



**Teledetección
y caracterización
del cultivo de
soja
en Uruguay**

2025

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA	6
Objetivo	7
Insumos	7
Metodología	7
RESULTADOS.....	8
Información de Superficie por Departamento	9
Distribución del cultivo de soja por departamento	10
Distribución del cultivo por zona productiva.....	11
Evolución del Área de Soja en los Últimos Años.....	12
PRINCIPALES CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TELEDETECCIÓN.....	14
CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVO DE SOJA EN URUGUAY	16
Zafra 2024-25 y la evolución en los últimos años	17
Soja en cifras	23
ANÁLISIS DE ROTACIONES AGRÍCOLAS	24
Rotaciones	25
ANEXOS.....	31
Anexo 1: Metodología.....	32
Anexo 2: Comportamiento del NDVI y su relación con la precipitación acumulada	35
Anexo 3: Suelos utilizados para la producción de soja en Uruguay	42
Anexo 4: Cálculo de precisión y error	44
Anexo 5: Infografía del informe.....	50
Anexo 6: Sobre URUPOV	52



1. Resumen Ejecutivo

La teledetección de área de siembra de soja realizada por URUPOV para la zafra 2024/25 estimó una superficie sembrada de aproximadamente 1.384.000 hectáreas, la más alta registrada en los últimos nueve años. Este récord confirma la recuperación sostenida del cultivo desde el año 2021, luego de una reducción importante entre 2017 y 2020, y consolida la expansión y relevancia de la soja en la agricultura nacional.

El 63% del área se ubica en el litoral oeste, con los departamentos de Soriano, Colonia y Río Negro aportando más de la mitad del total sembrado. Esta región, junto a otros tres departamentos clave, abarca en total el 75% de la superficie cultivada, lo que refleja la estabilidad y consolidación territorial del cultivo.

El análisis del origen de la semilla utilizada evidencia que el 52% del área se sembró con semilla comprada por los productores, mientras que un 31% del área se implantó con semilla de uso propio declarada en el marco del Sistema de Valor Tecnológico (SVT) que gestiona URUPOV. Sin embargo, unas 236.000 hectáreas, es decir, cerca del 17% del total, fueron sembradas con semilla de origen ilegal o uso propio no declarado, lo que podría representar un desafío para la protección de la propiedad intelectual y el lanzamiento de nuevas tecnologías y variedades en Uruguay.

En términos de adopción tecnológica, el cultivo de soja en Uruguay presenta niveles muy altos. Aproximadamente el 64% del área nacional se sembró con variedades que incorporan eventos biotecnológicos de última generación, como Intacta, Enlist y Conkesta, que otorgan resistencia a herbicidas e insectos. El resto del área se sembró con variedades conocidas como “RR1” y, en una proporción mínima, con materiales convencionales. Asimismo, se mantiene una clara preferencia por cultivares de grupos de madurez entre 5.5 y 6.5 con un 93% del área sembrada.

Respecto al análisis de rotación de cultivos, el 61% de las chacras sembradas con soja en esta campaña fueron sembradas con soja en la campaña anterior (valor que se ubica en el promedio histórico). Además, se identificaron unas 358.000 hectáreas con soja sembrada durante cuatro campañas consecutivas, lo que representa un incremento del 15% respecto al año anterior.

En cuanto al uso del suelo, si bien se identificaron 170 unidades de suelos CONEAT diferentes, la mitad del área nacional se siembra en apenas 12 grupos de suelos, todos de alto potencial agrícola. Esta preferencia por suelos de mejor calidad se mantiene de forma consistente en todas las regiones del país, aunque con ciertas particularidades zonales que responden a las características edáficas locales y decisiones de manejo.

La estructura productiva del cultivo de soja en Uruguay se ha mantenido estable, con un promedio de 3.200 razones sociales registradas como productores, donde el 25% de los productores siembra más del 80% del área nacional, mientras que el 76% de los productores opera en predios menores a 300 hectáreas y representa el 21% del área total.

En definitiva, la campaña 2024/25 confirma el fortalecimiento del cultivo de soja en Uruguay, tanto en términos de superficie como de adopción tecnológica. Sin embargo, persisten desafíos vinculados a la formalización del uso de semilla y una oportunidad para entender las rotaciones agrícolas a nivel nacional.

La teledetección, en este contexto, se consolida como una herramienta estratégica, precisa y objetiva para el seguimiento y planificación del cultivo a nivel nacional.



2. Introducción y Metodología

Objetivo

El presente informe tiene como objetivo aportar información estratégica y brindar una visión integral y actualizada del cultivo de soja en Uruguay.

A su vez, busca describir los resultados obtenidos en el trabajo de teledetección de soja (24/25), así como proporcionar una caracterización del cultivo y el análisis evolutivo de las últimas campañas.

Insumos

Para poder llevar a cabo este proyecto fue necesario utilizar sistemas de información geográfica, herramientas proporcionadas por la plataforma Google Earth, imágenes satelitales de los sensores Sentinel, e información vectorial obtenida a campo de soja, maíz, sorgo y otros cultivos.

Metodología

Mediante clasificaciones (supervisadas y no supervisadas), segmentación e interpretación visual, se digitalizaron en una primera instancia todas aquellas chacras con presencia de cultivo de verano. Luego, mediante la aplicación de nuevos algoritmos y control visual sobre las zonas previamente identificadas, se diferenciaron las chacras de soja de aquellas que no eran soja.

Para el entrenamiento visual y del sistema de clasificación, se utilizaron polígonos y puntos de control GPS en todo el país proporcionados por URUPOV a través de sus técnicos de campo y empresas socias.

En la sección de **anexos** del presente informe, se comparte de manera exhaustiva la metodología utilizada, así como los comportamientos del índice de vegetación de diferencia normalizada, entre otros.

A decorative graphic element consisting of a thick, wavy line that starts from the right edge of the page and curves downwards and to the left, ending near the bottom center. The line is a lighter shade of green than the background.

3. Resultados

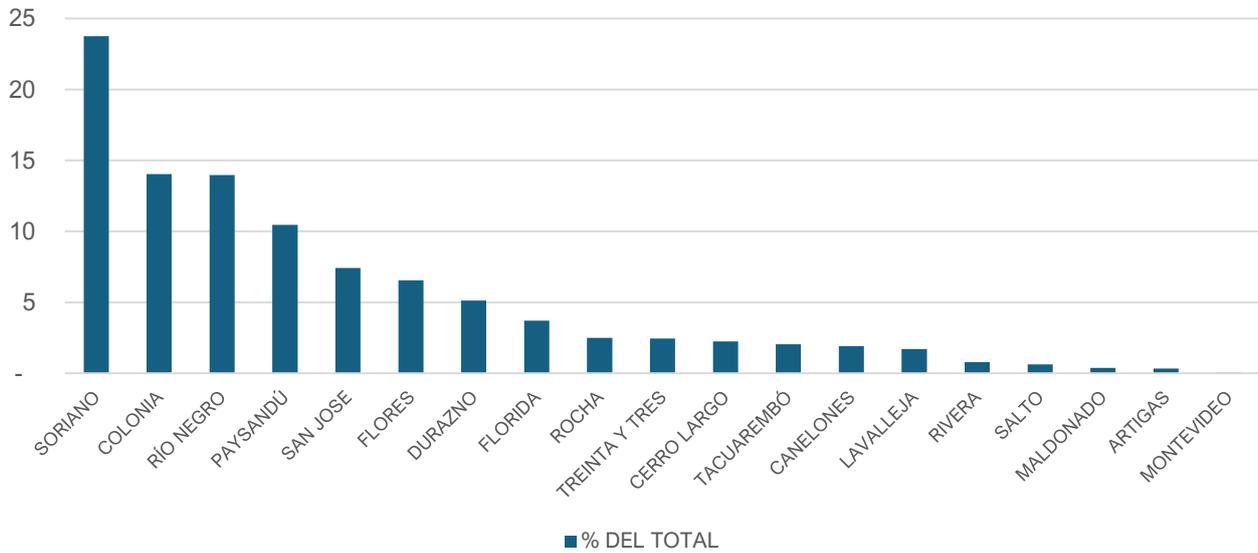
Información de Superficie por Departamento

El área total de soja sembrada en Uruguay fue de 1.384.564 hectáreas. La distribución continúa mostrando una fuerte proporción en 3 departamentos. Soriano, Colonia y Río Negro representan conjuntamente más del 50% del total, mientras que el 75% del área se ubica en seis departamentos (Soriano, Colonia, Río Negro, Paysandú, San José y Flores). La mayoría de los demás departamentos tienen participaciones individuales menores al 5%.

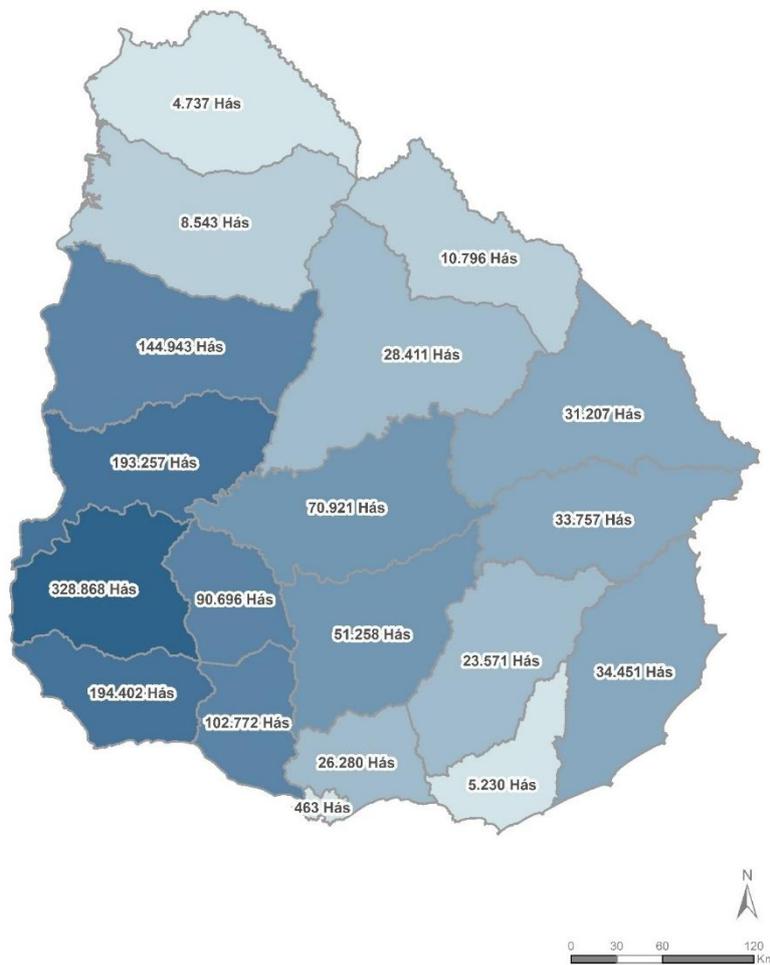
Cuadro 1. Superficie de soja teledetectada por departamento. Zafra 2024-25.

Departamento	Área (ha)	% del total
Soriano	328.868	23,8
Colonia	194.402	14,0
Río Negro	193.257	14,0
Paysandú	144.943	10,5
San José	102.772	7,4
Flores	90.696	6,6
Durazno	70.921	5,1
Florida	51.258	3,7
Rocha	34.451	2,5
Treinta y Trés	33.757	2,4
Cerro Largo	31.207	2,3
Tacuarembó	28.411	2,1
Canelones	26.280	1,9
Lavalleja	23.571	1,7
Rivera	10.796	0,8
Salto	8.543	0,6
Maldonado	5.230	0,4
Artigas	4.737	0,3
Montevideo	463	0,03
Total	1.384.564	100

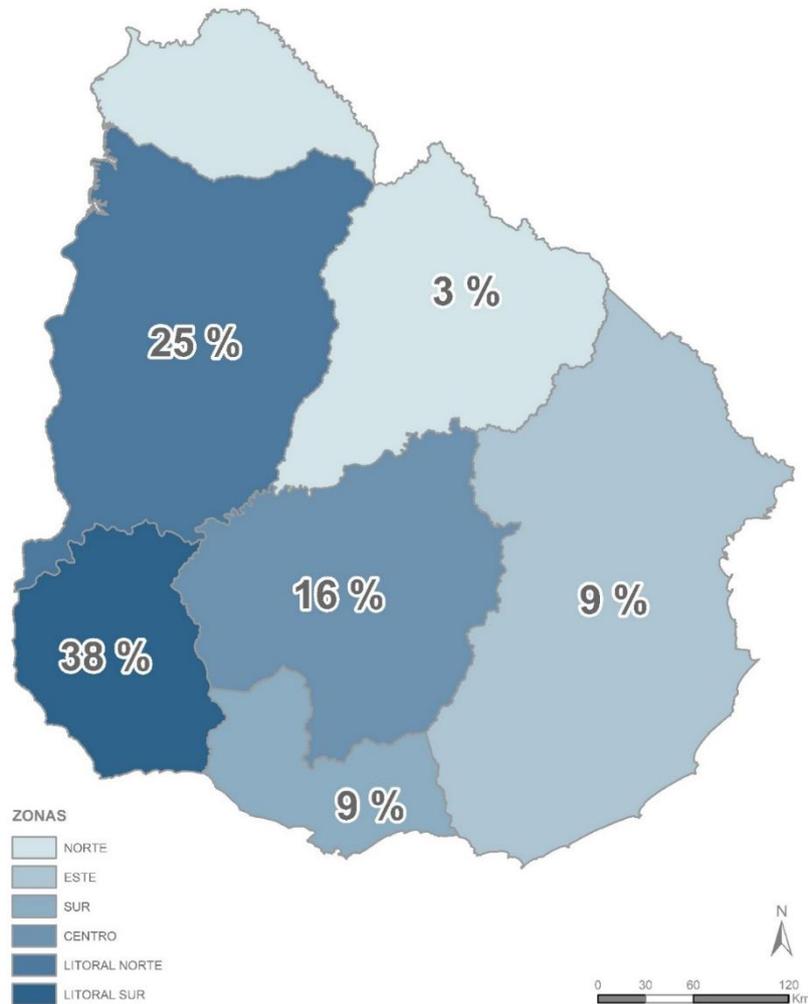
Gráfico 1. Área de soja por departamento (en %)



Distribución del cultivo de soja por departamento



Distribución del cultivo por zona productiva



En los mapas anteriores puede observarse que la región con mayor superficie de soja sembrada es la zona del Litoral del país, con el 63% de la superficie total.

