

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b> | <b>30/09/2024</b>   |
|   | <b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b>  | <b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Portada</b>      |

# PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA

-CAMPAÑA SUR 2024/25-

30 DE SEPTIEMBRE DE 2024  
AB AZUCARERA IBERIA SL

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Índice</b>                                |

## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. OBJETO Y GENERALIDADES .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.1. Objeto .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.2. Generalidades .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2. DETERMINACIÓN DE LA POLARIZACIÓN Y CONTENIDO EN SACAROSA .....</b>                         | <b>4</b>  |
| <b>2.1 Metodología .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.2 Obtención de inputs/datos de entrada .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2.3 Generación del modelo matemático .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>3. VALIDACIÓN, DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD DEL MODELO .....</b>                               | <b>17</b> |
| <b>3.1 Validación .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>3.2 Desarrollo y sostenibilidad del modelo .....</b>  | <b>18</b> |
| ANEXO I Protocolo toma de muestras en campo de remolacha azucarera .....                         | 20        |
| ANEXO II Procedimientos de análisis de muestras de remolacha en los laboratorios de AIMCRA ..... | 32        |

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b> | <b>30/09/2024</b>   |
|   | <b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b>  | <b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 1 de 40</b> |

## 1. OBJETO Y GENERALIDADES

### 1.1. Objeto

El objeto de este documento es describir el procedimiento utilizado por AB Azucarera Iberia S.L. para controlar la calidad de la remolacha a procesar en las Fábricas de AB Azucarera Iberia, S.L., y forma parte del contrato de suministro suscrito entre el cultivador de remolacha y AB Azucarera Iberia, S.L.

Dicho procedimiento, basado en Inteligencia Artificial y teledetección, es capaz de combinar los datos analíticos de las muestras, con otras muchas variables agronómicas, referentes a toda la parcela cultivada, proporcionando así resultados representativos de la totalidad del cultivo.

### 1.2. Generalidades

#### 1.2.1 Inicio y finalización de la recepción de remolacha

El inicio y finalización de la recepción de remolacha en cada fábrica será comunicado por Azucarera a los cultivadores de remolacha en función de las cantidades de remolacha en condiciones de ser molturada. La recepción permanecerá abierta mientras haya remolacha pendiente de ser procesada en el recinto de fábrica en régimen normal de producción. Las anteriores fechas obligarán a todos los cultivadores contratantes de Azucarera.

#### 1.2.2 Calendario/orden de entrega

El calendario/orden de las entregas se elaborará tomando en consideración los siguientes factores: a) las características agroclimáticas de las parcelas; b) la capacidad logística c) la fecha de nascencia del cultivo y c) el estado de madurez al final del ciclo del cultivo. Es obligación de Azucarera elaborar el calendario de entregas respetando los anteriores criterios y los principios de equilibrio y eficiencia.

El calendario definitivo será comunicado a cada Cultivador antes del inicio de la campaña de molturación.

El calendario podrá ser reajustado durante la campaña en función del desarrollo de los arranques y la capacidad de molturación. Los ajustes serán comunicados al Cultivador con la suficiente antelación para que puedan programar las labores necesarias previas al arranque (corte de riego y retirada de los sistemas empleados en el mismo, así como tratamientos fitosanitarios en plazo) Y que el arranque pueda desarrollarse sin impedimentos.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 2 de 40</b>                          |

Azucarera no se compromete al adelanto de la recolección por ninguna de las siguientes circunstancias:

- Problemas de pudrición
- Otros problemas derivados de mala praxis agronómica, entre los que se encuentran un control de la sanidad inadecuado, un manejo de riego incorrecto, la elección de variedad de semilla inapropiada, un control de malas hierbas defectuoso o una fecha siembra no recomendada

En cualquier caso, podrá ser motivo de retraso de recolección una madurez inapropiada del cultivo derivada de los siguientes motivos: abuso de abonado nitrogenado, agua de riego con altos niveles de nitrógeno, fecha de nascencia tardía, defoliación y posterior rebrote del cultivo o imprevistos no manejables como inclemencias meteorológicas y/o averías.

### 1.2.3 Condiciones de aceptación de la remolacha

Azucarera solo está obligada a recibir la remolacha objeto del contrato de suministro. En ningún caso estará permitido que un Cultivador entregue a su nombre la remolacha producida por otro.

La remolacha entregada deberá:

- Estar sana y sin mezclar con elementos extraños como restos vegetales u otros como tierra y piedras.
- No haberse practicado el descoronado durante las labores de arranque.
- 
- Cumplir con lo dispuesto en el contrato en lo que concierne a las variedades de semillas utilizadas.
- Haber sido producida de acuerdo a la normativa aplicable en el ámbito de prácticas agrícolas y uso de fertilizantes y fitosanitarios.
- No estar afectadas por heladas ni pudriciones, siendo responsabilidad del agricultor la separación de remolacha afectada previamente a la carga.

La remolacha que no cumplan las anteriores condiciones podrá ser rechazada o transformada de acuerdo al procedimiento que Azucarera determine y comunique al cultivador.

La remolacha estará distribuida de forma homogénea en la caja o remolque del vehículo. Azucarera podrá rechazar aquellas cargas que presenten acumulación de elementos distintos a la raíz.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 3 de 40</b>                          |

#### 1.2.4 Cierres temporales de recepción

No se realizarán cierres temporales de recepción, salvo aquellos que estén planificados o tengan su causa en circunstancias ajenas a la voluntad de Azucarera tales como una avería de la fábrica que limite o impida la producción, desabastecimiento o fuerza mayor.

Cuando se anuncie un cierre temporal, toda la remolacha que se encuentre en ese momento a las puertas de la fábrica para ser pesada en las básculas será recibida por Azucarera.

#### 1.2.5 Pesaje de vehículos y control de las instalaciones de pesaje

El pesaje de los vehículos se efectuará tanto a la entrada en fábrica (bruto) como a la salida (tara).

El pesaje se efectuará en presencia del Cultivador propietario, transportista mandatario o el transportista asignado por Azucarera.

En caso de reclamación acerca del funcionamiento de las básculas, Azucarera compensará todas las diferencias habidas desde la reclamación hasta la corrección del desajuste en aquellos casos en los que se compruebe una deficiencia.

El control metrológico de las básculas y sus preceptivas verificaciones se realizarán de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.

De forma previa a campaña y con periodicidad anual, todas las básculas serán objeto de calibración externa.

Los justificantes que garanticen el resultado satisfactorio de las verificaciones y calibraciones externas se colocarán en un lugar visible.

En cada jornada de recepción se realizarán verificaciones internas del correcto funcionamiento de las básculas mediante el pesaje de un camión cargado y de un camión vacío elegidos al azar por el personal de recepción de Azucarera. La diferencia de peso entre ambas básculas deberá ser menor al uno por mil para considerar correcto su funcionamiento, tanto para el vehículo cargado como para el vacío. Se mantendrá registro consultable por el Cultivador de todas las comprobaciones.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 4 de 40</b>                          |

## 2. DETERMINACIÓN DE LA POLARIZACIÓN Y CONTENIDO EN SACAROSA

### 2.1 Metodología

Desde el año 2018 Azucarera ha venido desarrollando un sistema de seguimiento de la calidad de la remolacha que combina inteligencia artificial (IA) y teledetección, para proporcionar la polarización y el contenido en sacarosa de cada parcela cultivada, tanto a lo largo del ciclo de cultivo, como en el momento de la recolección y recepción en fábrica.

En un principio, para construir y entrenar el modelo, se realizaron vuelos de dron que se cotejaban con datos de muestras en el campo para calibrar correctamente el modelo, que fue posteriormente extrapolado a la información obtenida mediante vuelos satelitales. Posteriormente se continuó entrenando el modelo con muestras en campo y la información obtenida mediante imágenes satelitales, además de con otros datos climatológicos, litológicos, etc., procesando más de 90 parámetros, actuales e históricos, que miden características agronómicas relacionadas con el cultivo:



Tras siete campañas en las que se ha alimentado el modelo con datos analíticos procedentes de más de 6.500 muestras, su nivel de robustez, medido como el Error Medio Absoluto (MAE), que proporciona el promedio de la diferencia absoluta entre la predicción del modelo y el valor observado, es de 0,41 ° de Polarización y 0.73 t sacarosa/ha.

A continuación se detalla el funcionamiento de este Sistema de IA, que llamamos Visor Agrotoe, y que se utiliza para medir la calidad de la remolacha, a lo largo de todo el ciclo de cultivo.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 5 de 40</b>                          |

## 2.2 Obtención de inputs/datos de entrada

### 2.2.1 Muestreos en campo y análisis en remolacha:

Se realiza una campaña de muestreo en el periodo comprendido entre 7 días antes del inicio de la campaña y la finalización de la misma.

En cada campaña de muestreo se toman muestras representativas de entre el 10% y el 15% de toda la superficie contratada: En un año con condiciones 'promedio' se muestrearán como mínimo un 10% de la superficie contratada. En un año con circunstancias no conocidas o anómalas como arranques tardíos, enfermedades, plagas, problemas de riego, etc, se incrementará la superficie muestreada hasta el 15%, con el fin de mantener la calidad del dato y a la vez mejorar el modelo para años de similares características.

Igualmente, si una campaña existe cultivo en una nueva subzona en la que el modelo en años anteriores no ha tenido datos, o se detectan anomalías agronómicas o climáticas no reproducidas en los años anteriores de entramiento del modelo, se ponderará el número de muestras representativas de estas nuevas condiciones, con el fin de favorecer la robustez del modelo.

Las parcelas a muestrear, se seleccionarán entre las Unidades Homogéneas de cultivo que se vayan a arrancar cada semana y su número puede variar entre 1 y 25 parcelas por fábrica y semana, en las semanas que haya arranques. Para asegurar la representatividad en la selección de parcelas se tendrá en cuenta la subzona de cultivo y fecha de siembra. También se muestrearán algunas parcelas con datos agronómicos anómalos: parcelas con estrés hídrico, niveles elevados de nitrógeno o que presenten ataques importantes de plagas y/o enfermedades a lo largo del ciclo de cultivo.

Cada campaña de muestreo consiste en la toma de entre 3 y 5 muestras por parcela a muestrear. Son realizados por personal de Azucarera debidamente formado para realizar dicha labor.

Se toman muestras radiculares y foliares de las parcelas seleccionadas siguiendo el protocolo de muestreo que se muestra en el Anexo I a este procedimiento, y que garantiza la calidad y homogeneidad en la toma de muestras.

