

Universidad Siglo 21



Trabajo Final de Grado. Prototipado Tecnológico

Carrera: Licenciatura en informática

Aplicación Asistente Agronómico Para Toma De Decisiones

AUTOR: Alejandro F. Córdoba

LEGAJO: VINF07831

Chacabuco, Provincia de Buenos Aires, julio de 2021

Índice

1	Resumen	4
2	Abstract	5
3	Título.....	6
4	Introducción.....	6
	ANTECEDENTES.....	6
	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA.....	8
5	Justificación.....	8
6	Objetivo General del Proyecto	9
7	Objetivo Específicos del Proyecto	9
8	Marco Teórico Referencial	9
	DOMINIO DEL PROBLEMA	13
	TICS.....	18
	COMPETENCIAS	26
9	Diseño Metodológico	26
	HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS.....	26
	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	26
	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	26
10	Relevamiento.....	28
	RELEVAMIENTO ESTRUCTURAL	28
	RELEVAMIENTO FUNCIONAL.....	28
	FUNCIONES DE LAS ÁREAS	28
	RELEVAMIENTO DE DOCUMENTACIÓN.....	30
11	Procesos de Negocios.....	31
12	Diagnóstico y propuesta	32
13	Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo	33
	OBJETIVOS DEL PROTOTIPO	33
	LÍMITES	33
	ALCANCE	33
	NO CONTEMPLA.....	34
14	Descripción del sistema	34

	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	34
	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	34
	DIAGRAMA DE CASOS DE USO	36
	DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO.	37
	DIAGRAMA DE SECUENCIA BUSCAR ENSAYOS.....	47
	DIAGRAMA DE SECUENCIA COMPARATIVO DE VARIEDADES	48
	DIAGRAMA DE CLASES.....	49
	DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN (DER).....	50
	PROTOTIPOS DE INTERFAZ DE PANTALLAS	51
	DIAGRAMA DE DESPLIEGUE	55
15	Seguridad.....	56
16	Análisis de Costos	60
17	Análisis de riesgos.....	63
18	Conclusiones.....	67
	DEMO	67
19	Referencias	68
20	Anexos.....	70

Índice de Tablas

Tabla 1.	Detalle de costos de desarrollo.....	60
Tabla 2.	Costos de Licencias	61
Tabla 3.	Valor dólar oficial BCRA.....	62
Tabla 4.	Costo Servicios contratados.	62
Tabla 5.	Costo Servidor Web contratado.	63
Tabla 6.	Matriz de Riesgos.....	64
Tabla 7.	Riesgos identificados del proyecto.....	65
Tabla 8.	Análisis cuantitativo de los riesgos.	65
Tabla 9.	Plan de contingencias.....	66

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Diagrama de Gantt Parte 1.....	27
Ilustración 2: Diagrama de Gantt Parte 2.....	27
Ilustración 3: Organigrama.....	28
Ilustración 4: Flujograma procesos de Negocio.....	31
Ilustración 5: Diagrama general de caso de uso.	36
Ilustración 6: Diagrama Caso de Uso Buscar ensayos.....	37
Ilustración 7: Diagrama Caso de Uso Comparar Variedades.....	39
Ilustración 8: Diagrama Caso de Uso mostrar estadios fenológicos de cultivos.....	42
Ilustración 9: Diagrama Caso de Uso Recomendar Variedades.....	44
Ilustración 10: Diagrama de secuencia Caso de Uso Buscar Ensayos RF02.....	47
Ilustración 11: Diagramas de secuencia Caso de Uso Comparativo de variedades RF04.....	48
Ilustración 12: Diagrama de Clases.....	49
Ilustración 13: DER.....	50
Ilustración 14: Interfaz Panel General de Trabajo.....	51
Ilustración 15: Interfaz mostrar estadios fenológicos de cultivos.....	52
Ilustración 16: Interfaz mostrar mapa de ensayos.....	53
Ilustración 17: Interfaz mostrar comparativo de variedades.....	53
Ilustración 18: Interfaz mostrar fecha de siembra.....	54
Ilustración 19: Diagrama de Despliegue.....	55

1 Resumen

Este trabajo se fundamentó en la necesidad de aumentar el rendimiento en la producción de cultivos. El objetivo macro fue contribuir a la mejora de los procesos de siembra de variedades tales como soja, maíz y trigo, ofrecer indicadores bien segmentados, teniendo en cuenta el país, la zona donde se siembra, condiciones climáticas, características del suelo, índice de lluvias. Esto permitió asistir en la toma de decisiones y contribuyó a disminuir riesgos gracias a la divulgación libre compartida en base a años de experiencias registradas. Esto permite contribuir a mitigar la necesidad de producción de alimentos por causa del crecimiento de la población mundial. Para abordar la problemática mencionada, se realizó un exhaustivo relevamiento incluyendo análisis de documentación y entrevistas al personal. Se logró recolectar una valiosa fuente de datos que se ofreció a la comunidad agrícola con un historial de casi una década de experiencias en ensayos de cultivos en diferentes escenarios geográficos y climáticos realizada por un equipo de ingenieros agrónomos calificados bajo normas de calidad certificadas.