Evolución del Área de Soja en los Últimos Años

**Cuadro 2. Evolución del área
(en hectáreas de soja por departamento y su % de precisión correspondiente)**

Departamento	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Soriano	313.582	298.254	273.105	264.233	247.506	283.170	292.904	311.108	328.868
Colonia	161.667	162.596	148.886	146.925	144.887	159.989	155.017	176.262	194.402
Río Negro	208.343	165.396	158.229	157.781	147.435	153.710	164.528	179.847	193.257
Paysandú	143.897	119.677	112.767	117.294	109.249	124.134	142.156	138.315	144.943
San José	75.965	88.958	68.060	70.764	81.639	82.496	52.834	87.177	102.772
Flores	82.857	85.509	71.183	72.189	67.779	76.595	85.927	93.894	90.696
Durazno	65.554	76.546	57.210	52.161	52.442	57.581	64.884	64.065	70.921
Florida	44.199	57.660	43.034	51.518	67.037	46.826	44.957	52.580	51.258
Rocha	20.801	22.569	22.020	22.468	25.116	29.887	36.597	41.336	34.451
Treinta y Trés	17.509	20.514	22.255	19.115	24.567	26.643	46.253	42.555	33.757
Cerro Largo	30.513	29.529	28.659	24.416	20.172	29.930	43.710	40.728	31.207
Tacuarembó	24.160	21.732	12.730	16.213	11.429	16.185	26.227	27.275	28.411
Canelones	17.113	23.889	20.150	21.991	30.569	21.659	16.062	23.903	26.280
Lavalleja	12.399	15.573	14.097	16.291	18.407	20.677	22.696	25.623	23.571
Rivera	12.343	7.210	6.180	7.591	6.871	9.567	15.998	14.118	10.796
Salto	20.972	12.238	15.510	11.994	6.889	13.434	11.995	12.320	8.543
Maldonado	6.350	5.896	5.038	4.360	4.464	5.734	7.309	5.433	5.230
Artigas	9.940	4.353	6.661	5.453	4.204	6.789	3.935	6.546	4.737
Montevideo	145	240	163	222	527	168	98	331	463
Total	1.268.307	1.218.339	1.085.937	1.082.977	1.071.190	1.165.174	1.234.088	1.343.415	1.384.564
Precisión	95%	91%	92%	98%	97%	98%	87%	97%	97%

Entre 2017 y 2020 se observa una tendencia decreciente en el área total relevada, pasando de 1.268.307 hectáreas en 2017 a un mínimo de 1.071.190 hectáreas en 2021. A partir de 2022, esta tendencia se revierte con un crecimiento sostenido que alcanza su punto máximo este año, con 1.384.500 hectáreas, el valor más alto del período analizado. Esta recuperación está impulsada principalmente por aumentos en departamentos clave como Soriano, Río Negro y Colonia. En particular, Soriano mantiene el liderazgo en superficie durante todo el período, con una variación que refleja cierta estabilidad y un marcado crecimiento en los últimos años.

La precisión de los datos se mantuvo alta a lo largo del período, con valores iguales o superiores al 91%, salvo en 2023, cuando se vio afectada (87%) debido a la intensa sequía que azotó al país, dificultando la identificación y delimitación de áreas productivas.

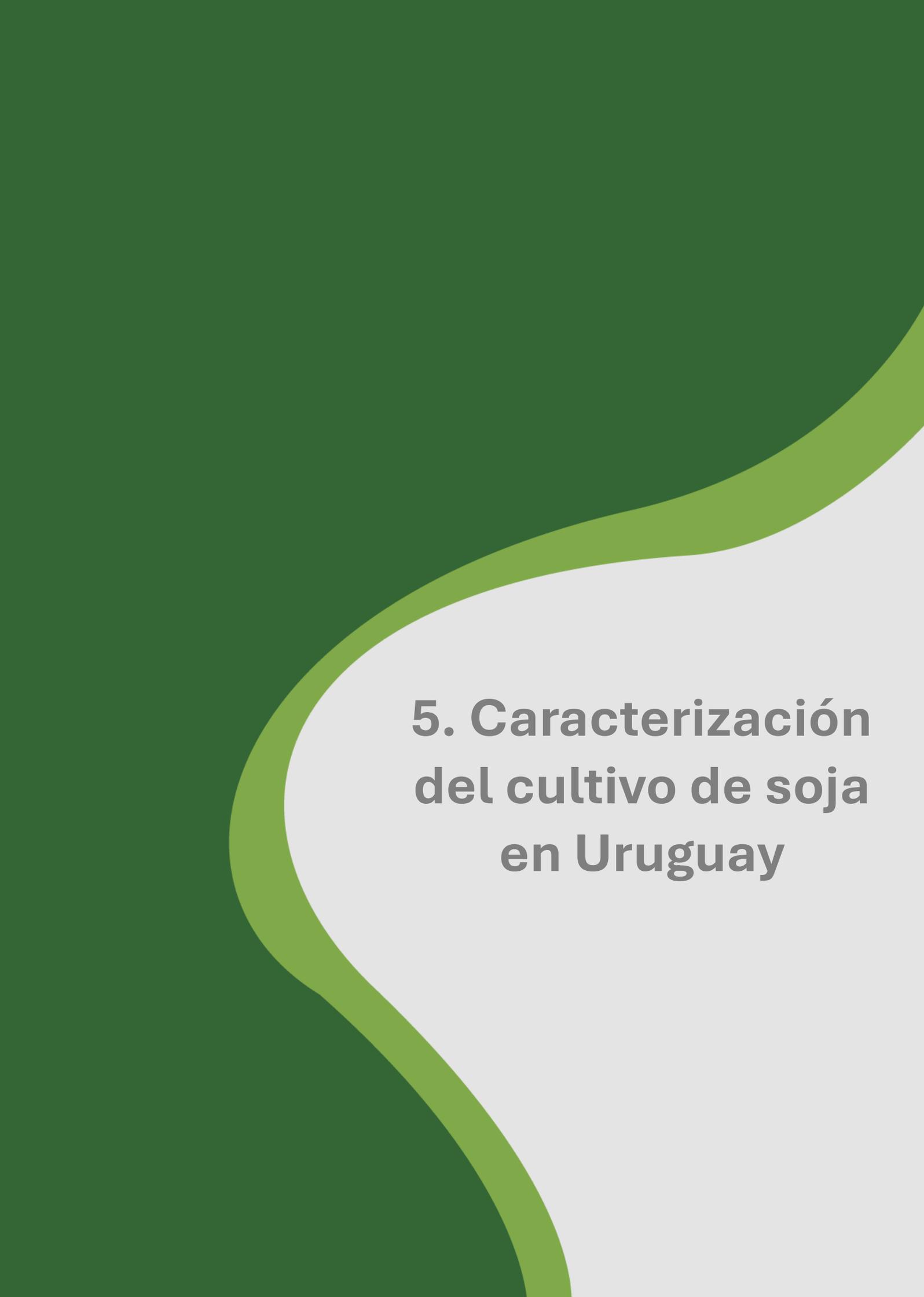
Gráfico 2. Evolución del área de soja a nivel nacional y precisión del trabajo





4. Principales conclusiones del estudio de teledetección

- Durante la zafra 2024-25 se alcanzó una superficie teledetectada de 1.384.000 hectáreas de soja, la cifra más alta registrada en los últimos nueve años. Este crecimiento sostenido desde 2021 confirma la consolidación del cultivo en Uruguay. La precisión general del trabajo fue del 97%, respaldada por una validación con chacras y puntos GPS distribuidos en todo el país.
- La producción continúa fuertemente en el Litoral del país abarcando el 63% del total sembrado, con Soriano, Colonia y Río Negro aportando juntos más de la mitad del área nacional. Esta distribución reafirma el peso de esa región en la agricultura de verano.
- Respecto a las rotaciones, el 61% de las chacras sembradas con soja provienen de soja en la campaña anterior, manteniéndose en línea con el promedio de los últimos años. Además, se destaca que 358.000 hectáreas fueron sembradas con soja durante cuatro campañas consecutivas (2022–2025), lo que representa un aumento del 15% con respecto al año anterior.
- Si bien las rotaciones con colza representan una fracción menor del total, se identificaron más de 100.000 hectáreas con secuencias que la incorporan como cultivo de invierno.
- En cuanto al uso del suelo, se emplearon 170 unidades CONEAT diferentes, aunque la mitad del área sembrada se realizó en 12 grupos de suelos, confirmando una preferencia clara por aquellos de mayor potencial agrícola. Esta tendencia también se repite a nivel zonal, con diferencias marcadas en los tipos de suelos utilizados según la región.
- El análisis del NDVI promedio nacional mostró una evolución coherente con el ciclo del cultivo, con una meseta entre febrero y marzo. A nivel zonal, el pico de desarrollo vegetativo varió entre regiones, lo que probablemente responde a diferencias en fechas de siembra y en las variedades utilizadas. Estos datos refuerzan el valor del NDVI como herramienta para estimar el estado del cultivo y su potencial productivo.

The background of the slide is a solid dark green color. A thick, light green wavy line starts from the right edge, curves downwards and to the left, then curves back up and to the right, creating a large, irregular white space on the right side of the slide where the text is located.

5. Caracterización del cultivo de soja en Uruguay

Zafra 2024-25 y la evolución en los últimos años

De acuerdo a los resultados del informe de teledetección y sobre la base que se sembraron aproximadamente 1.384.000 hectáreas en Uruguay en la zafra 2024/25, se presentan a continuación una serie de gráficos y cuadros que buscan transmitir una rápida y práctica caracterización del cultivo de soja.

Cuadro 3. Superficie sembrada de soja según origen de semilla (zafra 2024-25)

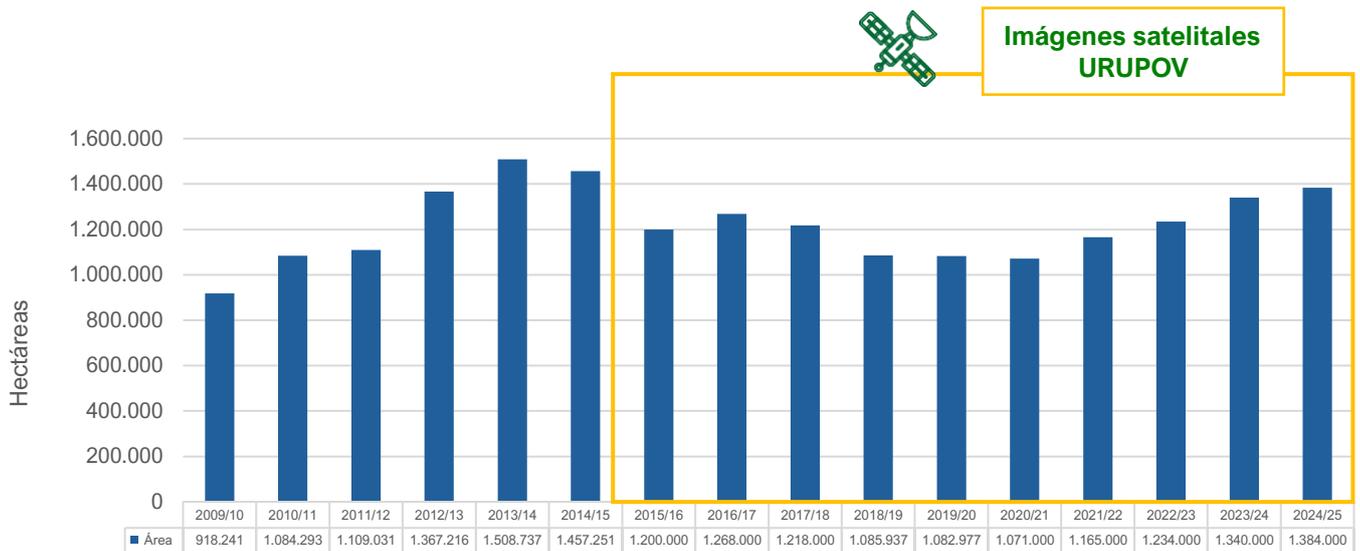
	Hectáreas	Participación
Semilla etiquetada	715.000	52%
Semilla uso propio	433.000	31%
Total legal	1.148.000	83%
Semilla ilegal + No SVT	236.000	17%
Total	1.384.000	100%

El 52% del área cultivada en el último año se sembró con semilla comprada por los productores tanto categorías comerciales como certificada (“semilla etiquetada”), mientras que el 31% se sembró con semilla de uso propio dentro del Sistema de Valor Tecnológico (SVT) que lleva adelante URUPOV.