Estas muestras se analizan en el laboratorio de AIMCRA (Asociación para la Investigación y Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera), situado en Valladolid, mediante los procedimientos contemplados en el ANEXO II de este documento.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 6 de 40</b>                          |

Los resultados analíticos obtenidos que se introducen en el Modelo son los siguientes:

- external\_reference\_id: identificador único por parcela.
- season\_label: agrupamiento de gestión.
- latitude: georreferenciación de la parcela.
- longitude: georreferenciación de la parcela.
- pol\_real: Polarización real obtenida. Variable clave para la estimación del modelo de POL
- sac\_real: Sacarosa real obtenida. Variable clave para la estimación del modelo de SAC.
- production\_per\_hectare\_real: Producción real obtenida.

También se recogen otros parámetros como materia seca, azúcares reductores mmol%, nitrógeno alfa-amino mmol%, sodio mmol% o potasio mmol%.

#### 2.2.2 Datos satelitales:

Proporcionan información a través de la vegetación. Esto es posible porque la vegetación tiene una baja reflectividad en el espectro visible, aunque con un pico en el color verde debido a la clorofila. La reflectividad es muy alta en el infrarrojo cercano debido a la baja absorción de energía por parte de las plantas en esta banda.

Se obtienen a través de dos constelaciones del programa Copernicus de la ESA: Sentinel 2 para la información espectral y Sentinel 1 para la información radar.

Sentinel 1: se trata de un satélite equipado con un sensor 'Radar de Apertura Sintética' (SAR por sus siglas en inglés) que, al tratarse de un sensor activo de microondas tiene la ventaja de poder adquirir información en condiciones nocturnas, nubosas, etc. El sensor de Sentinel 1 envía pulsos electromagnéticos a la Tierra con el objetivo de medir la señal reflejada por la superficie, obteniendo 'imágenes' del área 'iluminada' que puede ser relacionada, entre otros, con la cantidad de biomasa aérea de la planta. Este satélite tiene un período de revisita entre 12 y 24 días.

Sentinel 2: se trata de un satélite equipado con un sensor multiespectral, equipado con 13 bandas distribuidas entre el espectro visible, el infrarrojo cercano y el infrarrojo de onda corta, que revisita las zonas de interés cada 5 días, manteniendo los mismos ángulos de visión y permitiendo así obtener información comparable.

Los valores espectrales y de radar que se obtienen alcanzan una resolución espacial de 10m/pixel y 30m/pixel respectivamente. Se incorporan al modelo para cada fecha, a nivel semana, considerando el valor medio de cada parcela, y se enumeran a continuación:

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 7 de 40</b>                          |

- cloudcoverage: % de nubes de la parcela para el día de visita. Solo aplicable para los parámetros espectrales.
- sigma0: variable radar relacionada con la biomasa aérea.
- sigma0\_std: Desviación estándar de la variable radar. Nos muestra la uniformidad de la parcela.
- ndre: índice nitrógeno - clorofilas. Estima el contenido en clorofila de la planta, factor que puede verse modificado por las condiciones de estrés.
- ndvi: índice de vegetación. El índice de vegetación de diferencia normalizada se utiliza para estimar la cantidad, la calidad y el desarrollo de la vegetación.
- ndvi\_std: desviación estándar del índice de vegetación.
- b1: bandas espectrales de sentinel 2.
- b2: bandas espectrales de sentinel 2.
- b3: bandas espectrales de sentinel 2.
- b4: bandas espectrales de sentinel 2.
- b5: bandas espectrales de sentinel 2.
- b6: bandas espectrales de sentinel 2.
- b7: bandas espectrales de sentinel 2.
- b8: bandas espectrales de sentinel 2.
- b8a: bandas espectrales de sentinel 2.
- b9: bandas espectrales de sentinel 2.
- b11: bandas espectrales de sentinel 2.
- b12: bandas espectrales de sentinel 2.
- tcari\_osavi: índice de vegetación ajustada a eliminar la influencia del suelo.
- gndvi: índice de vegetación potenciando saturación en el verde. Es un índice del "verdor" de las plantas o de su actividad fotosintética. Se utiliza para determinar la absorción de agua y nitrógeno en la cubierta vegetal.
- ccci: índice de clorofila.
- ndwi: índice de estado hídrico (NDMI). Identifica masas de agua y zonas de alta saturación de humedad. Se utiliza como unidad de medida para determinar el estrés hídrico en la vegetación y, especialmente, la saturación de humedad del suelo.
- tcari: índice relacionado con la absorción de clorofila.
- osavi: el índice de vegetación OSAVI es un SAVI modificado que también utiliza la reflectancia en el espectro del infrarrojo cercano y del rojo.

Adicionalmente, las variables anteriores son combinadas matemáticamente para evitar influencia de nubes, detectar temporalidad o cambios bruscos de datos y seleccionar indicadores de importancia.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 8 de 40</b>                          |

Se obtienen los siguientes parámetros:

- ndvi\_smoothed: NDVI trabajado con una función de suavizado eliminando la influencia por la afectación de nubes.
- ndwi\_smoothed: NDWI (NDMI) trabajado con una función de suavizado eliminando la influencia por la afectación de nubes.
- ndvi\_smoothed\_temporal\_max\_diff: máxima diferencia entre semanas para el índice de NDVI.
- ndwi\_smoothed\_temporal\_max\_diff: máxima diferencia entre semanas para el índice de NDWI (NDMI).
- ndvi\_smoothed\_max: valor de NDVI máximo alcanzado en la campaña.
- ndwi\_smoothed\_max: valor de NDWI máximo alcanzado en la campaña.
- ndvi\_smoothed\_temporal\_mean\_diff: media de diferencia entre semanas para el índice de NDVI.
- ndwi\_smoothed\_temporal\_mean\_diff: media de diferencia entre semanas para el índice de NDWI (NDMI).
- ndvi\_std\_temporal\_max\_diff: diferencia máxima de variabilidad dentro del campaña.
- sigma0\_temporal\_max\_diff: diferencia máxima de valor de radar dentro de la campaña.
- sigma0\_max: Valor máximo de radar alcanzado en la campaña.
- sigma0\_min: Valor mínimo de radar alcanzado en la campaña.
- sigma0\_temporal\_mean\_diff: diferencia media de radar durante la campaña.
- sigma0\_std\_temporal\_max\_diff: diferencia máxima de radar durante la campaña.
- ndvi\_growth\_firrst\_month: NDVI máximo alcanzado en el primer mes de campaña.
- ndwi\_growth\_firrst\_month: NDWI (NDMI) máximo alcanzado en el primer mes de campaña.

### 2.2.3 Datos meteorológicos:

Las variables climáticas y agroclimáticas proporcionan información sobre cómo y a qué ha estado expuesta la planta desde la fecha de plantación hasta la fecha de muestreo/obtención de datos satelitales.

Para su obtención se utiliza el GLDAS (Global Land Data Assimilation System), que proporciona información a partir de datos de satélite y estaciones climáticas, que se interpolan en función del terreno, para así obtener datos climáticos en cada punto del terreno. Se utiliza una API meteorológica con una resolución aproximada de 15-20 km en función de la latitud. Las variables que se miden se enumeran a continuación:

- pres: presión media (mb).
- slp: presión media a nivel del mar (mb).

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 9 de 40</b>                          |

- wind\_spd: velocidad media del viento (Predeterminado m/s).
- wind\_gust\_spd: velocidad de ráfagas de viento (m/s).
- max\_wind\_spd: velocidad máxima del viento de 2 minutos (m/s).
- wind\_dir: dirección media del viento (grados).
- max\_wind\_dir: dirección de ráfaga de viento máxima de 2 minutos (grados).
- max\_wind\_ts: hora de máxima racha de viento UTC (Unix Timestamp).
- temp: temperatura media (Celsius por defecto).
- max\_temp: temperatura máxima (Celsius por defecto).
- min\_temp: temperatura mínima (Celsius por defecto).
- max\_temp\_ts: hora de temperatura máxima diaria UTC (Unix Timestamp).
- min\_temp\_ts: hora de temperatura mínima diaria UTC (Unix Timestamp).
- rh: humedad relativa media (%).
- dewpt: punto de rocío promedio (Celsius predeterminado).
- clouds: cobertura media de nubes [basada en satélites] (%).
- precip: precipitación acumulada (predeterminado mm).
- precip\_gpm: precipitación acumulada [estimada por satélite/radar] (predeterminado enmm).
- solar\_rad: radiación solar promedio (W/M<sup>2</sup>)
- t\_solar\_rad: radiación solar total (W/M<sup>2</sup>)
- ghi: Irradiación solar horizontal global promedio (W/m<sup>2</sup>).
- t\_ghi: irradiancia solar horizontal global total del día (W/m<sup>2</sup>) [Cielo despejado]
- max\_ghi: valor máximo de la irradiancia solar horizontal global en el día (W/m<sup>2</sup>) [Cielo despejado]
- dni: irradiación solar normal directa promedio (W/m<sup>2</sup>) [Cielo despejado]
- t\_dni: irradiación solar normal directa total del día (W/m<sup>2</sup>) [Cielo despejado]
- max\_dni: valor máximo de radiación solar normal directa en el día (W/m<sup>2</sup>) [Cielo despejado]
- dhi: irradiancia solar horizontal difusa promedio (W/m<sup>2</sup>) [Cielo despejado]
- t\_dhi: irradiancia solar horizontal difusa total del día (W/m<sup>2</sup>) [Cielo despejado]
- max\_dhi: valor máximo de irradiancia solar horizontal difusa en el día (W/m<sup>2</sup>) [Cielo despejado]
- max\_uv: índice UV máximo (0-11+)
- bulk\_soil\_density: densidad del suelo a granel (kg/m<sup>3</sup>).
- skin\_temp\_max: temperatura máxima de la superficie del suelo (°C).
- skin\_temp\_avg: temperatura de la superficie del suelo (°C).
- skin\_temp\_min: temperatura mínima de la superficie del suelo (°C).
- temp\_2m\_avg: temperatura promedio a una altura de 2 metros (°C).