Palabras clave: precisión, ensayos, cultivos, variedades.

2 Abstract

This work was based on the need to increase the performance in crop production. The macro objective was to contribute to the improvement of the sowing processes of varieties such as soybeans, corn and wheat, offering well segmented indicators, considering the country country, the area where it's sown, climatic conditions, land characteristics, rainfall rate. This made it possible to assist in decision and contributed to reduce risks thanks to free disclosure shared based on years of recorded experiences. This allow to mitigate the need for food production because to the growth of the world population. To board the fully problem, an exhaustive survey was carried out including analysis of documentation and interviews with personnel. It was possible to collect a valuable data source that was offered to the agricultural community with a history of almost a decade of experiences in crop trials in different geographical and climatic scenarios carried out by a team of qualified agronomists under certified quality standards.

Keywords: precision, tests, crops, varieties.

3 Título

Asistente agronómico para la toma de decisiones.

4 Introducción

Estamos transitando una era digital donde la utilización de dispositivos móviles, el acceso a internet y todas las tecnologías que subyacen ya no solo son parte de nuestra vida diaria, sino también se han convertido en herramientas indispensables. Hoy en día el desarrollo tecnológico, más precisamente, la constante creación de aplicaciones a nivel mundial está cambiando nuestra forma de vida, tanto en lo personal, laboral y social. Siguiendo esta idea la agricultura viene acompañando estos avances, tanto en instrumental, insumos, genética de semillas, entre otros.

No obstante, en base a lo relevado e investigado se ha detectado que el ingeniero agrónomo como el productor agropecuario solo cuentan con su experiencia y conocimiento en base a prueba y error a la hora de sembrar, controlar monitorear y cosechar variedades de cultivo.

Por ese motivo con este trabajo se logró brindar una herramienta de asistencia tecnológica para ayudar, orientar y ofrecer información en tiempo real a los ingenieros agrónomos, como así también a los productores agropecuarios en la toma de decisiones con el objetivo de ser más eficientes y rentables. El proyecto se desarrolló en Chacabuco zona agroindustrial por excelencia ubicada al noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, para lo cual se recopiló información de los principales productores de semillas de la región, entes nacionales del rubro, ingenieros agrónomos y productores. La información proporcionada consta de ensayos de cultivos en diferentes regiones con diferentes climas, factores ambientales, como así también los procesos que implementan a diario para dicha actividad.

Antecedentes

Como lo señala el informe provisto por la Secretaría de Agroindustria del Ministerio de Producción de la Nación, denominado Produciendo Granos en un Mundo

Cambiante realizado por Jesús Silveyra, Subsecretario de Mercados Agropecuarios, según (ministro Jesús Silveyra, 2018):

Argentina es el octavo país más grande del mundo en área posee una baja población 43 millones de personas (10,4% rural). Baja densidad poblacional: 15 personas / km². Menos del 1% de tasa de crecimiento de la población.

39 millones de hectáreas sembradas (décimo en el mundo) con un potencial para aumentar hasta 60 millones. Diferente clima y diversidad geografía. El sector agrícola emplea el 15% de la mano de obra. Participa en el 65% de las exportaciones totales. Hay 276.581 productores (80% pequeños y medianos) 17.800 instalaciones de procesamiento. Produciendo alimentos para más de 400 millones de personas.

Primeros exportadores de harina de soja, aceite de soja y maní en el mundo. Terceros exportadores de maíz, sorgo, soja y aceite de girasol. Cuarto exportador de harina de trigo, quinto de cebada, sexto de legumbres y séptimo de trigo. Producimos bioetanol a partir de maíz y biodiesel a partir de aceite de soja.

ALGUNOS DE NUESTROS DESAFIOS

Exportar cada vez más para generar ingresos y empleo para la reducción de la pobreza. Aumentar nuestra producción de granos a 150 millones de toneladas en 2020 y 180 millones en 2030. Extender nuestra área de siembra (logística, tecnología productiva, etc.)