En contrapartida, son aproximadamente 236.000 hectáreas que se sembraron con semilla de origen ilegal y uso propio que no se declaró y registró bajo el SVT.

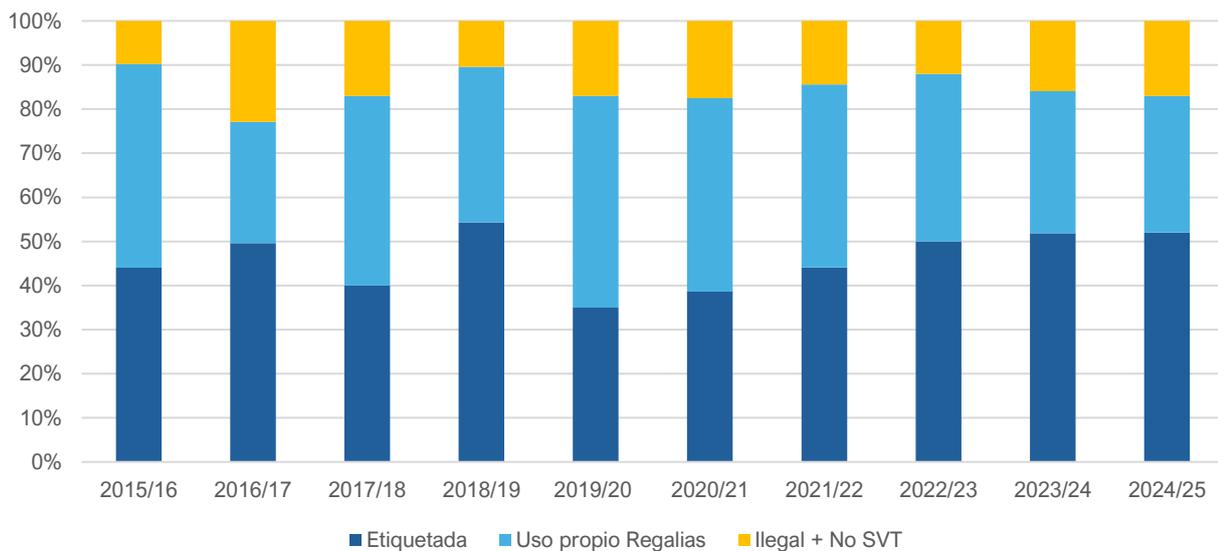
Como todos los años, destacamos que Uruguay sigue siendo referencia a nivel internacional en lo que respecta al reconocimiento de la propiedad intelectual y el valor de la genética, aunque estos números plantean un gran desafío a nivel nacional, ya que un 17% de ilegalidad y subdeclaración de la semilla utilizada funciona como un desestímulo al desarrollo y lanzamiento de nuevas variedades y sus tecnologías asociadas.

Gráfico 3. Evolución de área sembrada en los últimos años (ha)



Si bien se cuenta con información de varias zafras, desde la siembra 2015/16 URUPOV comenzó con el proyecto de teledetección de área de siembra por medio de imágenes satelitales, brindando mayor precisión en la información generada.

Gráfico 4. % de área de soja sembrada por origen de semilla en los últimos años

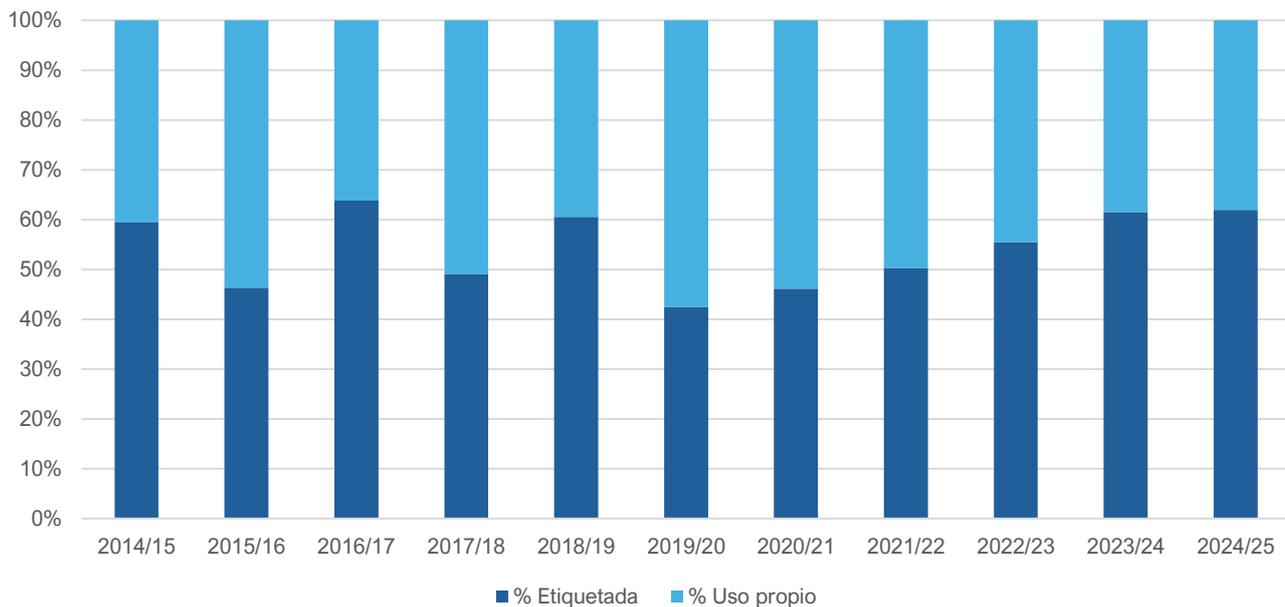


En el gráfico anterior, se aprecia la proporción de semilla utilizada por origen y por zafra, mientras que el promedio en la última década se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Promedio de semilla utilizada en los últimos 10 años según su origen (en %)

	%
Semilla etiquetada	46
Semilla uso propio	39
Semilla ilegal + No SVT	15

Gráfico 5. Evolución de las proporciones de área de soja sembrada a nivel nacional según origen de la semilla utilizada por los productores

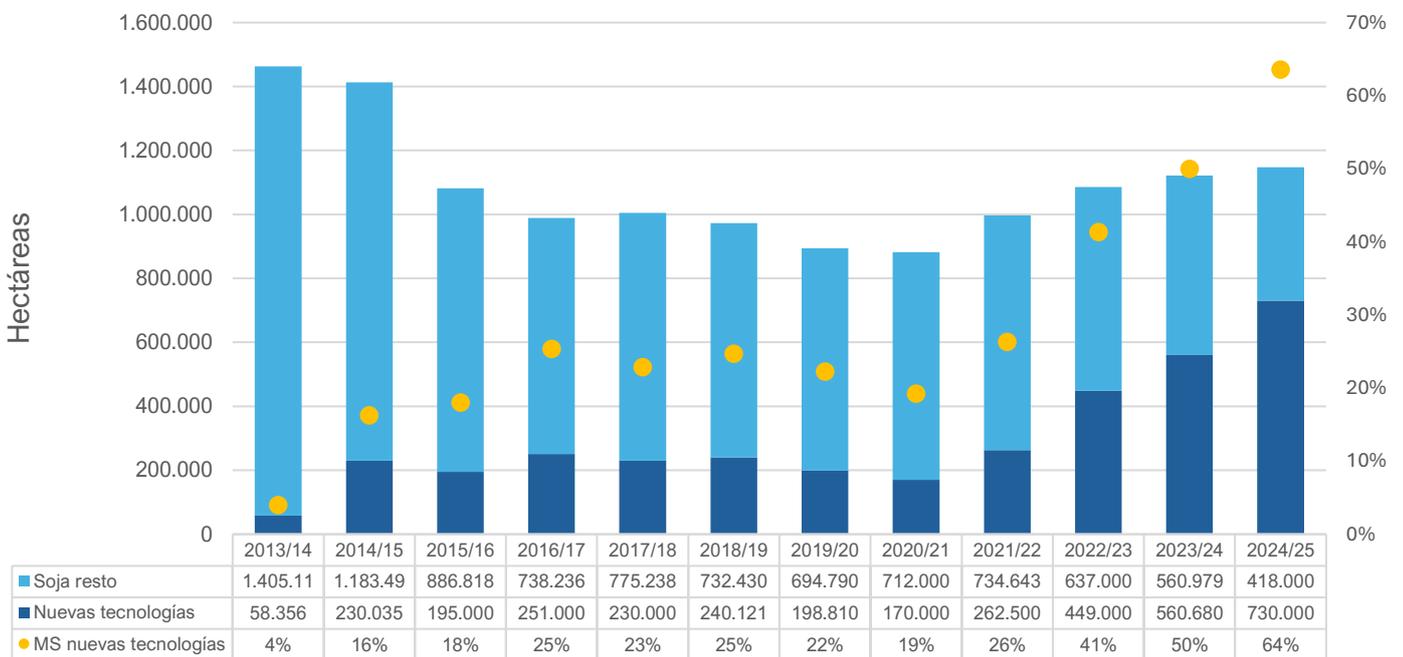


Este último gráfico muestra (sobre el 100% de la semilla de origen legal) la evolución de las proporciones de área de soja sembrada a nivel nacional según el origen de la semilla utilizada por los productores en un período de diez años, desde la zafra 2014/15 hasta la zafra 2024/25. El promedio de los últimos años marca una tendencia y preferencia favorable al uso de semillas de origen etiquetado.

Este gráfico revela a su vez una dinámica interesante en la elección de las semillas por parte de los productores de soja a lo largo del tiempo, donde se observan cambios significativos en las preferencias entre semillas etiquetadas y de uso propio. La interpretación de estos cambios podría implicar consideraciones climáticas, productivas y económicas.

En el siguiente gráfico se presenta la proporción sembrada con variedades de soja con nuevas tecnologías vs. el total.

Gráfico 6. % de área de soja sembrada por origen de semilla y nuevas tecnologías

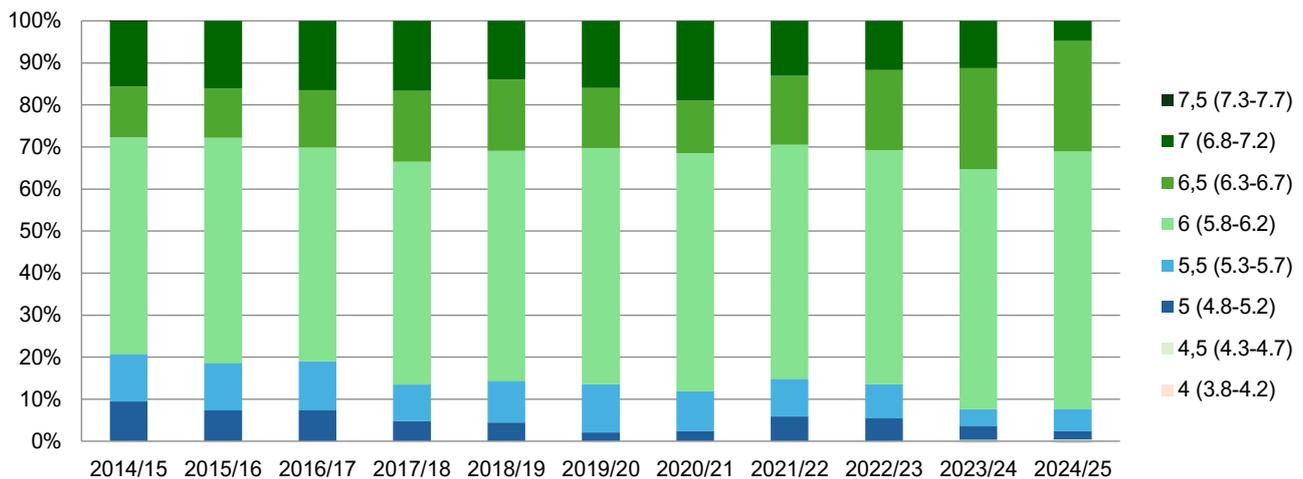


**Intacta, Enlist, Conkesta.

Aproximadamente un 64% del área de soja a nivel nacional, se siembra con variedades portadoras de nuevas tecnologías (eventos OGM que confieren resistencia a herbicidas e insectos: Intacta, Enlist y Conkesta), mientras que el área restante se siembra con variedades portadoras del evento conocido como “RR1” y un área muy menor con variedades convencionales (no OGM).