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 10 de 40</b>                         |

- precip: precipitación acumulada (mm).
- specifi c\_humidity: humedad específica media (kg/kg).
- evapotranspirati on: evapotranspiración de referencia - ET0 (mm).
- pres\_avg: presión superficial media (mb).
- wind\_10m\_spd\_avg: Velocidad media del viento a 10 metros (m/s).
- dlwrf\_avg: radiación solar de onda larga descendente media horaria ( $W/m^2 \cdot H$ ).
- dlwrf\_max: máxima radiación solar descendente de onda larga por hora ( $W/m^2 \cdot H$ ).
- dswrf\_avg: radiación solar de onda corta descendente media horaria ( $W/m^2 \cdot H$ ).
- dswrf\_max: máxima radiación solar horaria descendente de onda corta ( $W/m^2 \cdot H$ ).
- dlwrf\_net: radiación solar neta de onda larga ( $W/m^2 \cdot D$ ).
- dswrf\_net: radiación solar neta de onda corta ( $W/m^2 \cdot D$ ).
- soilm\_0\_10cm: promedio Contenido de humedad del suelo 0 a 10 cm de profundidad(mm).
- soilm\_10\_40cm: promedio Contenido de humedad del suelo 10 a 40 cm de profundidad(mm).
- soilm\_40\_100cm: promedio Contenido de humedad del suelo 40 a 100 cm de profundidad (mm).
- soilm\_100\_200cm: promedio Contenido de humedad del suelo 100 a 200 cm de profundidad (mm).
- v\_soilm\_0\_10cm: Contenido volumétrico promedio de humedad del suelo de 0 a 10 cm de profundidad (fracción).
- v\_soilm\_10\_40cm: Contenido volumétrico promedio de humedad del suelo de 10 a 40 cm de profundidad (fracción).
- v\_soilm\_40\_100cm: Contenido volumétrico promedio de humedad del suelo de 40 a 100cm de profundidad (fracción).
- v\_soilm\_100\_200cm: Contenido volumétrico promedio de humedad del suelo de 100 a200 cm de profundidad (fracción)
- soilt\_0\_10cm: Temperatura promedio del suelo a 0 a 10 cm de profundidad (°C).
- soilt\_10\_40cm: Temperatura promedio del suelo a 10 a 40 cm de profundidad (°C).
- soilt\_40\_100cm: Temperatura promedio del suelo a 40 a 100 cm de profundidad (°C).
- soilt\_100\_200cm: Temperatura promedio del suelo a 100 a 200 cm de profundidad (°C).

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 11 de 40</b>                         |

#### 2.2.4 Datos litológicos:

Los datos relativos al tipo de suelo donde se cultiva la remolacha se obtienen del mapa geológico de la Península Ibérica a escala 1:1.000.000. Esta información se descarga en formato Shape de la página oficial del IGME (Instituto Geológico y Minero de España). En base a esta información se asigna a cada parcela un tipo de suelo siguiendo la clasificación del departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA).

En caso de disponer de muestra(s) de suelo a cada parcela se le asigna el tipo de suelo basado en esta información.

#### 2.2.5 Datos meteorológicos y litológicos tratados

Las variables calculadas a partir de los datos meteorológicos y litológicos anteriormente descritos son las siguientes:

- gdd: grados día acumulados con temperatura base según cultivo.  $((T^a \text{ min} + T^a \text{ máx})/2) - T^a \text{ Base}$  ( $T^a$  a partir de la cual el desarrollo de la remolacha se detiene debido al frío)
- precip\_temporal\_max\_diff: diferencia máxima entre semanas en precipitación en campaña.
- precip\_max: valor de precipitación máxima en una semana.
- evapotranspirati on\_max\_diff: diferencia máxima de evapotranspiración entre semanas durante la campaña.
- rh\_max\_diff: diferencia máxima de humedad entre semanas durante la campaña.
- skin\_temporal\_max\_min\_diff: diferencia máxima de temperatura de suelo máxima entre semanas durante la campaña.
- skin\_temporal\_min\_min\_diff: diferencia máxima de temperatura de suelo min entre semanas durante la campaña.
- gdd\_min\_diff: diferencia de gdd entre semanas durante la campaña.
- precip\_first\_month: precipitación máxima alcanzada durante el primer mes de campaña.
- rh\_first\_month: humedad máxima alcanzada durante el primer mes de campaña.
- skin\_temp\_max\_first\_month: temperatura de suelo máxima alcanzada durante el primer mes de campaña.
- solar\_rad\_first\_month: radiación solar máxima alcanzada durante el primer mes de campaña.
- Tipo de suelo: Según clasificación USDA.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 12 de 40</b>                         |

### 2.2.6 Datos agronómicos

El modelo también incorpora, para cada parcela cultivada, las variables agronómicas:

- type\_id: cultivo anterior
- sub\_type\_id: variedad de semilla
- irrigation\_type: sistema de riego empleado en la parcela.
- days: días de cultivo, a partir de la fecha de siembra.
- week: semana de cultivo.
- init\_date: fecha de inicio de la campaña (start\_date o plantation\_date dependiendo del cultivo).
- harvest\_or\_estimation\_date: fecha estimada o real de cosechado

### 2.2.7 Normalización de variables

Para la optimización de los algoritmos del modelo, es necesario normalizar las variables de entrada o, dicho de otro modo, comprimir o ampliar los valores de la variable para que todos estén en un rango definido y, por tanto, puedan ser comparables. Esto es especialmente importante para aquellas variables cuyos valores normales son mucho mayores que los del resto. Por ejemplo, la temperatura acumulada oscila entre 2000-4000°C mientras que los índices espectrales oscilan entre 0-1.

El objetivo final es, por tanto, conseguir que todas las variables se normalicen dentro de unos límites definidos, que serán 0-1. Para ello se utiliza el escalado de variables o también llamado Min Max Scaler.

$$X \text{ normalizado} = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

Donde:

X es el valor original sin normalizar

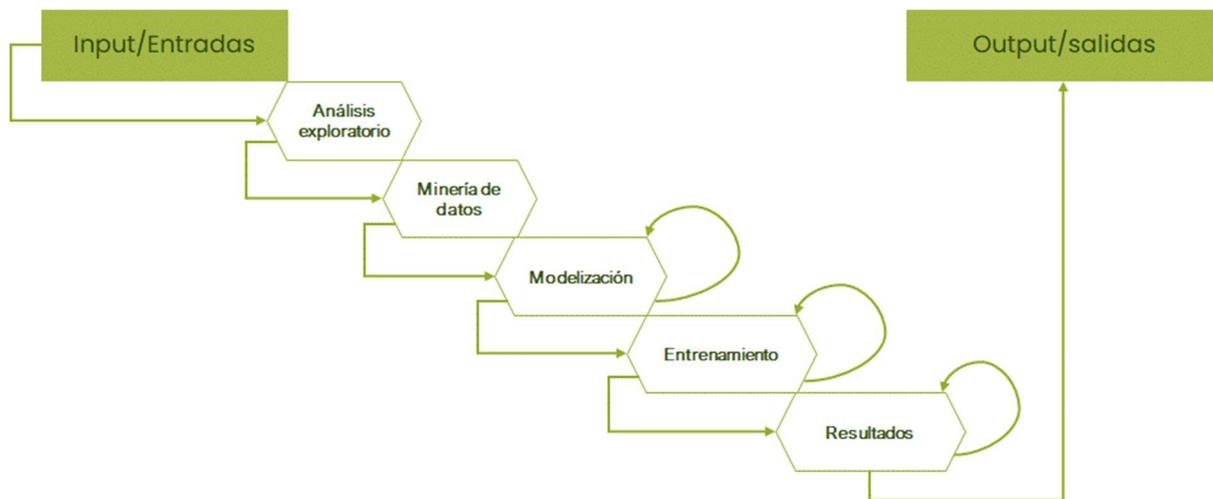
X min: valor mínimo del conjunto de datos para esa variable

X Max: valor máximo del conjunto de datos para esa variable

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 13 de 40</b>                         |

### 2.3 Generación del modelo matemático

La siguiente figura muestra el proceso al que son sometidos los datos de entrada para llegar al modelo final:



A continuación, se describe en qué consiste cada una de estas fases:

#### 2.3.1 Análisis exploratorio

El primer paso en la generación del modelo es el cálculo de estadísticos de todas estas variables explicadas en el apartado anterior. Una vez calculados, se procede a una revisión automática de los mismos mediante análisis univariante y multivariante, utilizando matrices de correlación e histogramas de valores atípicos para identificarlos.

Además, se evalúa para la variable a predecir, cuál de las variables independientes tiene mayor correlación utilizando la librería SelectKBest de Sklearn.

De este modo se genera un report resumen de esta revisión de los datos, pudiendo detectar:

Outliers temporales: como problemas con las fechas de plantación/cosecha. Problemas con las variables predictoras (estimaciones anómalas)

Outliers globales: detecta algún problema de cálculo en todas las variables explicadas.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 14 de 40</b>                         |

### 2.3.2 Minería de datos

La minería de datos se realiza con técnicas de aprendizaje no supervisado. Estas técnicas nos ayudan a evaluar el comportamiento y depuración de las variables que se aplicarán para predecir la riqueza sacárica y la sacarosa

Para la visualización de los datos se reducen dimensiones con componentes principales para poder ayudarnos en la visualización multidimensional conjunta del conjunto de datos, y para la detección de estos outliers se aplican dendrogramas mediante clustering paramétrico. Para las validaciones de los datos considerados outliers, se utiliza el coeficiente de silueta, que indica la calidad de las agrupaciones.

### 2.3.3 Modelización

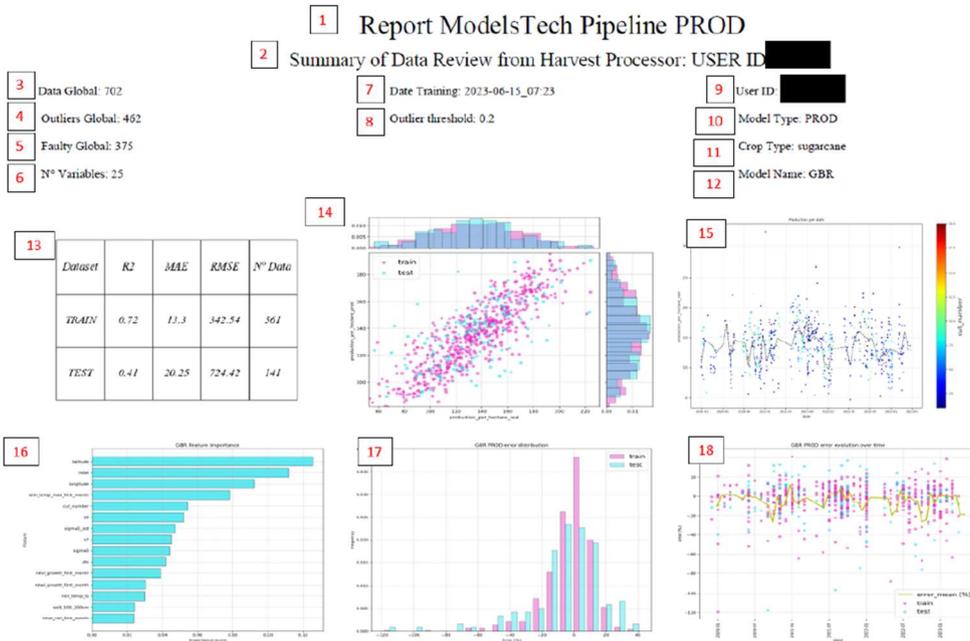
En la modelización de los datos, el conjunto global se divide en un tren (80% de los datos) y una prueba (20% de los datos). Esta segmentación no es aleatoria, sino que se estratifica el histograma de la variable que se va a predecir, de forma que la prueba y el tren comprendan un histograma similar y garanticen valores en todos los rangos de valores para el tren y la prueba.