Incrementar nuestros rendimientos utilizando mejor tecnología (Ley de semillas).

Invertir en infraestructura, transformación y exportación.

La población mundial, según el Banco Mundial, aumentará de 7.600 millones en 2018 a más de 9.700 millones después de 2050.

La mayor demanda actual de granos a Argentina se concentra principalmente en países como China, Unión Europea, México, Japón y Egipto. (pp. 2-10)

Considerando este informe inferimos que estamos en presencia de una demanda creciente en la producción de alimentos debido al aumento de la población mundial sobre

todo en China, esto requiere no solo de planificación sino también de tecnología, la mejora continua en los procesos de siembra, monitoreo, cosecha, teniendo en cuenta el clima, las enfermedades que sufren los cultivos, los indicadores ambientales, el estudio del suelo, lo cual implica la implementación de Agricultura de Precisión. Hoy en día los grandes productores de semillas se valen de ensayos de cultivos en cada campaña de siembra, en diferentes regiones, climas y tipos de suelos para realizar de forma continua la mejora de las variedades de cultivos, no solo para que aumente su rendimiento, sino también para que sean inmunes a enfermedades y se adapten mejor a diferentes factores climáticos.

Descripción del área problemática

Actualmente en Argentina tanto los ingenieros agrónomos como los productores agropecuarios independientes, no cuentan con acceso a información técnica y procesos probados en base a ensayos de siembra de cultivos realizadas por las grandes empresas productoras de semillas. Tampoco cuentan con indicadores precisos para elegir las mejores variedades dependiendo de la zona de sus hectáreas, condiciones ambientales, lluvias, napas entre otros. Sus procesos se podrían decir que son artesanales, de poca precisión impidiendo mejorar los rendimientos, disminuir costos y sobre todo anticiparse a posibles problemas teniendo en cuenta los factores mencionados.

5 Justificación

La implementación de la herramienta agronómica permite brindar asistencia a los agricultores y profesionales del agro en general, logrando dar soporte en la toma de decisiones, disminuir los riesgos, decrementar costos en todo el ciclo productivo (siembra, seguimiento y cosecha) permitiendo el aumento del rendimiento de las cosechas, anticipándose a problemas gracias a la gran base de conocimiento e inteligencia que posee la herramienta cuya información fue recolectada y procesada, la cual provino de diferentes entes y empresas productoras de semillas en base a casi una década de ensayos en diferentes escenarios geográficos y climáticos.

El asistente ofrece orientación e información en tiempo real, para recomendar variedades de cultivos como soja, maíz y trigo, una de sus funciones destacables es que posee

un recomendador de variedades que va a ir ajustando la precisión de sus recomendaciones en cada iteración ya que cuenta con un módulo de machine learning e inteligencia artificial. Podemos destacar la gran utilidad y portabilidad que posee la herramienta ya que puede utilizarse en celulares, o vía web desde computadoras de escritorio.

6 Objetivo General del Proyecto

Informar y asistir en tiempo real para la toma de decisiones, sobre las mejores alternativas de variedades de cultivos en el momento previo a la siembra en base a la ubicación, condiciones del suelo, características geográficas, estadísticas de lluvia, fecha de siembra, con el fin de mejorar la productividad a efectos de aumentar el rendimiento de los distintos cultivos.

7 Objetivo Específicos del Proyecto

- Ofrecer información agronómica de calidad, para la mejora continua de procesos y de calidad de los resultados.
- Asistir y orientar en todo momento al productor e ingeniero agrónomo, brindando, reportes indicativos segmentados, y un modelo computacional aplicado a la mejora en la toma de decisiones.
- Facilitar el uso de la herramienta para que resulte intuitivo y amigable su utilización a quien la utilice, logrando ayudar en su trabajo diario

8 Marco Teórico Referencial

Para dar un contexto de entendimiento, teniendo en cuenta el objetivo del proyecto vamos a comenzar por definir, según (Ministerio de Agricultura Perú, Manual de Observaciones Fenológicas, 2012)

La Fenología es la rama de la Agrometeorología que trata del estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. Dicho estudio se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de

las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat. En tal sentido, en las observaciones agrometeorológicas se realizan las observaciones de la planta y de su medio ambiente físico en forma conjunta. Estas observaciones son importantes porque permiten determinar:

- a) Los requerimientos bioclimáticos de los cultivos.
- b) Calendarios agrícolas.
- c) Zonificaciones agroclimáticas.
- d) Herramientas para una planificación de la actividad agrícola.