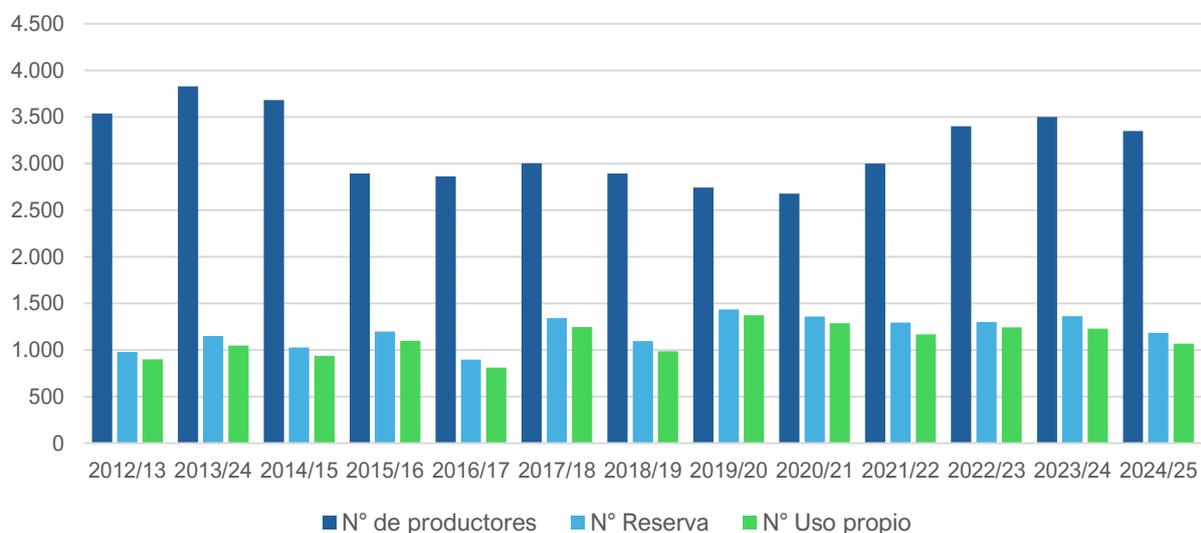
A lo largo de los años, se ha observado una clara preferencia por los cultivares de grupo de madurez 6. En la última zafra 24/25, el 93% del área sembrada de soja se realizó con variedades de GM entre 5.5 y 6.5.

Gráfico 7. Evolución de la participación por grupo de madurez



A nivel nacional, el número total de productores que siembran soja se ha mantenido estable en los últimos años, con un promedio de aproximadamente 3.200 razones sociales. De este total, un 40% reservan semilla para su propia siembra y un 90% (del 40%) terminan efectivamente sembrando semilla de uso propio declarada en el marco del Sistema de Valor Tecnológico.

Gráfico 8. Evolución del número de razones sociales que siembran soja y aquellas que realizan uso propio



Cuadro 5. Número de razones sociales y volumen sembrado según estrato de tamaño de siembra de soja – Año agrícola 2024-25

Estrato (ha)	Nº de Razones Sociales	% de Productores	% Volumen Sembrado
Más de 5000	25	0,7%	22%
3000 a 5000	20	0,6%	7%
1000 a 3000	152	5%	22%
500 a 1000	280	8%	18%
300 a 500	325	10%	11%
100 a 300	1.030	31%	15%
Menos de 100	1.518	45%	6%
Total	3.350	100%	100%

Tal como se observa en el Cuadro 5, el 25% de las razones sociales que siembran soja en Uruguay, significan más el 80% del área total de este cultivo. Por otro lado, el mayor número de productores de soja se encuentra en los estratos de menos de 300 hectáreas sembradas, abarcando el 76% del total de agricultores y totalizando casi el 21% del área total sembrada a nivel nacional.

Finalmente, un 46% es el número de productores que siembran menos de 100 hectáreas de soja (tener en cuenta que no significa que sean productores de menos de 100 ha. en sus explotaciones agropecuarias).

Soja en cifras



1.384 M Hectáreas de soja



3.350 Productores (razones sociales)



122 Variedades sembradas



18 Obtentores



17 Multiplicadores



100 Distribuidores



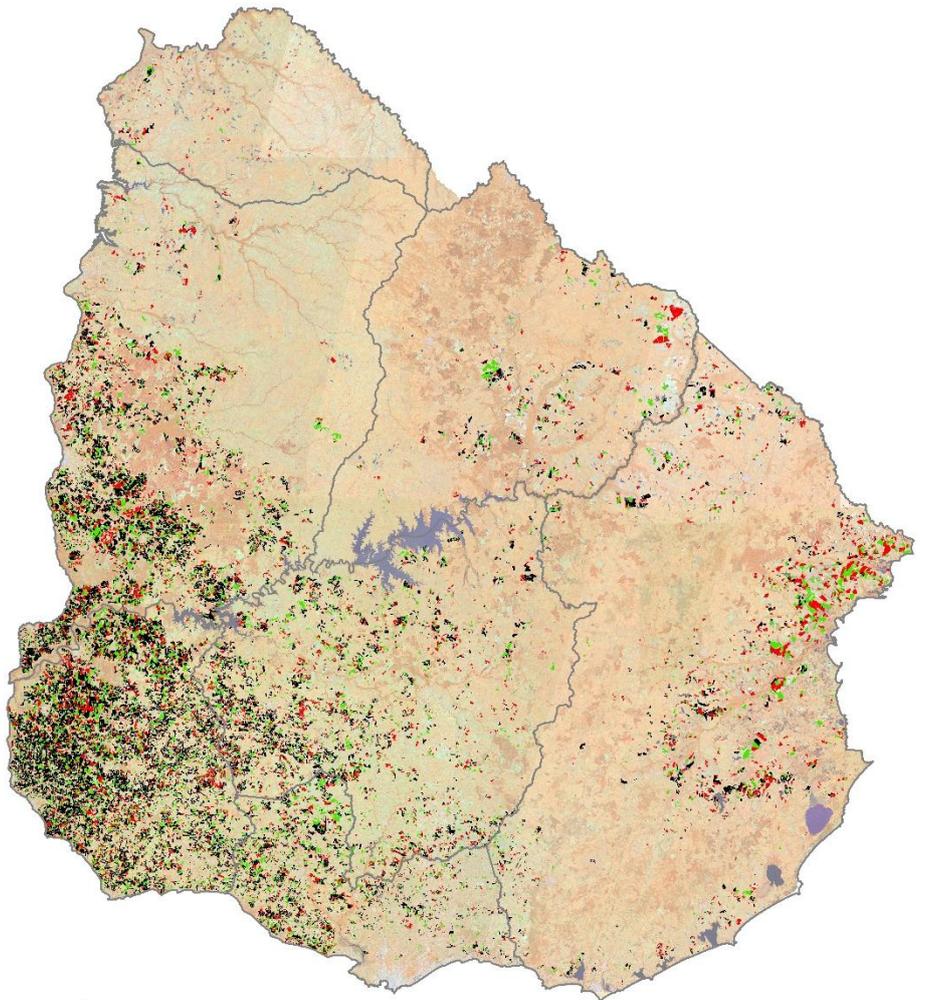
85 Plantas de procesamiento



6. Análisis de Rotaciones Agrícolas

Rotaciones

En los siguientes mapas se aprecian todas las chacras que fueron soja durante los últimos 2 años (en negro), las que fueron soja en 2024 y no en 2025 (en rojo), y las chacras nuevas, que no vienen de cultivo de soja el año anterior (en verde).

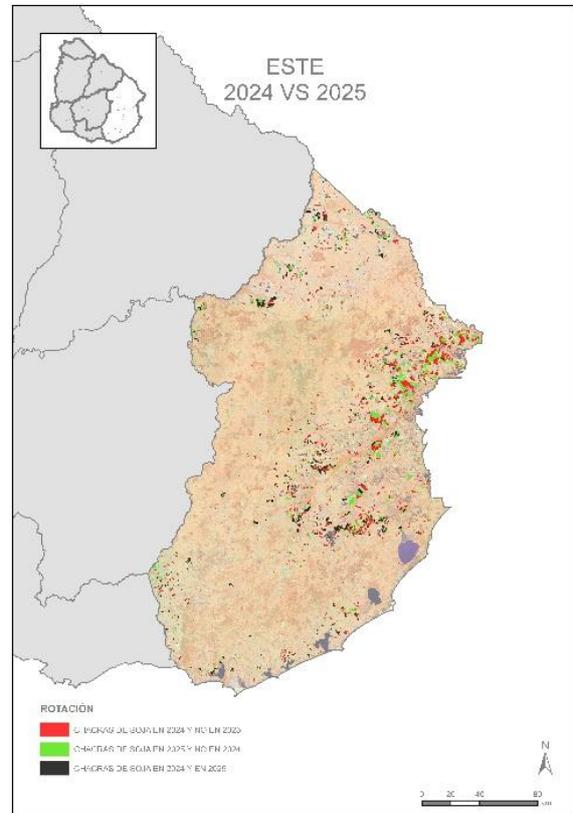
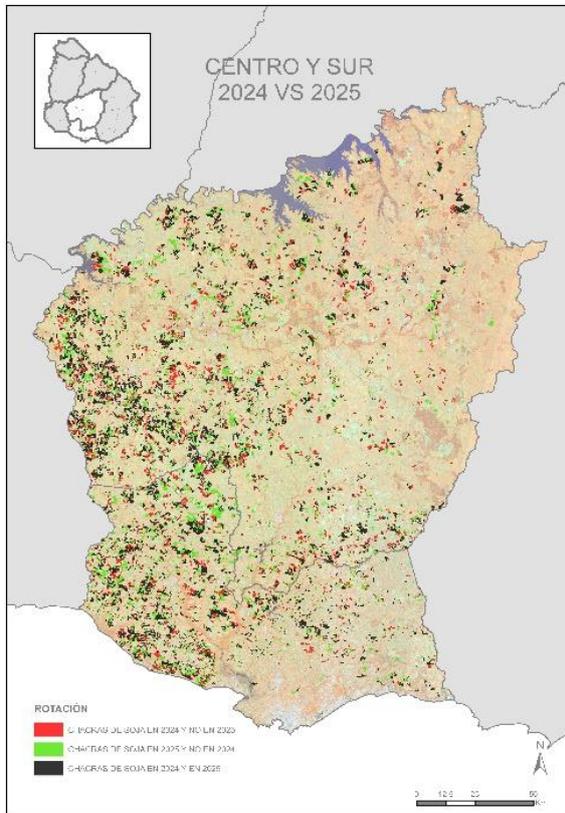
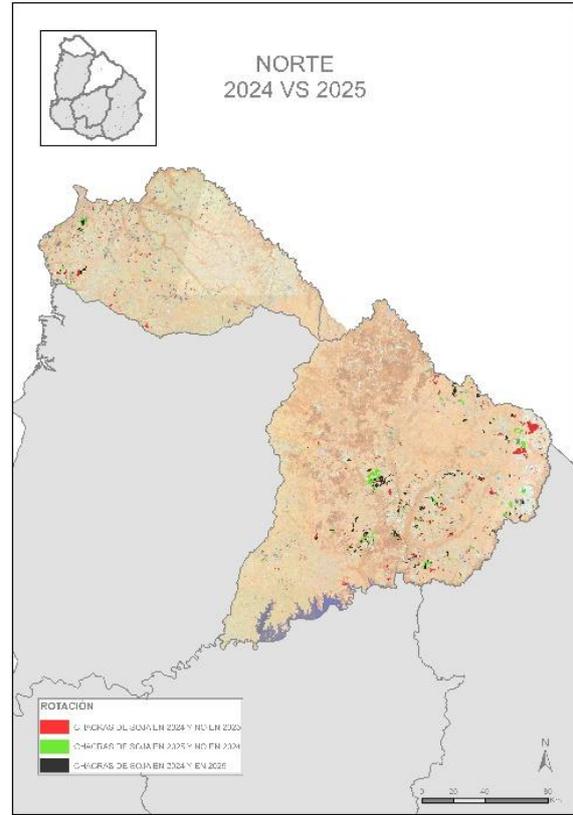
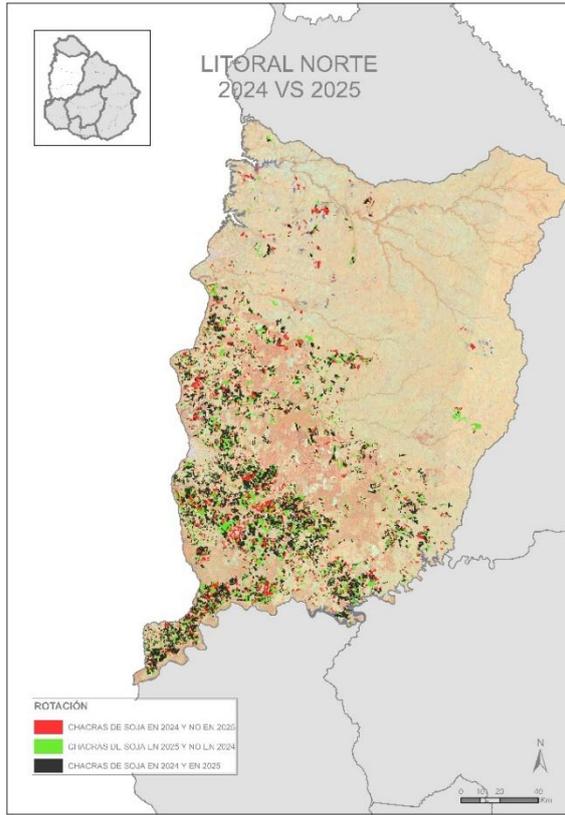