### 2.3.4 Entrenamiento

En el entrenamiento se utilizan diferentes algoritmos de regresión Actualmente contamos con la generación automática de 3 modelos simultáneos realizando técnicas de hiperparametrización con el objetivo de obtener el mejor modelo para los datos aportados.

Durante la campaña de arranque se realiza un nuevo entrenamiento de manera periódica con las muestras disponibles en cada momento, de manera que la ejecución de la estimación cuenta siempre con la mejor información disponible.

Tras el entrenamiento automático, se genera también un report resumen de evaluación de resultados como el que se muestra a continuación:



1. Título del report.
2. Indica el usuario del modelo.
3. Datos que finalmente entran al entrenamiento.
4. Outliers detectados con el “*isolation forest*”
5. Número de outliers en el preprocesado, como en “*faulty\_seasons\_dict*”
6. N° de variables que han entrado al modelo.
7. Fecha del entrenamiento.
8. El outlier\_threshold que se puso en el config.
9. Usuario del modelo.
10. Tipo de modelo.
11. Cultivo del modelo.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 16 de 40</b>                         |

12. Tipo de modelo con la mejor precisión (RFR -> Random Forest Regressor (menor riesgo de *overfitting*); GBR -> Gradient Boosting Regressor (riesgo medio de *overfitting*); XGBR -> eXtreme Gradient Boosting Regressor (mejor balance entre resultados y riesgo de *overfitting*)).

13. Tabla resumen de las precisiones.

14. Gráfico para comprobar los datos reales vs predichos distinguiendo entre el conjunto de datos de entrenamiento (*train*) y los de evaluación (*test*).

15. Evolución de las producciones reales a través del tiempo.

16. Variables más importantes del modelo entrenado.

17. Distribución de los errores en *train* y el *test*. Si el *train* y el *tests* son muy distintos, entonces se debe repasar que ha sucedido, y porqué los datos de testeo no representan los de entrenamiento.

18. Distribución del error a lo largo del tiempo.

### 2.3.5 Resultados

Una vez que los datos han sido revisados y entrenados, el modelo generado nos proporciona los datos de polarización y contenido en sacarosa en cada parcela, cada vez que ejecutamos el modelo. Los datos están integrados en el ERP (planificación de recursos empresariales) interno que utiliza tecnología SAP.

La ejecución del modelo utilizando para el entrenamiento las muestras descritas en secciones anteriores aseguran la adecuación a las condiciones de cada campaña.

A continuación, se muestra en ejemplo de la información por cada entrega de cada agricultor que se obtiene:

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 17 de 40</b>                         |

Listado seguimiento Polarizaciones  
 Campaña : 2023  
 Fecha: 20240730 - 20240730

| NºRecep | Cultivador | Nombre | Cont | UHC           | Fecha      | Hora entrada | Pol E Hemav | Nombre Finca  | Sigpac        |
|---------|------------|--------|------|---------------|------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| 17194   | AGC        |        | 1    | 4106901500... | 30.07.2024 | 07:13:44     | 17.13       | CASABLANC...  | ES41069000... |
| 17195   | AGC        |        | 1    | 4105300100... | 30.07.2024 | 07:14:46     | 16.96       | CASILLA LO... | ES41020000... |
| 17196   | AGC        |        | 1    | 4105300100... | 30.07.2024 | 07:35:44     | 16.96       | CASILLA LO... | ES41020000... |
| 17197   | AGC        |        | 2    | 4106901500... | 30.07.2024 | 07:45:00     | 16.43       | EL TROBAL ... | ES41069000... |
| 17198   | AGC        |        | 2    | 4106901500... | 30.07.2024 | 07:46:00     | 16.43       | EL TROBAL ... | ES41069000... |
| 17199   | AGC        |        | 1    | 4101201900... | 30.07.2024 | 07:51:17     | 16.55       | HATO RATO ... | ES41012000... |
| 17200   | AGC        |        | 1    | 1100604100... | 30.07.2024 | 07:52:07     | 16.83       | MAJADALES...  | ES11006000... |
| 17201   | AGC        |        | 1    | 4101201900... | 30.07.2024 | 07:54:00     | 16.55       | HATO RATO ... | ES41012000... |
| 17202   | AGC        |        | 1    | 4190001300... | 30.07.2024 | 07:54:50     | 16.54       | TORRE DEL ... | ES41900000... |
| 17203   | AGC        |        | 2    | 4106901500... | 30.07.2024 | 07:55:52     | 16.43       | EL TROBAL ... | ES41069000... |

La media ponderada de la polarización de las entregas de cada agricultor, será contrastada con el valor que se estimó en su contrato. La diferencia entre un valor y otro de polarización (Desviación en POL (°)), será el valor que se utilizará para corregir el precio del contrato, conforme se indica en el Anexo II del mismo:

$$\text{Precio corregido €/t neta} = \text{Precio en contrato €/t neta} + (\text{Desviación en POL (°)} * 0,01)$$

### 3. VALIDACIÓN, DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD DEL MODELO

#### 3.1 Validación

La validación de los datos obtenidos mediante este sistema se realiza midiendo la confianza de los modelos matemáticos, a través del Error Medio Absoluto (MAE).

El Error Medio Absoluto (MAE) proporciona el promedio de la diferencia absoluta entre la predicción del modelo y el valor observado.

Se considera suficiente para la validación de los resultados proporcionados por el sistema, el siguiente valor de MAE:

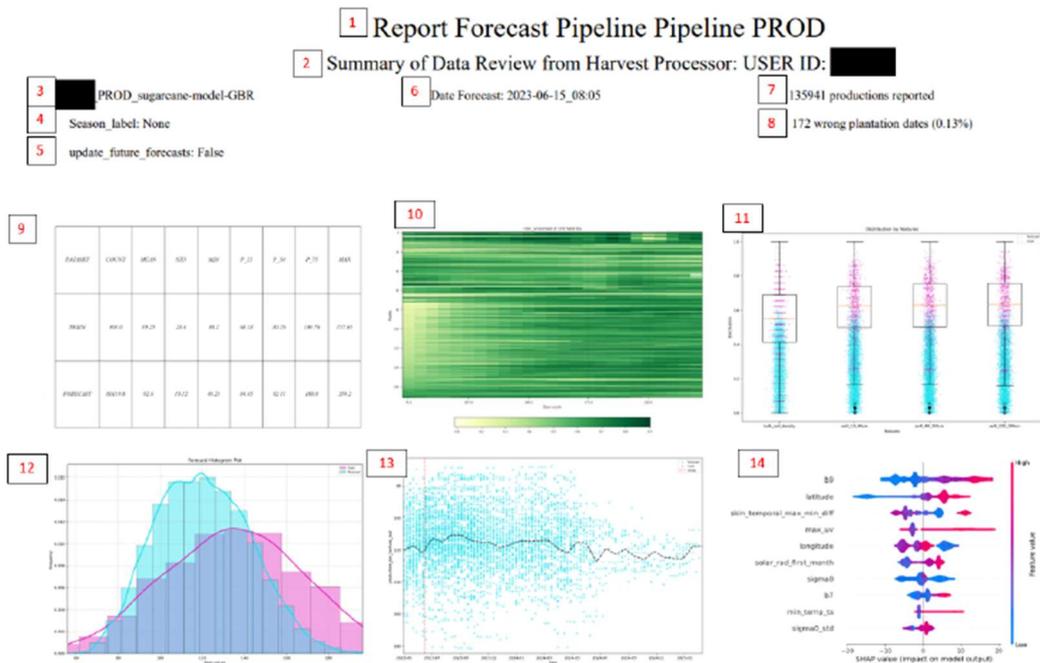
**Error Medio Absoluto (MAE) máximo de 0,5° de Polarización y 1 t sacarosa/ha**

Actualmente el Error Medio Absoluto (MAE) del modelo de Polarización es de **0.41 °** y del Modelo de Sacarosa es de **0.73 t sacarosa/ha**

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 18 de 40</b>                         |

### 3.2 Desarrollo y sostenibilidad del modelo

Los sistemas de inteligencia artificial utilizan el aprendizaje automático para reconocer patrones en los datos y hacer predicciones, por lo que el modelo aprende constantemente de los datos que se le proporcionan y, cuantos más datos, más preciso se vuelve. Por este motivo, los modelos se actualizan a nivel semanal con la nueva información disponible de las fuentes climáticas y satelitales. Para validar internamente los resultados también serán generados reportes para asegurar que el modelo va correctamente y no tiene fuertes anomalías. A continuación, se muestra un ejemplo.



1. Título del report.
2. Usuario.
3. Tipo de modelo.
4. Si se ha usado algún filtro de season\_label.
5. Si se ha aplicado para actualizar solo futuros o todo.
6. Fecha de la predicción.
7. Número de predicciones generadas (para cada season\_id hay múltiples datos, de aquí el número tan largo).

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 19 de 40</b>                         |

8.Parcelas que deberían revisarse la fecha de siembra.

9.Tabla resumen. Muestra las distribuciones de los datos usados para entrenar y los datos predichos.

10.Gráfico rescatado del preprocesado para poder detectar problemas de siembra.

11.Gráfico de distribución de variables más importantes del modelo, para ver la distribución del modelo y los datos a predecir

12.Frecuencia de datos según el valor a predecir, segmentado con lo entrenado y lo predicho

13.Evolución de las estimaciones en el tiempo, junto con los datos usados para entrenar el modelo.

14.Variables con más importancia y cómo afectan sus valores para la predicción.

Adicionalmente, se utilizarán los datos obtenidos en fábrica de polarización en coseta, medidos mediante tecnología NIR, así como los balances de fabricación (sacarosa extraída vs remolacha entregada), para detectar anomalías en los resultados que arroje el sistema.

Si se detecta una anomalía en los datos, se procederá al contraste de dichos valores mediante la toma física de muestras de remolacha y análisis de riqueza sacárica, bien sea en la parcela en cuestión, siguiendo los mismos procedimientos descritos en los ANEXOS I y II de este documento, bien en el laboratorio de fábrica, si toda la remolacha de dicha parcela ha sido ya entregada.

Estos datos serán alimentados igualmente al sistema, corrigiendo y fortaleciendo aun más el modelo y la confianza del mismo.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 20 de 40</b>                         |

## ANEXO I

### Protocolo toma de muestras en campo de remolacha azucarera

#### 1. Objetivo

El objetivo de este instructivo es establecer la metodología para la toma de muestras de remolacha en parcelas cultivadas por agricultores contratantes de Azucarera.

