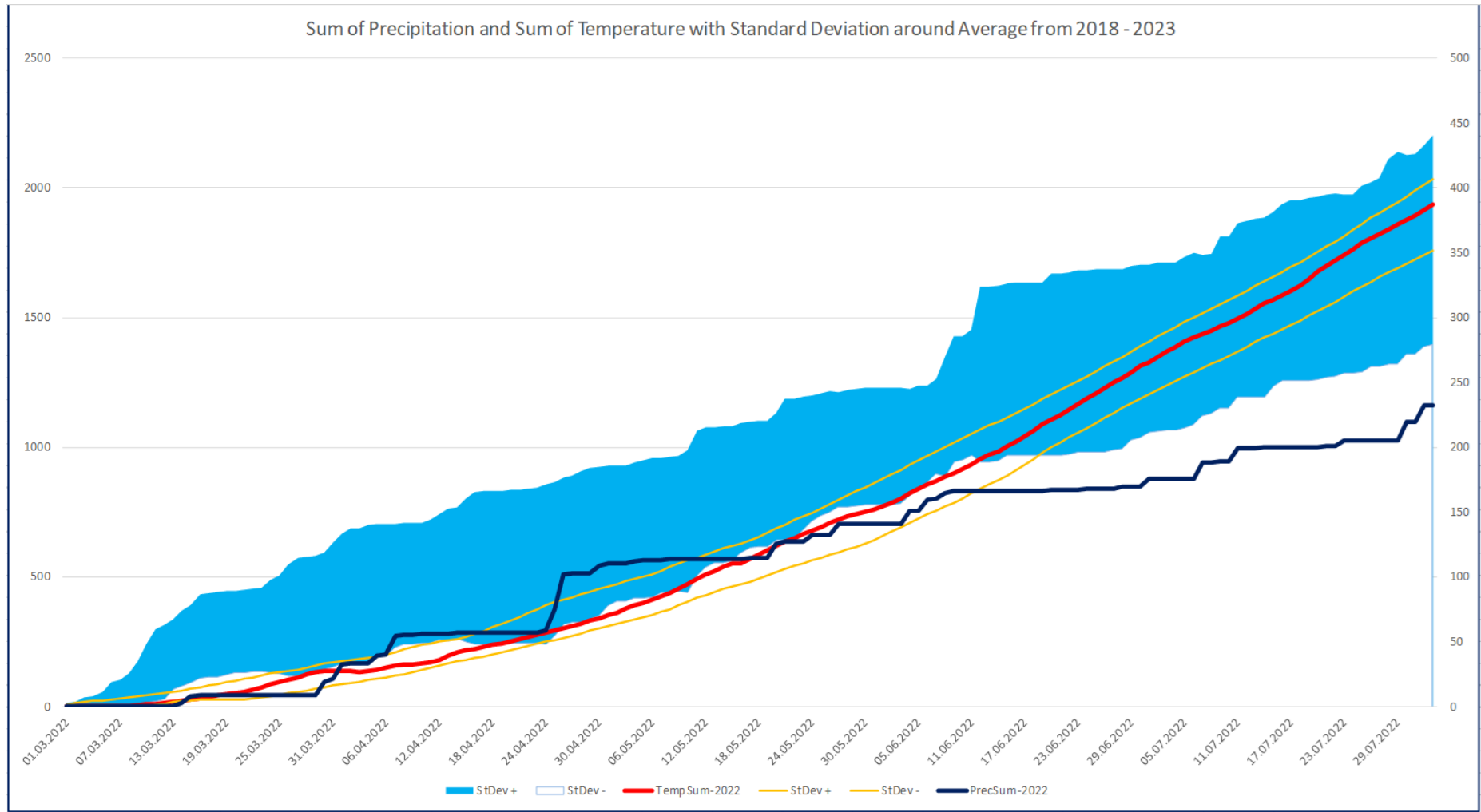
Anexo 5

2021	ha	20210403	20210415	20210427	20210509	20210521	20210602	20210614	20210626	20210708	20210720
Rapeseed	179	108	99	95	89	96	99	104	104	112	107
Wheat	234	87	92	94	98	88	75	73	76	94	109
Barley	201	91	97	102	98	87	74	75	93	114	119



Anexo 6

2022	ha	20220410	20220422	20220504	20220516	20220528	20220609	20220621	20220703	20220715	20220727
Rapeseed	166	111	100	103	107	111	110	112	102	84	68
Wheat	161	98	113	113	112	107	104	103	97	86	61
Spelt	75	93	108	100	86	86	89	92	96	107	88



Anexo 7

2023	ha	20230405	20230417	20230429	20230511	20230523	20230604	20230616	20230628	20230710	20230722
Rapeseed	218	101	93	95	98	100	106	112	114	104	106
Wheat	254	121	125	125	111	100	93	97	104	105	89
Barley	231	84	98	101	94	80	81	87	97	89	81