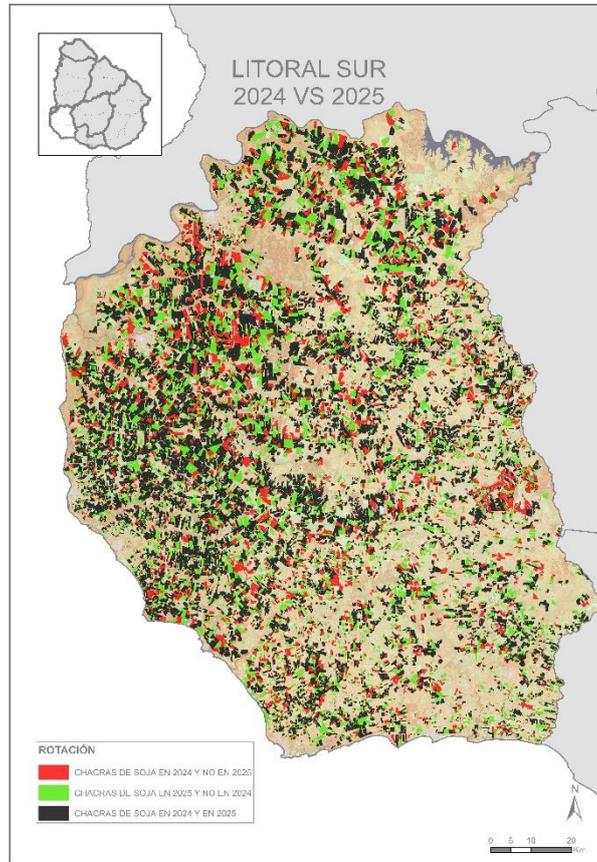
ROTACIÓN

- CHACRAS DE SOJA EN 2024 Y NO EN 2025
- CHACRAS DE SOJA EN 2025 Y NO EN 2024
- CHACRAS DE SOJA EN 2024 Y EN 2025
- ZONAS PRODUCTIVAS



Chacras 2024 vs. 2025

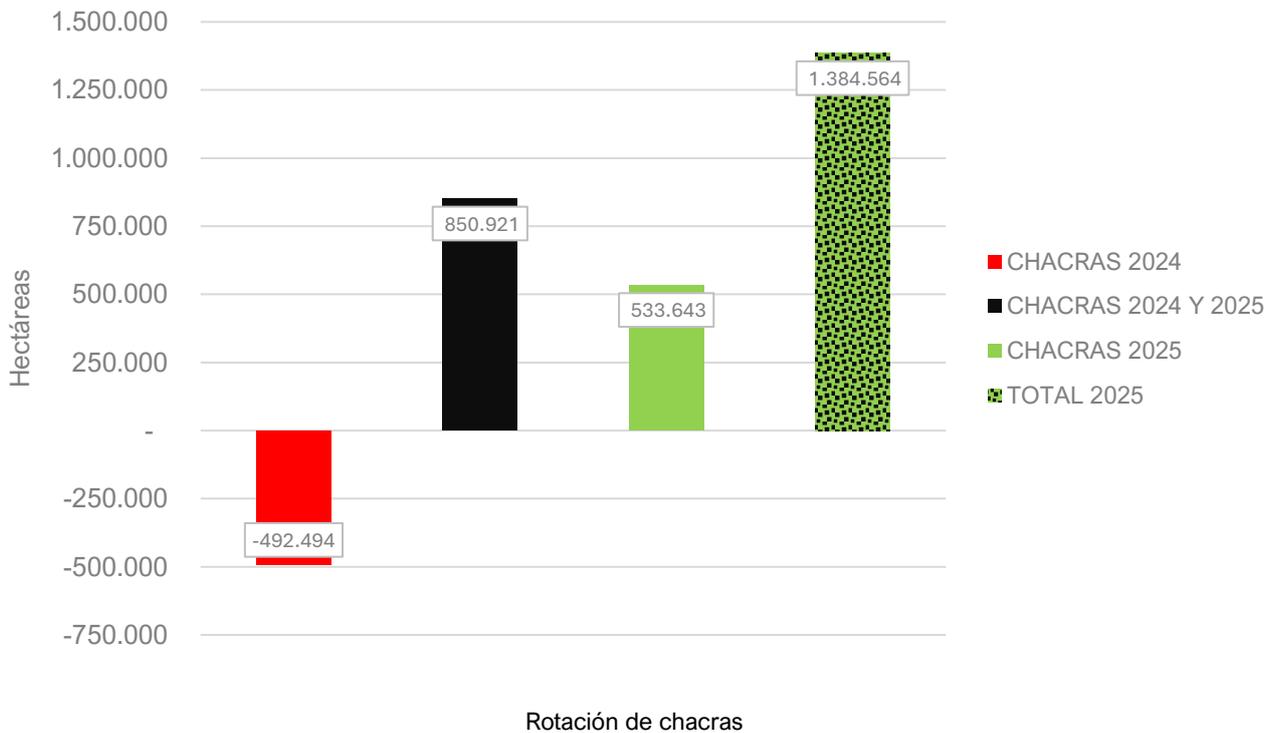




Distribución de chacras por zonas: 2024 vs. 2025

En el siguiente grafico se muestra un análisis comparativo entre la superficie sembrada de soja durante la zafra 2024 vs 2025.

Gráfico 9. Análisis comparativo entre superficie sembrada de soja (2024 vs. 2025)



Entre 2019 y 2025, el área total de chacras aumentó de 1.085.937 a 1.384.564 hectáreas, lo que representa un crecimiento del 27%. Durante el mismo período, se observa una leve pero sostenida reducción en la proporción de chacras con soja en el año anterior (de 65% a 61%) y un incremento en aquellas sin soja (de 35% a 39%). Esta evolución sugiere una tendencia hacia una rotación de cultivos más diversificada, posiblemente motivada por la búsqueda de una mayor sustentabilidad agronómica y por cambios en la rentabilidad relativa de la soja frente a otros cultivos. En promedio, un 60% de las chacras provienen de soja, mientras que el 40% no.

Cuadro 6. Análisis de rotaciones

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Promedio
Chacras sin soja en el año anterior	35%	39%	37%	45%	39%	46%	39%	40%
Chacras con soja en el año anterior	65%	61%	63%	55%	61%	54%	61%	60%
Área de chacras total (ha.)	1.085.937	1.082.977	1.071.190	1.165.174	1.234.088	1.343.41	1.384.564	

En la siguiente tabla se muestran las superficies según las diferentes rotaciones de soja y colza. En 2025, el área con soja sembrada de forma continua durante cuatro campañas consecutivas (2022–2025) fue de 357.915 hectáreas, lo que representa un aumento del 15 % respecto a las 310.389 hectáreas registradas en 2024 para la misma secuencia.

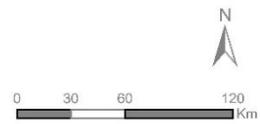
Cuadro 7. Análisis comparativo entre superficie sembrada de soja en las últimas tres zafras

	Verano 2023	Invierno 2023	Verano 2024	Invierno 2024	Verano 2025	Área (ha)
Rotación	Soja	S/D	Soja	S/D	Soja	499.740
	Soja	S/D	Soja	S/D	No soja	225.697
	Soja	S/D	No soja	S/D	Soja	216.054
	No soja	S/D	Soja	S/D	Soja	351.181
	No soja	S/D	No soja	S/D	Soja	317.589
	S/D	S/D	S/D	Colza	Soja	100.419
	S/D	S/D	Soja	Colza	Soja	70.715
	S/D	Colza	Soja	Colza	Soja	2.959
	Soja	Colza	Soja	Colza	Soja	1.827
	Soja desde 2022					

Rotación de soja en los últimos 4 años (2022-2025)



■ CHACRAS CON SOJA DESDE HACE 4 AÑOS



The background is a solid dark green color. A large, white, wavy shape, resembling a stylized letter 'S' or a ribbon, curves across the page from the top right towards the bottom left. The text is centered within the white area.

7. Anexos

Anexo 1

Metodología

Metodología

Las imágenes utilizadas fueron obtenidas a través de Google Earth Engine, mediante scripts programados en el modo Code Editor. Los mosaicos Sentinel resultantes están formados por las bandas B8A - B11 - B4, y corresponden a los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril.



Mosaicos de Imágenes Sentinel utilizados. Período diciembre 2024 - abril 2025.

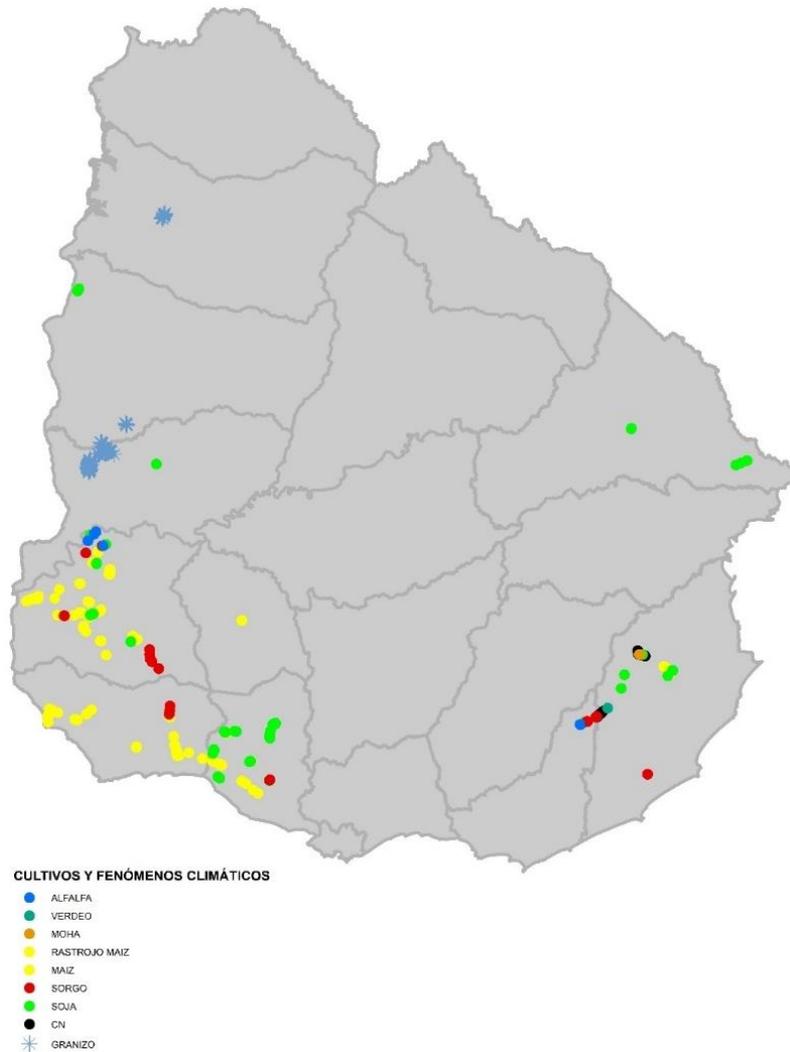
Mediante clasificaciones (supervisadas y no supervisadas), segmentación e interpretación visual, se digitalizaron en una primera instancia todas aquellas chacras con presencia de cultivo de verano. Luego, mediante la aplicación de nuevos algoritmos y control visual sobre las zonas previamente identificadas, se diferenciaron las chacras de soja de aquellas que no eran soja. Este proceso se realizó en reiteradas oportunidades durante todo el período febrero – abril, debido a la heterogeneidad de fechas de siembra, manejo del cultivo y condiciones ambientales.

Entrenamiento visual

Para el entrenamiento visual y del sistema de clasificación, se utilizaron polígonos y puntos de control GPS en todo el país proporcionados por URUPOV a través de sus técnicos de campo. Dichos puntos incluyeron chacras de soja y chacras de otros cultivos como maíz, sorgo, arroz, etc., que dependiendo del momento que se esté analizando, pueden confundirse fácilmente con chacras de soja. Los puntos de control se dividieron aleatoriamente en 2 grupos: uno como apoyo para la realización del trabajo, y otro para calcular la precisión y los errores de omisión (chacras de soja que no fueron clasificadas como tal) y comisión (chacras que no eran soja y fueron clasificadas como tal).

Además de los puntos de entrenamiento, se utilizaron puntos correspondientes a chacras de soja afectadas por la tormenta de granizo registrada a mediados de febrero en la zona litoral norte.

Puntos para el entrenamiento visual y de clasificación



Una vez finalizada la identificación de las chacras de soja, se aplicaron procesos de corrección topológicos y suavizado de bordes. Luego se procesó la base de datos resultante para la realización de cálculos, como superficie por departamento y área total del cultivo en Uruguay, entre otros.