#### 2. Desarrollo

##### 2.1- Protocolo de campo

- **Material**
  - Teléfono móvil o tablet. No es imprescindible conexión a internet. Apps instaladas Az Smart y Layers (HEMAV)
  - 2 estacas
  - Cuerda de 2 metros de longitud unida de estaca a estaca o metro.
  - Sacos para muestras
  - Etiquetas generadas por azucarera
  - Pico
  - Hoz tipo remolachera para realizar el corte de las hojas de la remolacha
  - Bridas
  - Bolsas de plástico para meter las etiquetas o plastificar etiquetas
  
- **Datos a recoger:**
  - Identificador del ID muestra para poder relacionarla posteriormente.
  - Conteo de plantas por muestra
  - Número de metros lineales muestreados
  - Color de la clase muestreada
  - Observaciones sobre la muestra acerca de plagas, estado cultivo etc.

##### 2.2- Características de las muestras

Conforme al estudio de representatividad en la elección de las parcelas a muestrear realizado antes de cada campaña de muestreo, Azucarera entregará a los técnicos que van a muestrear las etiquetas generadas para cada una de las parcelas seleccionadas.

Cada saco irá identificado con 4 etiquetas, bien plastificadas o bien dentro de una bolsa de plástico, debidamente sujetas con bridas. A continuación, se muestra un ejemplo de etiqueta generada por el sistema.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 21 de 40</b>                         |



Ilustración 1: Ejemplo de etiqueta generada por el sistema.

Estas etiquetas que se introducirán en el saco, que servirán para recoger la muestra que correspondiente a esa parcela, describen la siguiente información:

- Fábrica
- Campaña
- Tipo de Muestra
- AG del agricultor (Azucarera.) y Nombre del agricultor (Azucarera).
- ID parcela (Azucarera)
- Lector código de barras

La elección de la zona de muestreo dentro de cada parcela se llevará a cabo a partir del mapa de NDVI, que muestra el desarrollo vegetativo de las distintas clases, de la app LAYERS, previamente instalada y habiendo recibido el técnico la formación necesaria sobre funcionalidad e interpretación de los distintos índices que presenta la herramienta sobre la evolución del cultivo.

### 2.3-Identificación zona de muestreo

Los parámetros a tener en cuenta para la identificar la zona de muestreo son los siguientes:

1.- Se deberán tomar muestras representativas de la totalidad de la parcela, teniendo en cuenta el último mapa de NDVI, desarrollo vegetativo, visible sin nubes más cercano a la fecha de recogida de muestras.

Para ello se tendrá en cuenta la homogeneidad del mapa, de manera que si el mapa representa >75% de la superficie de un color determinado, se tomará la muestra en ese color determinado.

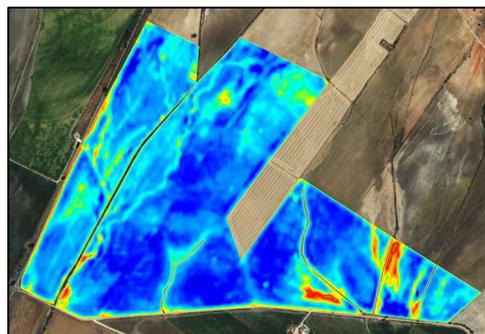


Ilustración 2 Ejemplo mapa de capa NDVI visor satelital.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 22 de 40</b>                         |

2.- Las áreas de muestra deben corresponderse con zonas homogéneas, es decir, que en el mapa de vigor predomine la clase de la muestra tal como se observa en la imagen. Por ejemplo, en la imagen el color rojo aparece en varias ocasiones, pero la muestra debe ser tomada en el área más representativa o extensa. Lo mismo ocurre con el resto de los colores.

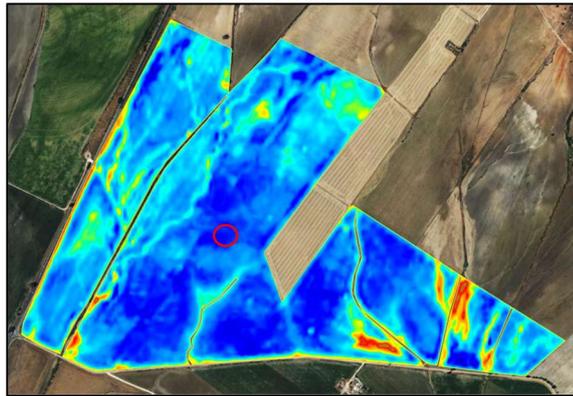


Ilustración 3: ejemplo de zonas homogéneas de vigor alto, medio y bajo. Ubicación zona de muestreo representativa

3.-La muestra debe encontrarse lo más centrada posible a la parcela para evitar así el efecto borde. Ninguna muestra por tanto debe estar situada a menos de 10 metros del límite de la parcela.

4.-Cuando el porcentaje de color mayoritario no alcance el 75% se tomará una muestra por cada color que figure en el mapa que tengan una superficie mayor al 20%, no tomando más de tres muestras por parcelas.

En el caso de duda de la representatividad de cada clase, la herramienta tiene disponible un descargable de la capa Desarrollo Vegetativo donde poder visualizar el porcentaje de cada clase

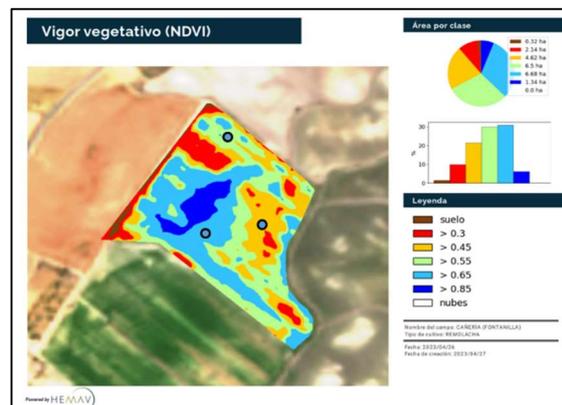


Ilustración 4: ejemplo caso de parcela heterogénea con % menor al 30% por cada clase

5.-En la medida que sea posible cada muestra abarcará 2 metros lineales de cultivo. Únicamente se modifican los metros lineales en los siguientes casos: si el conjunto de remolachas de 2 metros lineales no alcance este peso mínimo de 10 kg, se puede llegar a ampliar el área de muestreo, siempre y cuando quede indicado en las herramientas digitales correspondientes.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 23 de 40</b>                         |

6. -En el caso de que en lugar elegido de muestreo tengamos raíces de remolacha afectadas por pudrición, se descarta de la muestra, no formando parte de la misma.

7.- Cuando en el proceso de extracción de la remolacha por circunstancias del terreno, muy seco, tengamos dificultad de sacar la raíz, incluso con el pico, y parte de ésta quede en el suelo, sustituyendo la raíz afectada por otra similar en desarrollo y tamaño del lineo paralelo al de la muestra, para no alterar la representatividad.

### 3.- Recogida de muestras

Será necesario para recopilar toda la información y poder seleccionar la zona de muestreo de la parcela la instalación de dos Apps, habiendo recibido el técnico la formación necesaria sobre funcionalidad de las mismas.

#### HEMAV Layers

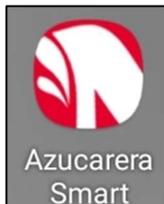
Localizar las diferentes clases del cultivo en la APP de Layers con la capa de NDVI o capa que aparece por defecto.



El usuario y clave de acceso será facilitado por Azucarera, así como el listado de parcelas a muestrear.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hemav.layers.app&gl=ES>

#### Azucarera Smart



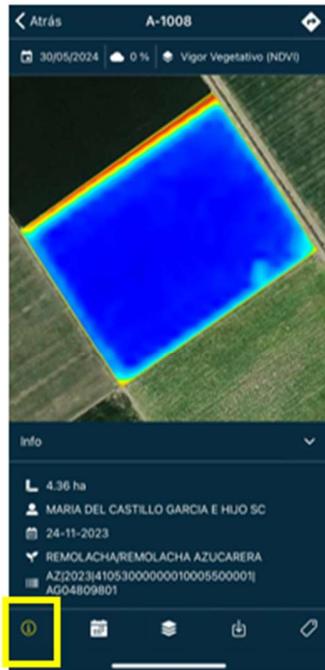
El usuario y clave de acceso será facilitado por Azucarera, así como los permisos necesarios de accesibilidad a la visualización de las etiquetas, ya que se trata de una app interna con restricciones específicas según usuario.

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 24 de 40</b>                         |

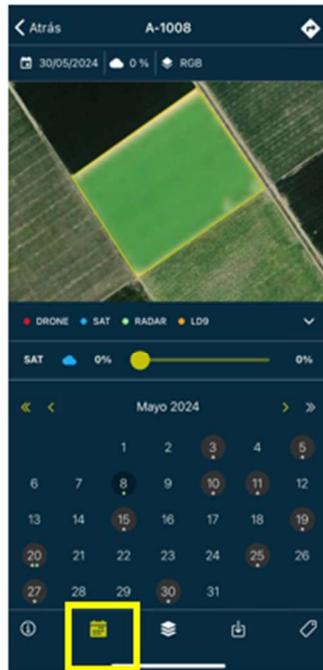
### 3.1-Metodología de Recogida de información en la App del Visor de Agrotoe



**Foto 1: Seleccionar parcela de muestreo**



**Foto 2: Información propia de la parcela**



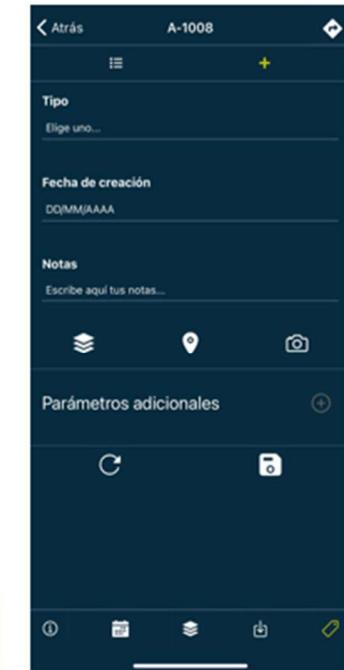
**Foto 3: Seleccionar fecha de imagen de referencia:**  
 fecha más próxima al momento de muestreo sin nubes