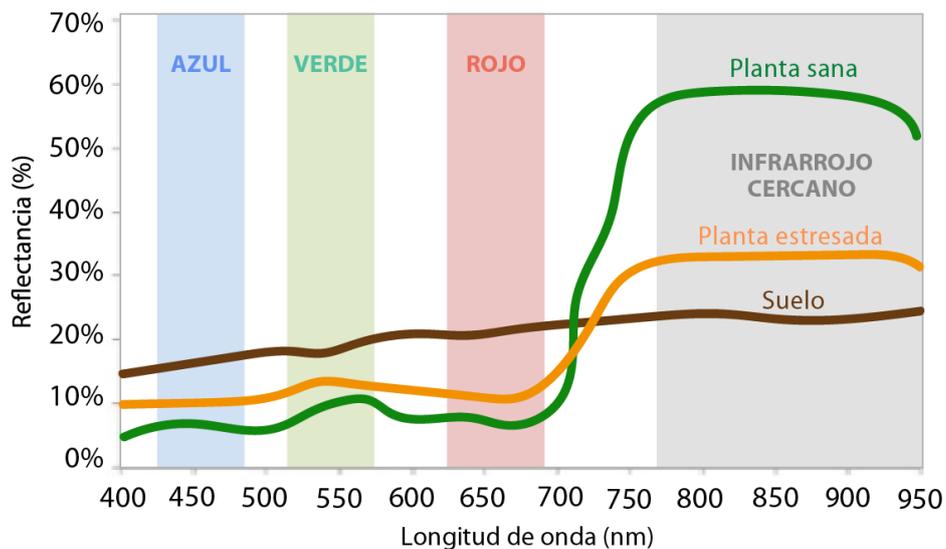
Con respecto a la visualización de la cartografía generada, los estándares internacionales especifican la siguiente regla: $\text{Escala} = \text{Píxel} * 96 / 0,0254$. La escala aproximada recomendada para este trabajo sería entonces 1:50.000 (10 metros*96/0,0254).

Anexo 2

Comportamiento del NDVI y su relación con la precipitación

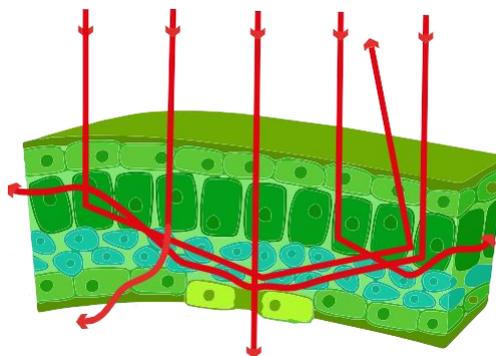
Comportamiento del NDVI y su relación con la precipitación acumulada

Mediante las imágenes satelitales obtenidas por los sensores remotos puede analizarse la respuesta espectral de un cultivo en crecimiento. Una hoja sana se caracteriza por absorber a través de la clorofila determinados niveles en la zona del rojo, y reflejar determinados niveles en la zona del infra rojo como consecuencia de la estructura interna de sus tejidos. En el siguiente gráfico se visualiza la reflectancia en las distintas longitudes de onda de una hoja sana en desarrollo (línea verde).



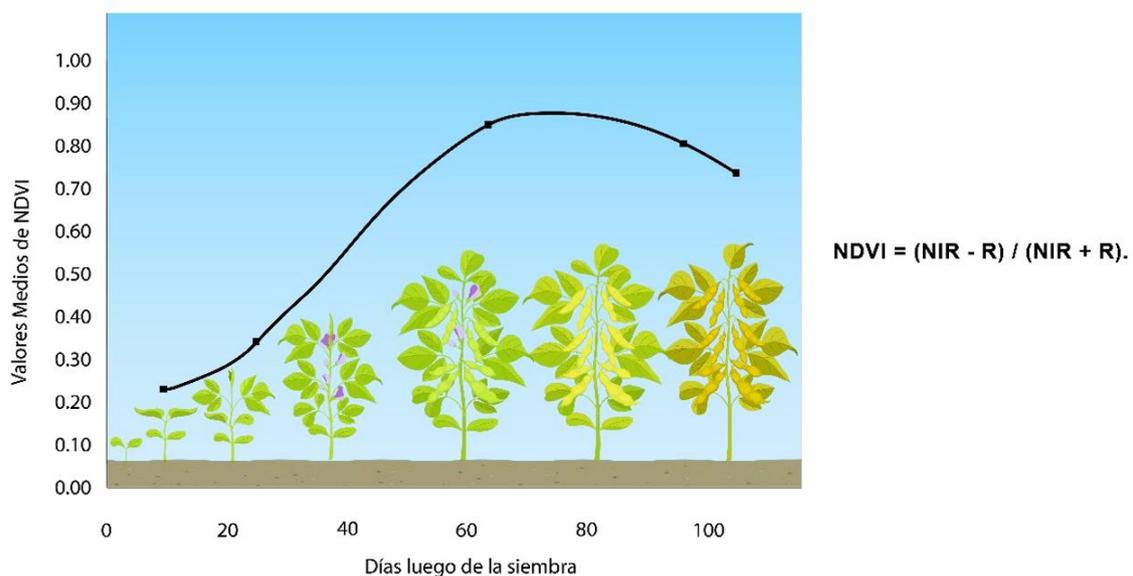
En verde se visualiza la reflectancia en las distintas longitudes de onda de una hoja sana en desarrollo.

Una vez que la luz llega a la planta, el tejido mesodérmico inferior de las hojas sanas refleja la radiación infrarroja debido a la diferencia de índices de refracción entre el aire y las paredes de las células hidratadas.



Comportamiento de la luz en el tejido mesodérmico de una hoja.

El NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) permite estimar el estado y desarrollo de la vegetación, en base a la medición de la intensidad de la radiación que la misma emite o refleja. Este índice utiliza los canales del espectro visible VIS y del infrarrojo cercano NIR. Normalmente la vegetación viva tiene reflectancia baja en el espectro VIS (rojo) y alta en el espectro NIR. Cuando una cobertura vegetal se encuentra en situación de estrés, tiende a absorber menos radiación solar en el VIS, aumentando su reflectancia, y a absorber más en el NIR. De esta manera la diferencia entre reflectancias de los canales NIR y VIS tiende a decrecer cuando la cobertura vegetal está afectada por algún factor de estrés (deficiencia de agua, enfermedades, plagas, etc.). La curva esperada de NDVI del cultivo de soja es la que se aprecia en la siguiente imagen:

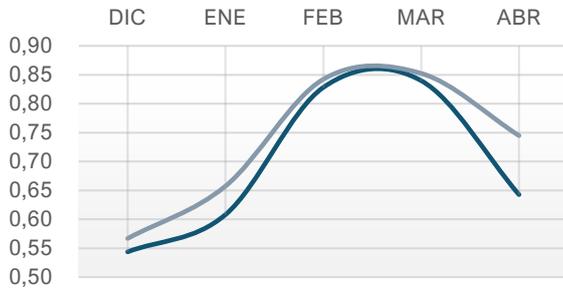


Comportamiento esperado del NDVI para el cultivo de soja.

A nivel zonal, el Litoral Sur y el Centro se destacan por presentar los valores de NDVI más altos y estables durante el ciclo del cultivo, especialmente en febrero y marzo, reflejando un buen desarrollo vegetativo. La zona Sur también muestra un desempeño sólido, mientras que el Este presenta mayor variabilidad, aunque con picos destacados en los meses centrales. En el Litoral Norte, los valores son en general buenos, con algunas caídas puntuales como en Salto. La zona Norte muestra un comportamiento más heterogéneo.

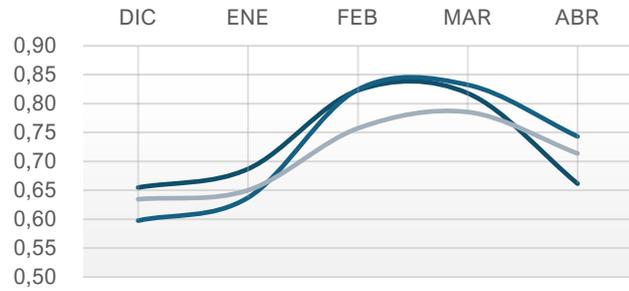
Al analizar las curvas por zona, se observa que en algunas regiones el pico de NDVI ocurre en febrero y en otras en marzo, probablemente debido a diferencias en fechas de siembra y variedades utilizadas.

NDVI ZONA LITORAL SUR



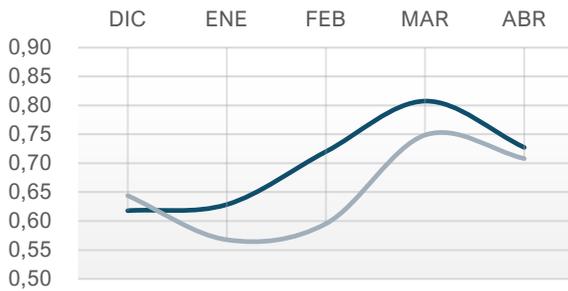
— COLONIA — SORIANO

NDVI ZONA CENTRO



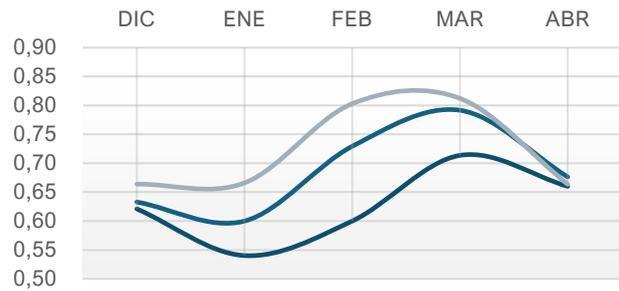
— DURAZNO — FLORES — FLORIDA

NDVI ZONA LITORAL NORTE



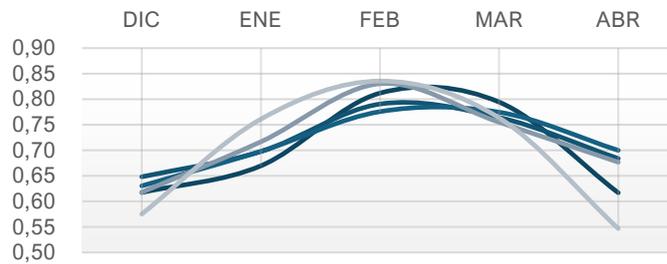
— PAYSANDU — RIO NEGRO — SALTO

NDVI ZONA NORTE



— ARTIGAS — RIVERA — TACUAREMBO

NDVI ZONA ESTE



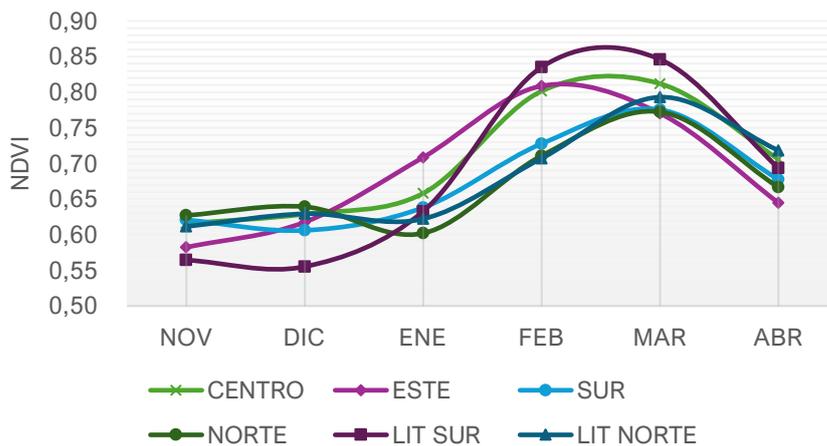
— CERRO LARGO — LAVALLEJA
 — MALDONADO — ROCHA
 — TREINTA Y TRES

A nivel nacional, los valores promedio de NDVI siguen la tendencia esperada, con un aumento progresivo desde noviembre y un pico entre febrero y marzo. No obstante, la curva muestra una leve meseta entre esos dos meses, lo que sugiere una estabilización del crecimiento vegetativo. El NDVI es un indicador clave en la estimación de rendimiento mediante sensores remotos: valores bajos pueden anticipar menores rindes, mientras que chacras con valores máximos muy por encima del promedio suelen estar asociadas a buenos suelos y un manejo agronómico eficiente, y son indicativas de altos rendimientos.