**Foto 4: Seleccionar capa Vigor :** Comprobar la zona representativa a muestrear

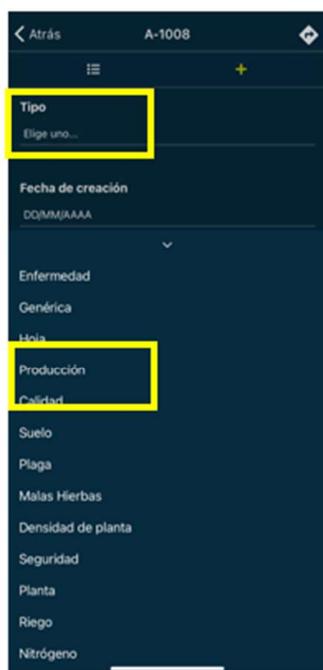


**Foto 5: Seleccionamos etiqueta** para poder crear una etiqueta nueva. Clicamos en el símbolo más para crear una nueva

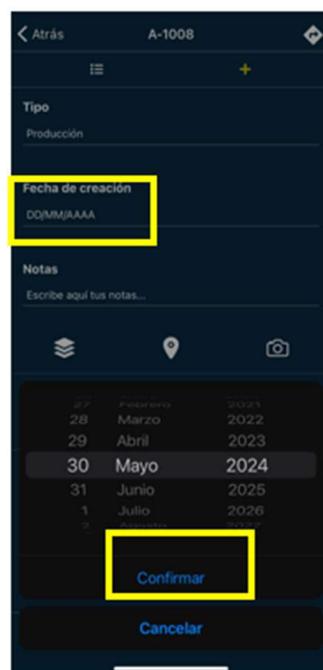


**Foto 6: Creación etiqueta nueva.** Cumplimentar campos

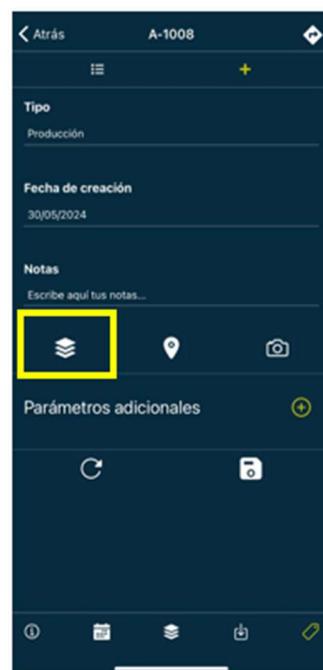
|   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | 30/09/2024<br>Revisión 1.0 |
|   |   | Hoja 25 de 40              |



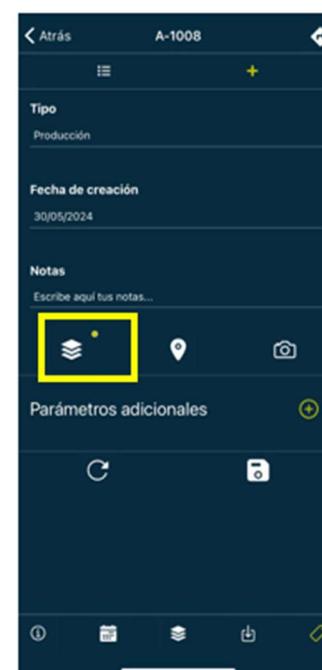
**Foto 7: Elegir tipo de muestra.** Al elegir el tipo de muestra se ajusta el resto de parametros disponibles a rellenar en función del tipo elegido



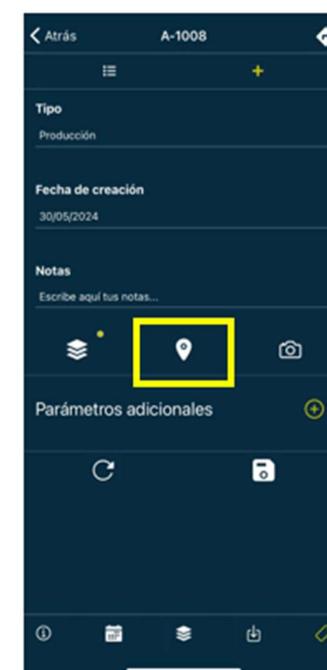
**Foto 8: Seleccionar fecha de muestreo**



**Foto 9: Seleccionar capa de referencia** sobre la que se toma la muestra. Seleccionar la capa y validar la misma. Esta capa es la que nos orienta para las zonas de muestreo de la parcela

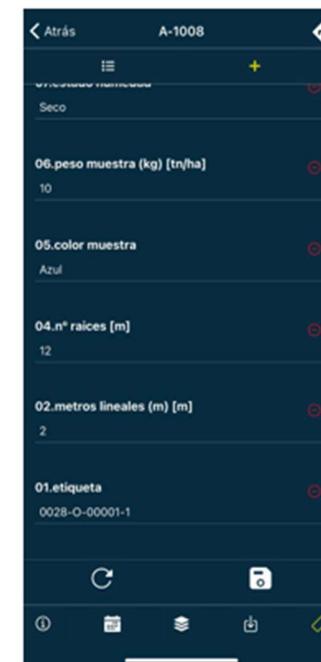
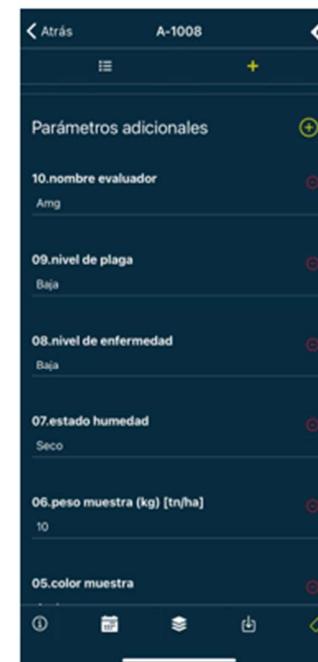
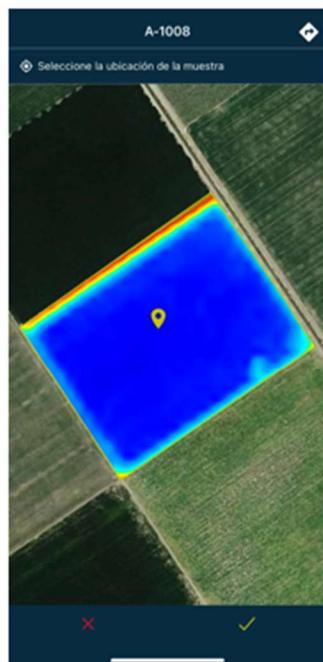


**Foto 10:** Una vez validada la capa aparece el icono capas con un icono verde. Sino no nos dejará grabar la muestra.



**Foto11:** Georreferenciación de la muestra

|   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | 30/09/2024<br>Revisión 1.0 |
|   |   | <b>Hoja 26 de 40</b>       |



**Foto 12: Marcar en la parcela el punto de muestreo  
Validar el punto de muestreo.**

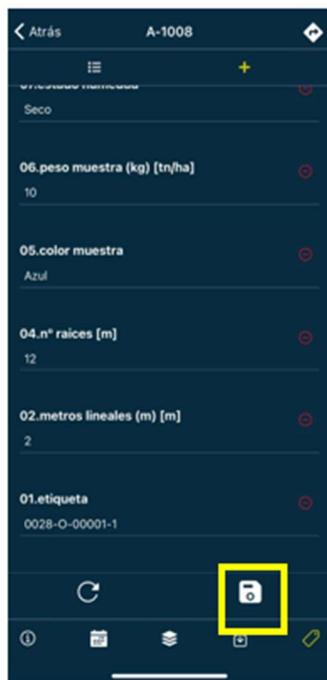
Una vez validado aparecerá sobre el icono de posición un icono verde de que se ha georeferenciado correctamente. Si no es así no dejará grabar la muestra

**Foto 13: Añadir  
parámetros adicionales**

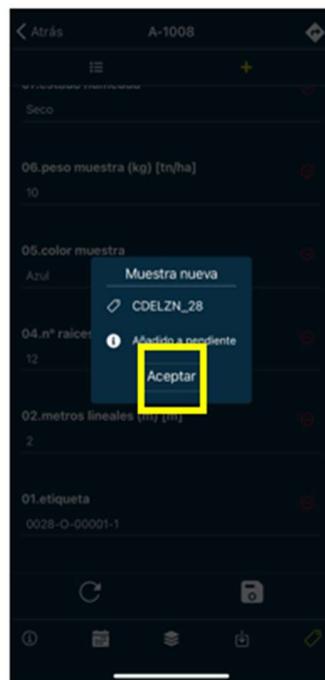
Datos propios de la muestra

**Foto 14: Seleccionar parámetros según procedimiento**

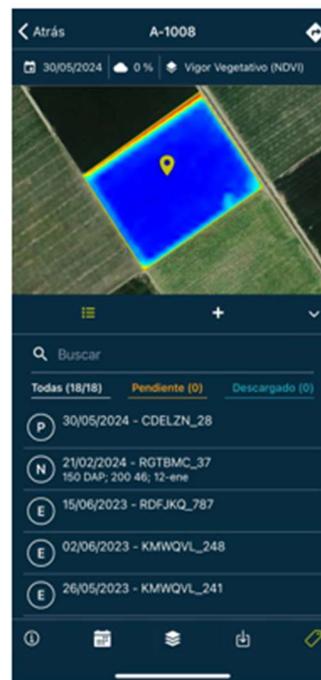
|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | <b>30/09/2024</b><br><br><b>Revisión 1.0</b> |
|   |   | <b>Hoja 27 de 40</b>                         |



**Foto 15: Guardar la muestra una vez rellenados todos los datos**



**Foto 16: Grabación de la muestra.**  
Para cada etiqueta creada el sistema genera un código ID único para poder tener doble trazabilidad de la muestra