Valores promedio de NDVI en Uruguay en soja - período 2024-2025



Valores promedio de NDVI para cada zona

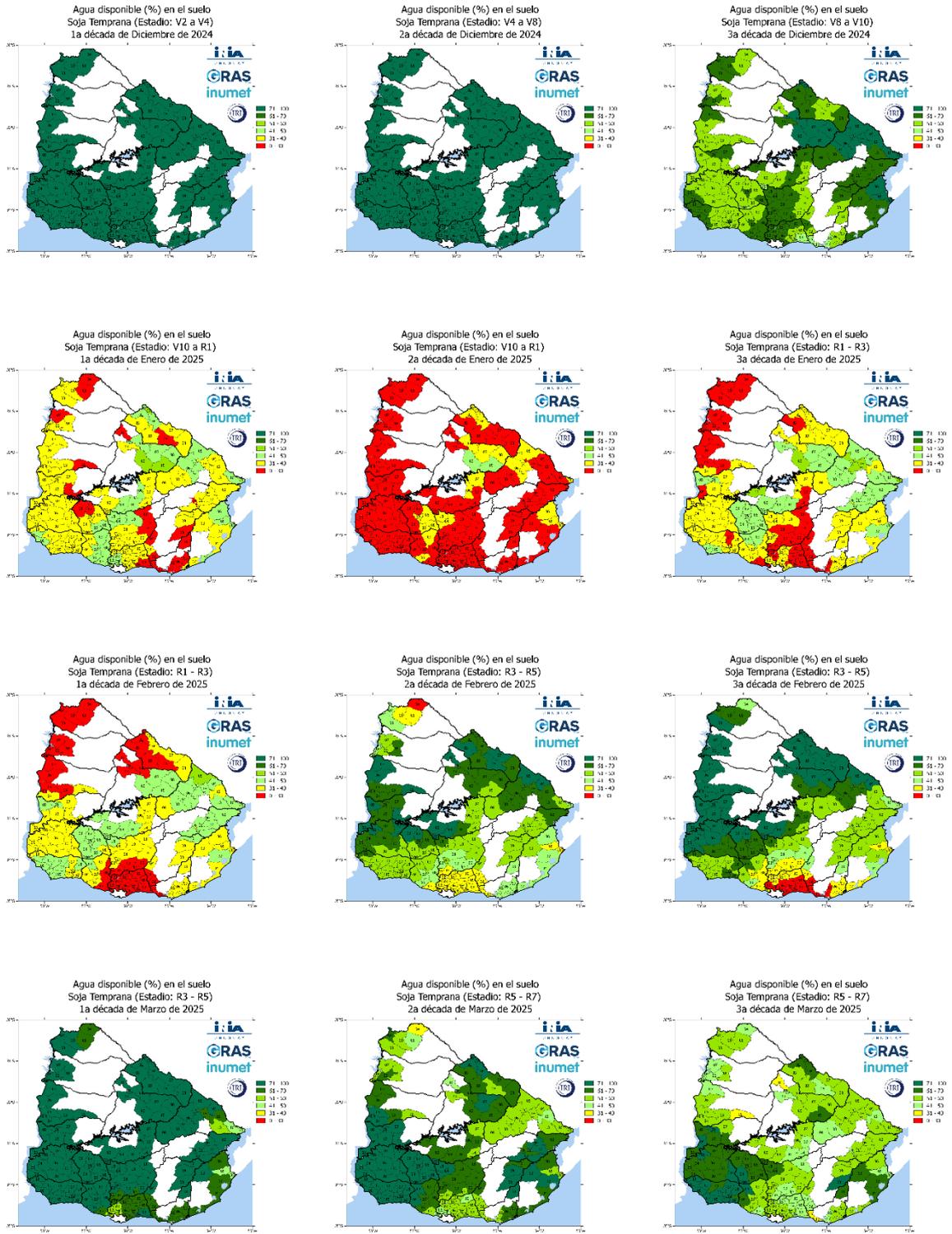


Curvas de NDVI por zona productiva.

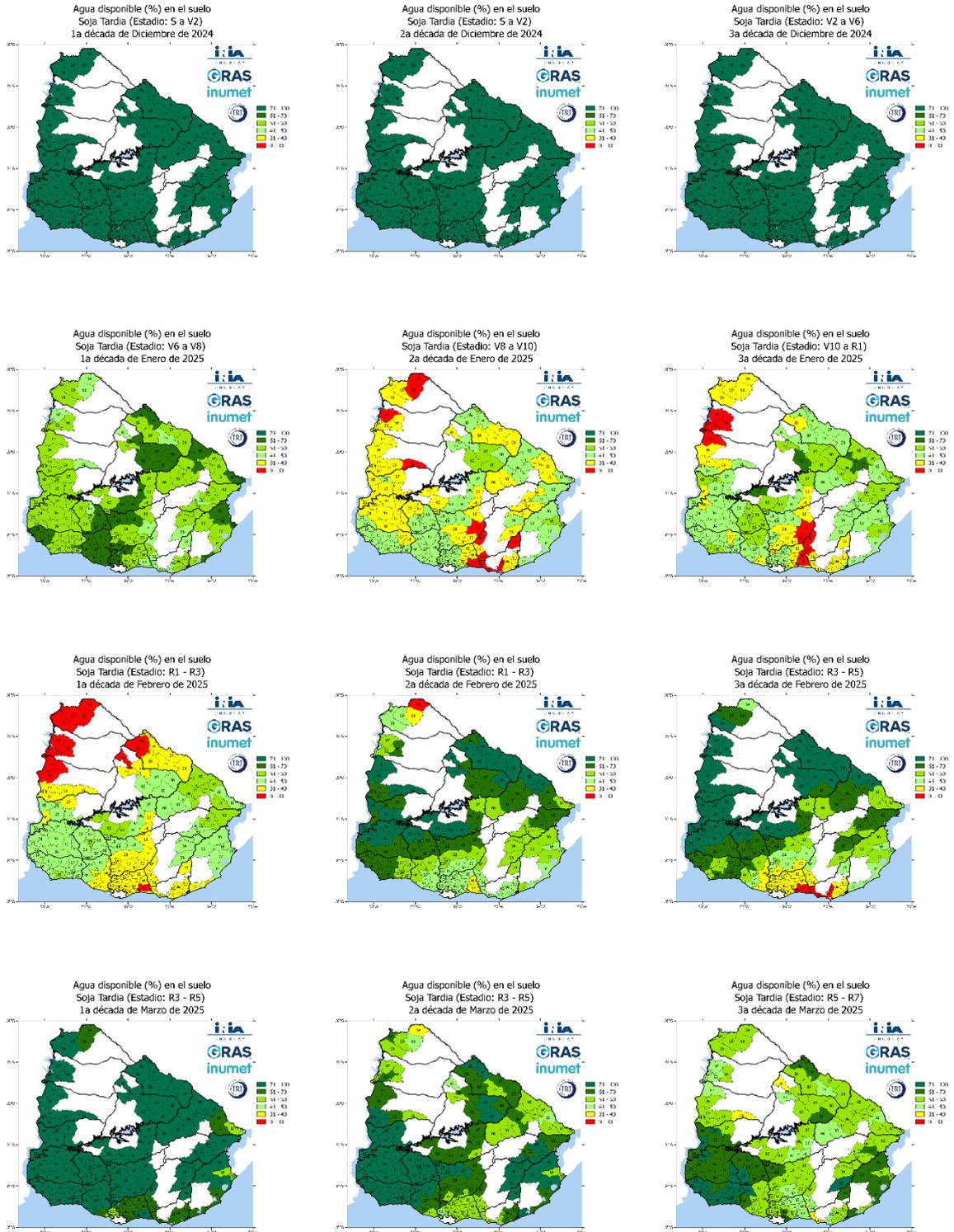
Información obtenida a través de Imágenes brindadas por la Unidad Gras INIA

Información de precipitación

Soja de primera



Soja de segunda



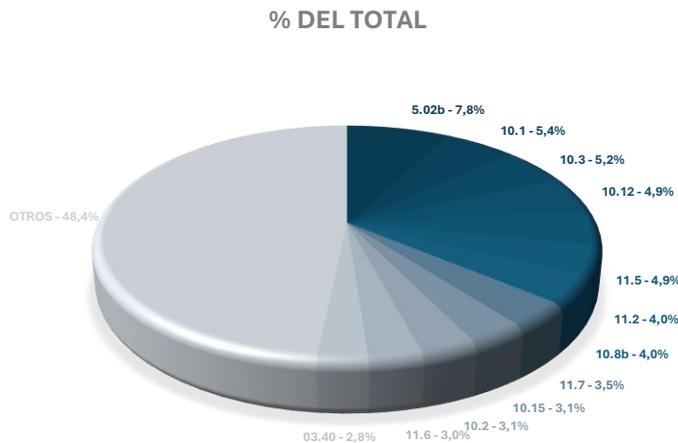
Anexo 3

Suelos utilizados para la producción de soja en Uruguay

Suelos utilizados para la producción de soja

En el siguiente grafico se pueden apreciar los suelos que han sido utilizados para la producción de soja durante la zafra 2024 - 2025. Se utilizaron 170 grupos coneat diferentes pero la mitad de las chacras se ubicaron en 12 suelos diferentes.

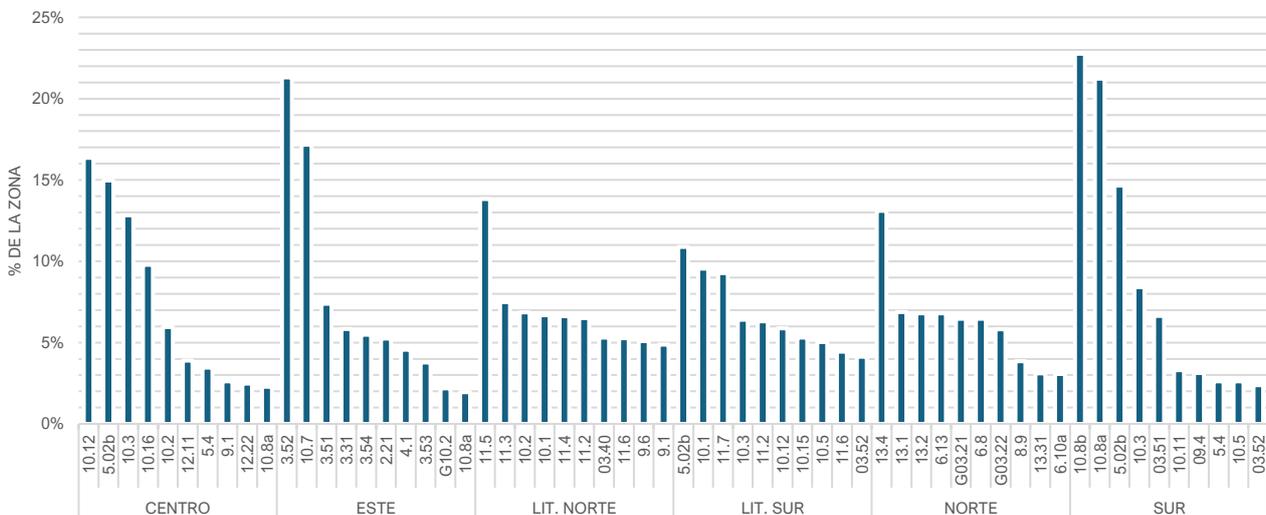
Suelos utilizados



Al analizar la distribución por zona, se observan diferencias marcadas en los tipos de suelos utilizados. En la zona Centro predominan los suelos 10.12, 10.3 y 10.1, que en conjunto superan el 40% del área. En el Este, se destacan fuertemente el 3.52 y 3.51, típicos de esa región, que en conjunto representan más del 35%. En el Litoral Norte, el suelo 11.5 es el más usado, con una participación cercana al 13%, mientras que en el Litoral Sur se reparten

de manera más equilibrada entre 5.02b, 11.7 y 10.15. En el Norte del país, la diversidad es mayor, pero el 13.2 y el G03.21 lideran el uso. Finalmente, en el Sur se destacan claramente los suelos 10.8b y 5.02b, que en conjunto representan cerca del 45% del área.

Suelos CONEAT más utilizados por zona



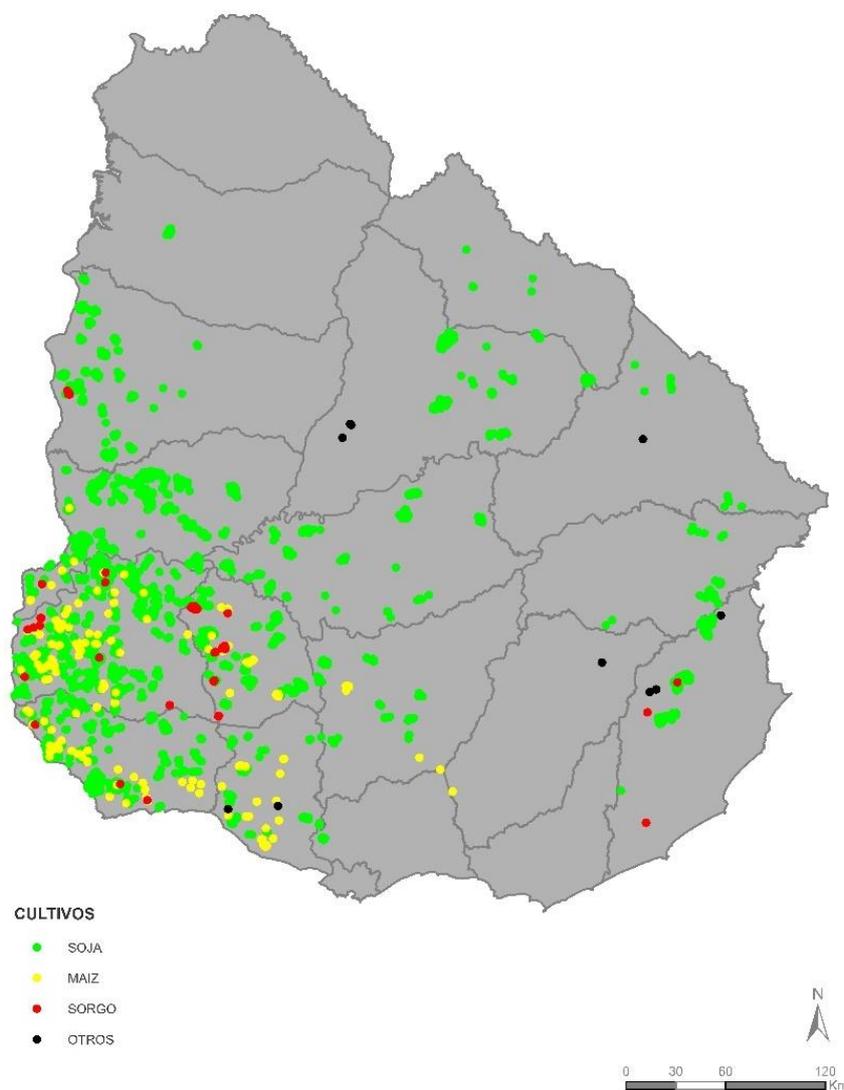
Anexo 4

Cálculo de precisión y error

Cálculo de precisión y error

La estimación de la precisión del trabajo de teledetección del cultivo de soja se realizó mediante puntos GPS de varios cultivos, y polígonos de chacras de soja proporcionados por los técnicos y socios de URUPOV. Para poder estimar la precisión por área y por puntos, se transformaron todas las chacras que estaban en formato de punto a polígono (mediante la digitalización manual) y viceversa.