**Foto 17: Una vez grabada la muestra se visualiza en el sistema**

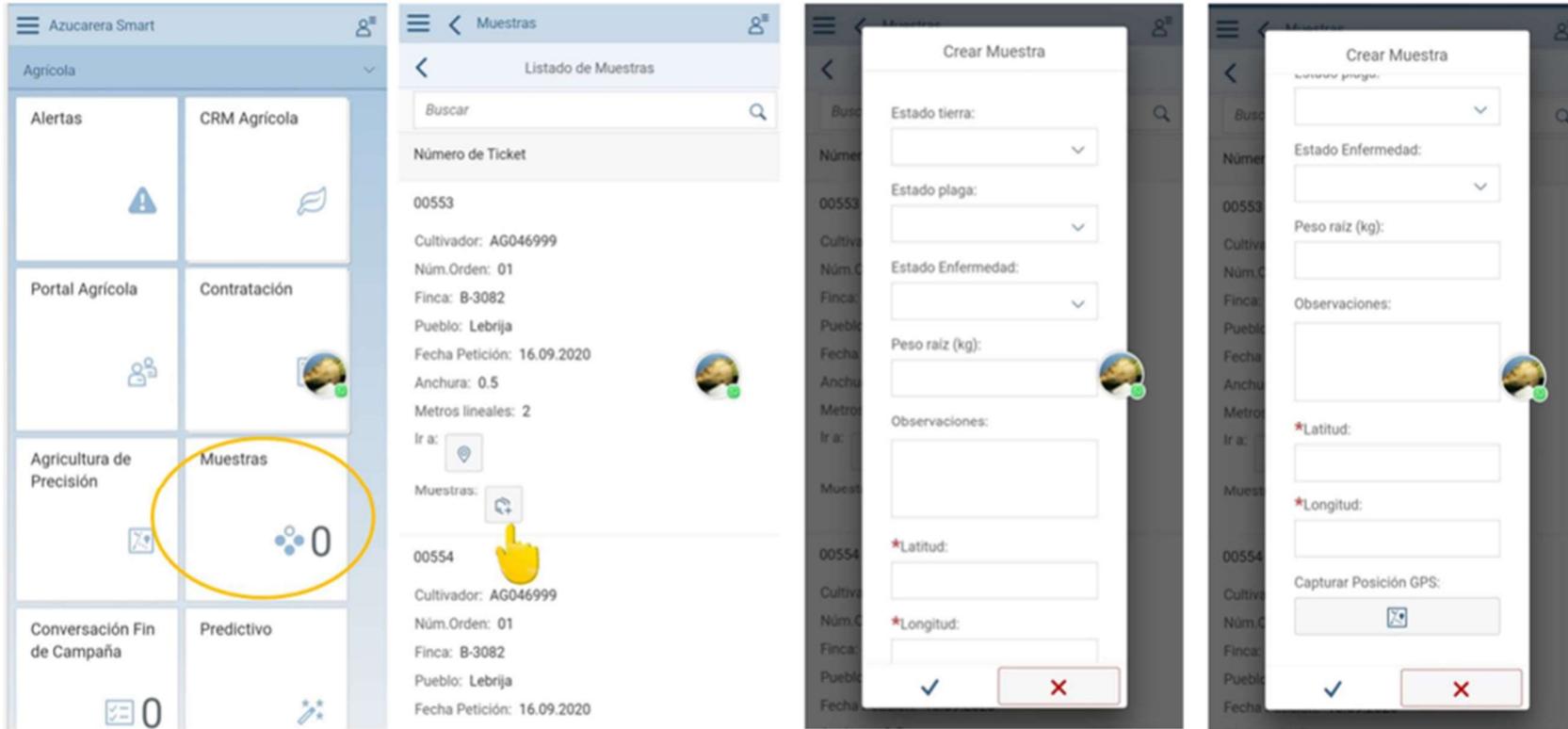


**Foto 18: Si accedemos a la etiqueta creada se visualizarán los datos contenidos en la misma**



|   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REMOLACHA</b><br><b>CAMPAÑA SUR 2024/25</b> | 30/09/2024<br>Revisión 1.0 |
|   |   | <b>Hoja 28 de 40</b>       |

3.2-Metodología de Recogida de información en la app Az\_Smart



**Foto 1: Seleccionar carpeta muestras**

**Foto 2: Búsqueda de etiqueta de la muestra**

**Foto 3: Rellenar datos requeridos y localización**

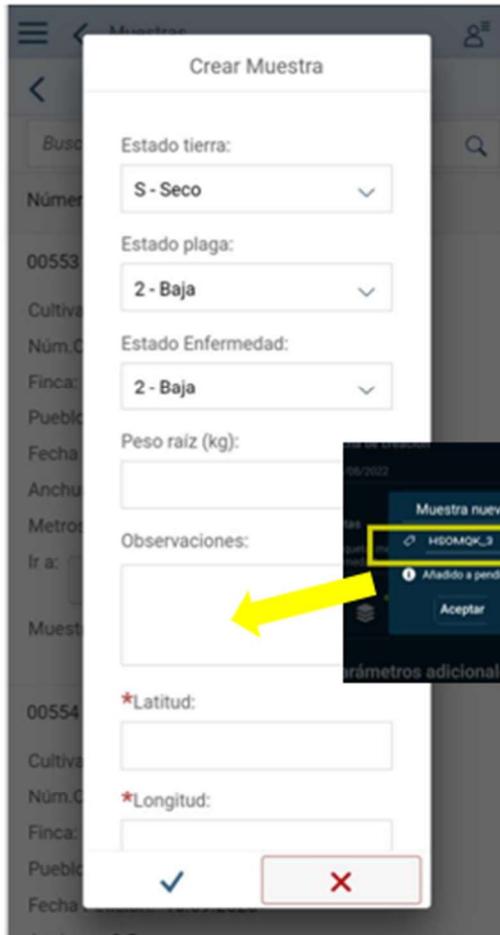


Foto 4: Rellenado de parámetros según estado del cultivo

Añadir en el capo de observaciones el "ID úniuqe" generado por la herramienta, para tener doble trazabilidad

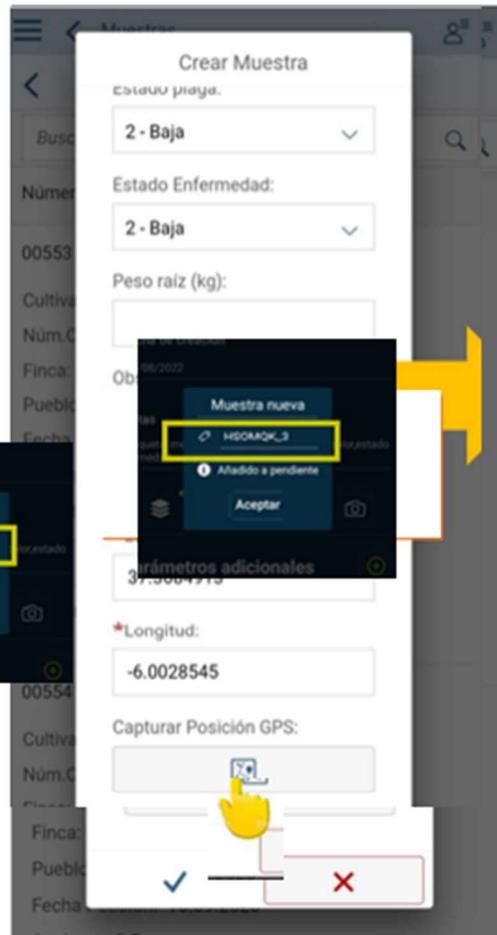


Foto 5: Grabar posición GPS

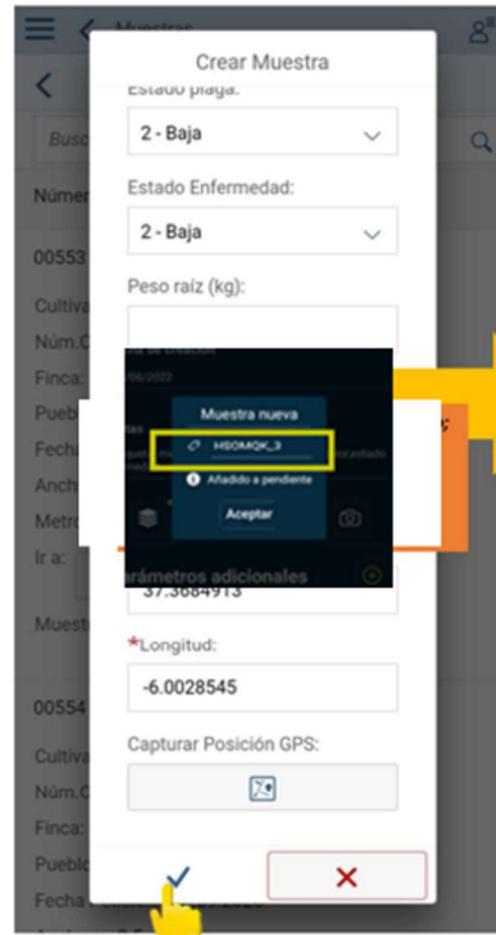


Foto 6: Grabar la muestra

Una vez grabada automáticamente queda reflejada en SAP

## **ANEXO II**

**Procedimientos de análisis de muestras de remolacha en los laboratorios de AIMCRA**

|   |  |        |                           |
|---|--|--------|---------------------------|
|  | <b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA</b><br><br><b>Recepción de remolacha hasta la papilla</b> | Cód:   | IT-Remolacha a papilla_SE |
|   |  | Ed..:  | 1                         |
|   |  | Fecha: | 23-9-24                   |

**LABORATORIO AIMCRA SEVILLA: RECEPCIÓN DE MUESTRAS DE REMOLACHA, OBTENCIÓN DE PAPILLA Y CONGELACIÓN DE LA MISMA.**

En el presente procedimiento se describen las acciones que se realizarán en cada uno de los puestos de trabajo implicados en la gestión de las muestras de raíz de remolacha que se procesen en las instalaciones de AIMCRA-Sevilla.

**PUESTO 1: Manipulación de los sacos**

El trabajador de este puesto será el encargado de manipular los sacos de las muestras de remolacha que previamente se han depositado, en la zona de la nave asignada para ello, por las personas encargadas del transporte de las mismas a las instalaciones de AIMCRA en Sevilla.

Funciones del puesto:

- Seleccionar y enlazar con eslinga los sacos que se van a subir a las lavadoras para su procesado.
- Mantener despejada la zona de evacuación del agua de lavado.

Procedimientos del puesto:

- En el enlace de los sacos, éstos no deberán ser más de 5. En caso de sacos con más de 100 kg, este número se verá reducido hasta obtener un peso total de la agrupación inferior a 500 kg.
- Una vez vaciados todos los sacos de la agrupación deberá organizarlos en grupos de 20 para su reutilización.
- La persona que se encuentre en este puesto deberá vigilar que la evacuación del agua de lavado se desarrolla con normalidad, debiendo limpiar la zona de decantación de restos de raíz y de hojas en caso de que se sature, dichos restos se depositarán en cubos para su posterior vertido en la cuba estancia habilitada para ello.

**PUESTO 2: Lavado de muestras**

La persona que realice las funciones de este puesto será la encargada iniciar el proceso de lavado y molturación de cada muestra.

Función del puesto:

- Depositar las raíces de remolachas contenidas en los sacos en la lavadora e iniciar el proceso.

Procedimientos del puesto:

|   |   |        |                           |
|---|---|--------|---------------------------|
|  | <h2 style="margin: 0;">INSTRUCCIÓN TÉCNICA</h2> <h3 style="margin: 0;">Recepción de remolacha hasta la papilla</h3> | Cód:   | IT-Remolacha a papilla_SE |
|   |   | Ed..:  | 1                         |
|   |   | Fecha: | 23-9-24                   |

- La persona que se encuentre en este puesto será la encargada de elevar y acercar, con el puente grúa, los sacos a la zona de lavadoras los sacos previamente agrupados en el puesto 1.
- Una vez situados los sacos sobre las lavadoras, se seleccionará un saco al azar, se le quitarán las etiquetas identificativas, las depositará dentro de la bola de transporte y la lanzará.
- Acto seguido se abrirá dicho saco, cortando la brida que lo mantiene cerrado, y se verterá el contenido sobre la lavadora, **observando que está encendida la luz verde de disponibilidad**, y se pulsará el botón que inicia el lavado y el ciclo semiautomático del proceso.