Puntos de control



La precisión se calcula como la sumatoria de los aciertos dividida por la cantidad total de puntos o área de muestreo.

Cálculo por puntos

Teledetección

		Puntos	Soja	No Soja	Total
Control	Soja		2.489	96	2.585
	No Soja		2	271	273
	Total				2.858
	Precisión				96,6%

$$\text{Precisión por puntos} = (2.489 + 271) / 2.858 * 100 = 96,6\%$$

Cálculo por área (ha)

Teledetección

		Área (ha)	Soja	No Soja	Total
Control	Soja		150.069	5.386	155.456
	No Soja		118	17.215	17.333
	Total				172.789
	Precisión				96,8%

$$\text{Precisión por área} = (150.069 + 17.215) / 172.789 * 100 = 96,8\%$$

Análisis

Debido a la heterogeneidad de tamaños de chacras de control, al igual que las zafras anteriores, se decidió utilizar la estimación por área para calcular la precisión del trabajo ya que es más representativa. Esto evita, por ejemplo, que una chacra de 10 hectáreas tenga el mismo peso en el cálculo que una de 100 hectáreas.

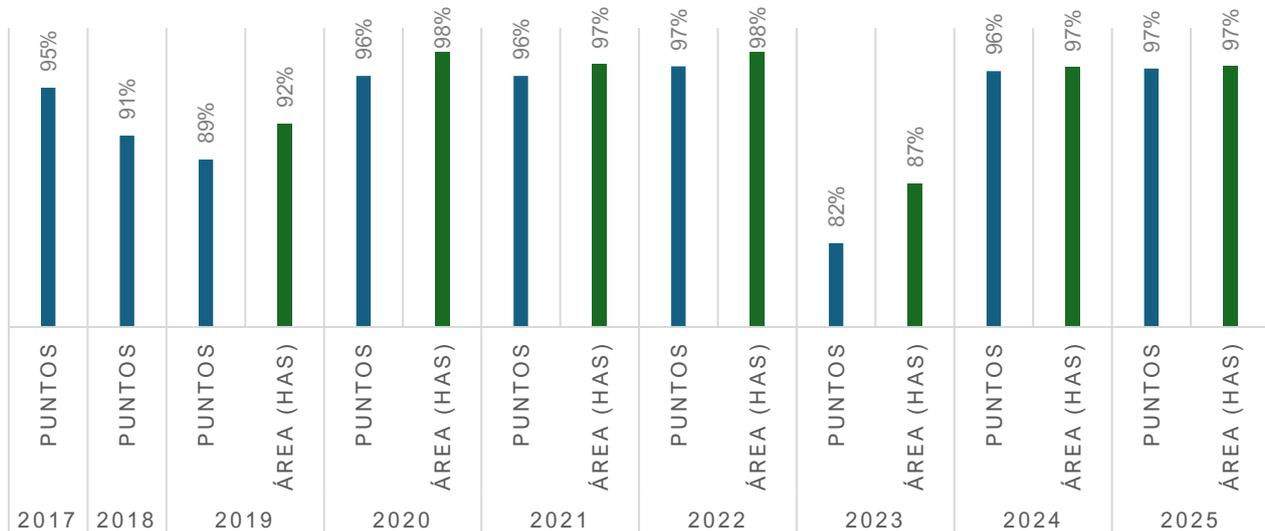
El área total utilizada para el control fue de 172.789 hectáreas distribuidas en todo el país. Del total del área controlada, el 96,8% estuvo bien clasificada.

Es importante destacar que las hectáreas faltantes de soja que fueron identificadas durante la fase de control, así como también las chacras que correspondieron a otros cultivos, ya fueron corregidas. Esto significa que el error sobre el área presentada es menor a 3,2%.

El 84% del error es de omisión (chacras de soja no teledetectadas como soja), y el restante 16% correspondió al error de comisión (chacras correspondientes a otros cultivos y que fueron clasificadas como soja).

Tal como se muestra en el siguiente gráfico, a lo largo del período 2017–2025, el trabajo de teledetección mantuvo niveles altos de precisión, con valores generalmente superiores al 90% tanto en la validación por puntos como por áreas. La precisión más baja se registró en 2023, cuando las condiciones de sequía afectaron significativamente la calidad de las imágenes y la definición de los lotes, reduciendo la precisión a 82% por puntos y 87% por área. A partir de 2019 se incorporó de forma sistemática la validación por área, lo que permitió una evaluación más completa. En los últimos años, especialmente en 2024 y 2025, se lograron niveles de precisión muy altos (97%) en ambos tipos de muestreo.

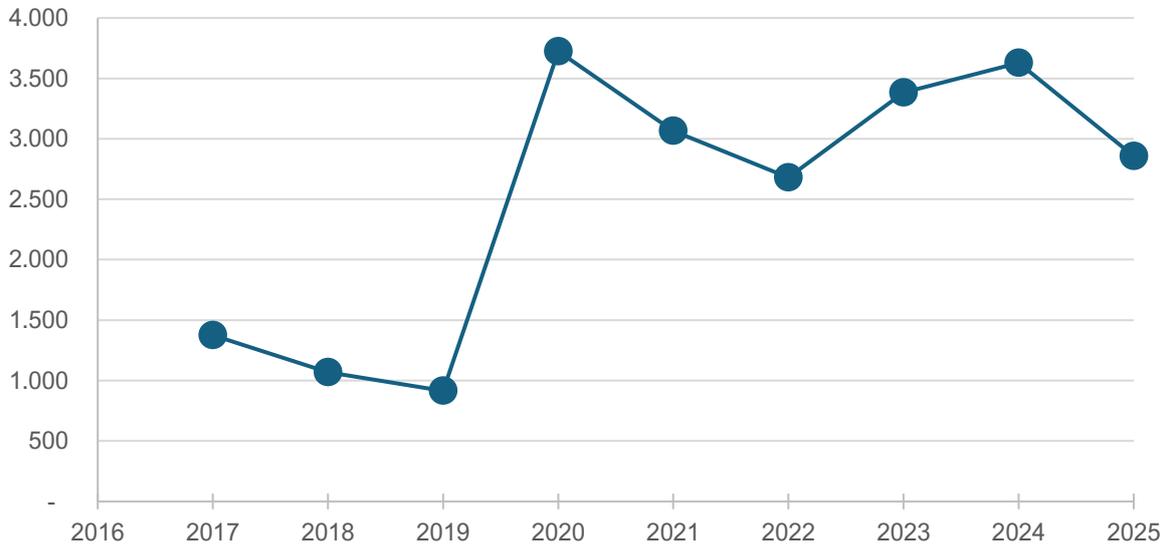
% de precisión por año de acuerdo a criterios de evaluación (puntos y hectáreas)



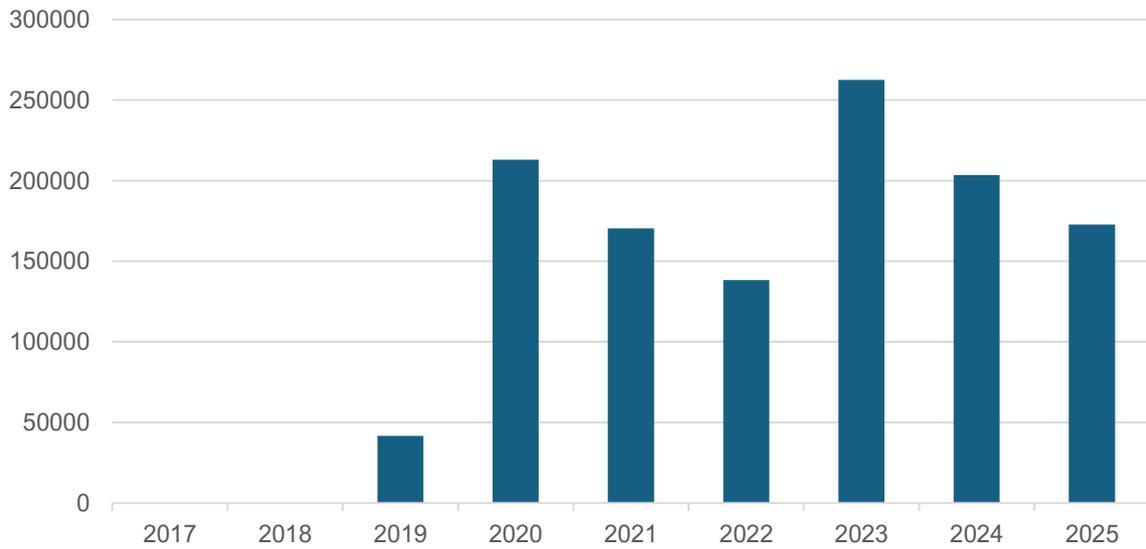
El número de puntos utilizados para la validación aumentó significativamente a partir de 2020, alcanzando un máximo de 3.724 en ese año y manteniéndose por encima de los 2.800 en los años siguientes, lo que fortalece la confiabilidad del proceso. Por su parte, las áreas utilizadas para la validación se expandieron desde las 41.708 hectáreas en 2019 hasta picos como las 262.474 hectáreas en 2023, mostrando una creciente cobertura territorial en la evaluación. Este crecimiento en la cantidad de datos validados contribuye directamente a mejorar la solidez y la representatividad de los resultados obtenidos en cada campaña.

En este sentido, es importante destacar el trabajo por parte de los socios y técnicos de URUPOV para proveer puntos y polígonos de control. Esto contribuye a expresar con mayor certeza la confiabilidad del trabajo. En los siguientes gráficos puede apreciarse la evolución de la cantidad de puntos y polígonos de control brindados para realizar el control del proyecto.

Nº de puntos de control utilizados para el cálculo de precisión



Superficie de control utilizada para el cálculo de precisión



Anexo 5

Infografía del informe

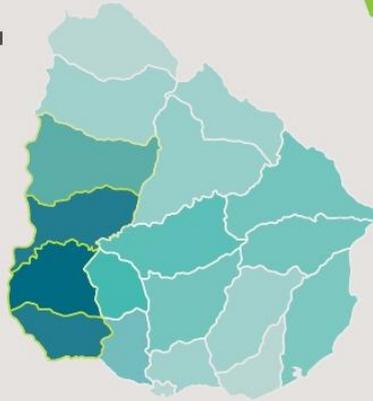
SOJA en números

Zafra 2024-25



Área total sembrada: **1.384.000 ha.**

Distribución del área sembrada de soja por departamento



97% de precisión del trabajo de teledetección



Soriano 23,8%
328.868 ha.

Colonia 14%
194.402 ha.

Río Negro 14%
193.257 ha.

Paysandú 10,5%
144.943 ha.

Otros 37,7%
523.094 ha.

2025



Semilla etiquetada

+



Semilla de uso propio

=



Legalidad en el origen de semilla sembrada

Cifras de interés



www.urupov.org.uy

Anexo 6

Sobre URUPOV

Quiénes somos

URUPOV es una asociación sin fines de lucro conformada por las principales empresas e instituciones dedicadas a la investigación, desarrollo, producción y comercialización de nuevas variedades vegetales.

Desde 1994 aboga por los derechos de los obtentores vegetales, fomentando la investigación de nuevas variedades y contribuyendo al desarrollo del sector a través de una agricultura innovadora, competitiva y sostenible.

Actualmente sus socios representan más del 90% del sector semillerista en Uruguay, e incluyen a institutos de investigación, empresas nacionales y multinacionales.

Misión

Representar y velar por los intereses de los obtentores vegetales, productores y comerciantes de semillas, contribuyendo al desarrollo de nuevas variedades y al desarrollo sostenible del sector agropecuario.

Visión

Ser una organización referente del sector semillerista, manteniendo un fuerte compromiso con la innovación, productividad y sostenibilidad.

Nuestro equipo



DIRECTOR EJECUTIVO
Diego Riso
drisso@urupov.org.uy
Cel: 099 617 139



GERENTE OPERATIVO
Victoria Stewart
victoria@urupov.org.uy
Cel: 099 362 617



SECRETARIA
María Noel González
secretaria@urupov.org.uy
Cel: 098 355 655



RESP. DE COMUNICACIÓN
Virginia Tastás
virginia@urupov.org.uy
Cel: 099 924 011



TÉCNICO DE CAMPO
Franco Barbería
franco@urupov.org.uy
Cel: 091 300 444



TÉCNICO DE CAMPO
Lucas Ferrés
lucas@urupov.org.uy
Cel: 098 334 334



TÉCNICO DE CAMPO
Juan Martín Gómez
jmg@urupov.org.uy
Cel: 098 557 755



TÉCNICO DE CAMPO
Alfonso Angenscheidt
alfonso@urupov.org.uy
Cel: 098 355 455



CONSULTORA EN
TELEDETECCIÓN Y SIG
Rossina Aunchayna
info@urupov.org.uy



Sede de URUPOV

Nuestros socios