### **PUESTO 3: Pesaje de la muestra**

El trabajador de este puesto será el encargado de pesar la muestra.

Funciones del puesto:

- Verificación diaria de la báscula (consultar el registro al final de este documento).
- Registrar en la etiqueta y en el PC el peso de la muestra y asignar un número de orden correlativo de la muestra.

Procedimientos del puesto:

- Verificar si la báscula pesa correctamente, dentro de los márgenes de tolerancia admitidos ( $40 \pm 0,2$  Kg). Para tarar a “cero” se usa el botón “0”. Para ello se usarán las dos pesas de referencia de 20,0 Kg cada una. Anotar el peso registrado en el registro correspondiente, debidamente firmado. Si el peso registrado estuviera fuera de los márgenes de tolerancia, avisar al jefe inmediato o responsable de Laboratorio.
  - Una vez que haya recibido las etiquetas identificativas de la muestra lanzadas desde el puesto 2, procederá a asignarle, con rotulador indeleble, el número correlativo de orden de la muestra y anotará sobre cada una de ellas el peso marcado por la báscula con 1 decimal.
- Si la etiqueta dispone de código de barras, enfocar la pistola de lectura óptica sobre él. Verificar que el número de orden y el peso escritos a mano sobre la etiqueta coincide lo que aparece en la pantalla. El registro de pesos queda guardado en una base de datos en el servidor de AIMCRA en el archivo “Báscula”.
- A continuación, pulsará el botón que informa al sistema semiautomático que se han realizado las funciones correspondientes a este puesto y pondrá las etiquetas a disposición de la persona que realiza las funciones del puesto 4, reservándose una de ellas para mantener la numeración correlativa de las muestras sucesivas.

|   |  |        |                           |
|---|--|--------|---------------------------|
|  | <b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA</b><br><br><b>Recepción de remolacha hasta la papilla</b> | Cód:   | IT-Remolacha a papilla_SE |
|   |  | Ed..:  | 1                         |
|   |  | Fecha: | 23-9-24                   |

#### **PUESTO 4: Molturado de la muestra**

El trabajador de este puesto será el encargado de obtener la papilla.

Función del puesto:

- Recoger la papilla de la muestra y acondicionar la raspa para la siguiente muestra.

Procedimientos del puesto:

- Una vez que haya pasado toda la remolacha por la raspa, se extraerá la bandeja que contiene la papilla obtenida y la depositará en el recipiente habilitado para ello, teniendo en cuenta de eliminar los posibles restos de muestras anteriores, éstos se identifican por tener un color más oscuro.
- Colocar dentro del recipiente de la papilla las etiquetas identificativas y pasarlo al puesto 5.
- Posteriormente limpiará la raspa y la dejará receptiva para moler la siguiente muestra.
- A continuación, pulsará el botón que informa al sistema semiautomático que se han realizado las funciones correspondientes a este puesto y está preparado para recibir la siguiente muestra.

#### **PUESTO 5: Manipulación de la papilla**

El trabajador de este puesto será el encargado manejar la papilla dentro del laboratorio.

Función del puesto:

- Homogenizar la papilla de la muestra y envasarla para su conservación en congelado.

Procedimientos del puesto:

- Una vez reciba la papilla procedente del puesto 4, procederá a homogenizar la muestra y a envasar las porciones requeridas de la misma en las burbujas disponibles para ello, prestando especial atención a eliminar los posibles restos de raíz no convertidos en papilla.
- Colocar cada porción en una bolsa de plástico junto con una etiqueta identificativa y ponerlas a disposición del puesto 6.

#### **PUESTO 6: Congelación de la papilla**

El trabajador de este puesto será el encargado de congelar la papilla.

|   |  |        |                           |
|---|--|--------|---------------------------|
|  | <b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA</b><br><br><b>Recepción de remolacha hasta la papilla</b> | Cód:   | IT-Remolacha a papilla_SE |
|   |  | Ed..:  | 1                         |
|   |  | Fecha: | 23-9-24                   |

Función del puesto:

- Congelar la papilla de la muestra y gestionar el depósito de las muestras en los congeladores correspondientes.

Procedimientos del puesto:

- Una vez reciba la papilla procedente del puesto 5, procederá a colocar las muestras en las neveras habilitadas e incorporará la nieve carbónica sobre las mismas para garantizar una congelación rápida.
- Cuando las papillas se encuentren plenamente congeladas se separarán dependiendo del destino de cada una de ellas y se guardarán en los congeladores.
- Se reservará una muestra de papilla como respaldo de las muestras que se enviarán congeladas, dichas muestras se guardarán en un congelador distinto y con un suministro eléctrico distinto a las muestras que se enviarán al laboratorio de Valladolid.

Historial de modificaciones.

| Edición | Fecha      | Descripción del cambio   |
|---------|------------|--|
| 01      | 23-09-2024 | Realización PNT con las instrucciones técnicas de cada puesto. |
|         |            |  |
|         |            |  |
|         |            |  |
|         |            |  |
|         |            |  |

|  |           |
|--|-----------|
| <input type="checkbox"/> Copia Controlada    | Nº Copia: |
| <input type="checkbox"/> Copia No Controlada |           |

## REGISTROS

A continuación, se indican los registros que aplican a la Instrucción Técnica "IT Remolacha a papilla SE".

| <b>EQUIPO</b> | <b>Registro</b>              |
|---------------|------------------------------|
| Báscula       | R7-PG03 Verificación Báscula |

|   |   |        |                     |
|---|---|--------|---------------------|
|  | <b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA</b><br><br><b>Análisis de Papilla de Remolacha</b> | Cód:   | PNT-AMAR-<br>AIMCRA |
|   |   | Ed..:  | 1                   |
|   |   | Fecha: | 23-9-24             |

**Procedimiento de análisis de polarización de papilla de remolacha en los laboratorios de AIMCRA**

## Método de Análisis

### Polarización en Papilla de Remolacha

#### 1. Alcance

La presente IT describe el procedimiento de análisis en los laboratorios de AIMCRA de papilla de remolacha azucarera recién producida o bien congelada.

La analítica incluye el análisis de *Polarización*. La base conceptual de referencia se describe en los métodos oficiales ICUMSA GS6.

Si fuese preciso determinar el rendimiento agronómico, será necesario disponer del Peso neto de la muestra, que será determinado previamente y comunicado a este laboratorio para poder hacer los cálculos pertinentes si así se requiriese.

Matriz analítica: para el análisis de la polarización, se requiere disponer de papilla fresca o bien congelada (preferiblemente con hielo seco).

#### 2. Método analítico.

##### 2.1 Determinación de la Polarización.

Verificar el polarímetro diariamente y cada 20-40 muestras o según el tiempo establecido automáticamente por el equipo de análisis de flujo continuo. Se fija el cero con agua desionizada. Se añade la solución patrón de referencia de polarización conocida. En caso de usar el Betalyser, está ajustada a 15,0° Z. Esta solución patrón debe guardarse en nevera al finalizar la jornada y tiene una caducidad de 2 días. El margen de error admitido es de 0,15 °Z. La temperatura de trabajo debe estar comprendida entre 20 y 25°C. La solución clarificante de sulfato de aluminio debe prepararse al 0,3% y no tiene fecha de caducidad. Debe verificarse diariamente la balanza dosificadora con la pesa de 26,0 g (si la desviación en la lectura supera 0,1 g debe calibrarse internamente la balanza con la pesa patrón para tal efecto). La dosificadora debe trabajar entre 25,0 y 27,0 g. Debe verificarse diariamente la dosificadora, de manera que añada el peso de solución de sulfato de aluminio adecuado.

En caso de análisis manual (sin balanza dosificadora), a partir de una muestra de 26,00 ± 0,05 g de papilla fresca (máx. 5 minutos) o congelada, agregar 177,0 ± 0,35

|   |   |        |                     |
|---|---|--------|---------------------|
|  | <b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA</b><br><br><b>Análisis de Papilla de Remolacha</b> | Cód:   | PNT-AMAR-<br>AIMCRA |
|   |   | Ed..:  | 1                   |
|   |   | Fecha: | 23-9-24             |

mL de solución clarificante de Sulfato de Aluminio al 0,3%. Si se usa una balanza dosificadora proporcional (177,0 mL equivalen a 176,8 g debido a la densidad del S. Aluminio de 0,9987 g/mL), ésta añadirá el volumen adecuado de la solución clarificante. Verter esta solución en la cadena de agitación. Filtrar. Verter la muestra sobre el polarímetro y anotar la lectura con 1 decimal.

Precisión de los resultados: Para una remolacha de 16,8 °Z, en condiciones de repetibilidad, la desviación no debe ser superior a 0,30 °Z para considerar una muestra como homogénea. La lectura del polarímetro en condiciones de reproducibilidad no debe ser superior a 0,50 °Z. Para una remolacha de 18,7 °Z, la desviación no debe ser superior a 0,15 °Z para considerar una muestra como homogénea y en condiciones de reproducibilidad no debe ser superior a 0,50°Z (ICUMSA, 1994. Método GS6-3).

Historial de modificaciones.

| Edición | Fecha      | Descripción del cambio                   |
|---------|------------|--|
| 1       | 23-09-2024 | Realización de esta Instrucción técnica. |
|         |            |  |
|         |            |  |
|         |            |  |
|         |            |  |
|         |            |  |

|  |           |
|--|-----------|
| <input type="checkbox"/> Copia Controlada    | Nº Copia: |
| <input type="checkbox"/> Copia No Controlada |           |

A continuación, se indican los registros que aplican a la Instrucción Técnica "IT Pol AIMCRA".

| <b>EQUIPO</b>            | <b>Registro</b>  |
|--------------------------|--|
| Balanza de reactivos     | R7-PG03 Calibraciones internas Balanza Mettler PM-400              |
| Balanza de reactivos     | R7-PG03 Verificación Balanza Mettler PM-400                        |
| Balanza Dosificadora.    | R7-PG03 Calibraciones internas y verificación Balanza Dosificadora |
| Dosificadora volumétrica | R7-PG03 Verificación y calibraciones Dosificadora                  |
| Polarímetro              | R7-PG03 Verificación Polarímetro                                   |
| Polarímetro              | R7-PG03 Registro de mediciones Polarímetro                         |
| Termómetro ambiente      | R7-PG03 Verificaciones diarias termómetro Lab Remolacha            |
| Reactivos                | R7-PG03 Verificaciones reactivos                                   |
| Agua                     | R7-PG03 Conductividad agua   |