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente. En este sentido, la realización de las observaciones fenológicas, consideradas importantes, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtengan con su aplicación una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos.

Siguiendo en el campo de la fenología, luego de las definiciones, vamos a enfocarnos en el contexto de medición que es uno de los ejes de este proyecto para así fundamentar cuando comienzan a ser válidos y útiles los ensayos y observaciones para ello (UNLP, Ing. Agrónoma Susana Martínez, 2018) afirma que:

La Recepción y cómputo de los datos fenológicos de una determinada fase de una misma especie se produce en fechas distintas bajo los diversos climas. Si

se promedian por ejemplo las fechas de comienzo de brotación de la vid en cada localidad donde se le cultive, se comprueba que estas fechas medias, varían según las regiones. Al recibir estos registros, el Servicio de Fenología comienza a depurarlos sobre la base del conocimiento de la especie, ya que no todos los valores son correctos, no computándose entonces los valores que difieren mucho en comparación con los datos enviados por otros observadores. Al observador que comete errores se le hace conocer tal circunstancia y se le asesora para que no vuelva a incurrir en ellos en el caso de que persista en lo mismo es reemplazado de inmediato por otra persona.

Una vez, depurados los datos, se procede a computarlos haciéndoles el promedio de los valores obtenidos en el año en una determinada zona. Cuando se dispone de una serie de observaciones correspondientes a varios años, se puede hacer un promedio fenológico general. Aquí es preciso señalar que si bien para la obtención de un valor medio meteorológico, denominado normal, es preciso disponer de datos correspondientes a 30 años de observaciones según lo acordado en convención internacional, para tener un valor medio en fenología basta con 5 años para logra un valor aceptable y con 10 años se puede considerar que el mismo es real o normal; eso se debe a que el vegetal no reacciona ante un solo fenómeno meteorológico sino ante todo un complejo ambiental que tiene menores variaciones que un elemento en particular.

Para efectuar un promedio fenológico, siendo muy difícil hacerlo con las fechas directamente, se enumeran correlativamente los días del año,

correspondiendo el número 1 al 1° de Enero y el 365 al 31 de diciembre, esta nomenclatura se denomina día Juliano.

Reemplazando cada fecha con el número ordinal que corresponde a dicho día se pueden utilizar métodos estadísticos para hallar la fecha media, la desviación típica, etc. obtenido el valor buscado se lo vuelve a expresar en una fecha.

A que nos referimos cuando hablamos de rendimiento, (Evans y Fischer, 1999):

“El rendimiento potencial de un cultivo puede ser definido como el esperado, en un ambiente adaptado sin limitantes de nutrientes y agua, y con el control completo de cualquier tipo de adversidad o estrés.”

(Habekotté, 1997) afirma que:

Trabajando con modelos de crecimiento evaluó la posibilidad de incrementar cuantitativamente el rendimiento, como resultado de ello encontró que el atraso de la madurez del cultivo y la prolongación de la etapa de floración eran dos herramientas importantes para lograrlo; hecho explicado principalmente por un aumento de la biomasa producida en esta etapa y su relación lineal con el número de granos obtenidos. Un modelo sencillo que expresa el rendimiento es a través de los subcomponentes numéricos. De esta manera, el rendimiento por unidad de superficie es el producto de la densidad de plantas, el número de silicuas por planta, el número de granos por silicua, el peso individual de granos y el porcentaje de aceite contenido en los mismos.

(Arnoud, 1989) afirma que:

Las variaciones en el rendimiento son explicadas por cambios en el número de granos más que por variaciones en el peso de estos. Si bien durante todo el desarrollo fenológico del cultivo se van generando los componentes numéricos y fisiológicos del rendimiento, es posible identificar una ventana crítica para la generación del rendimiento donde una disminución de los recursos (radiación, agua y nutrientes) o algún estrés, producirá una importante reducción del rendimiento final del cultivo.

Dominio del problema

Para comenzar a analizar el dominio del problema es necesario plantear definiciones para darle contexto a las necesidades que ha planteado el cliente. Según (International Plant Nutrition Institute- IPNI - Latin America - Southern Cone, 2018):

Cálculo de la densidad de siembra y recuento Cálculo de la densidad de siembra y recuento de plantas logradas.

- Densidad de siembra

Se presenta a continuación una fórmula que permite calcular la densidad de siembra, expresada en kg de semilla por hectárea:

$$\text{Densidad (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{pl m}^{-2} * \text{PMG (g)} / 100}{\text{PG (\%)} * \text{PU (\%)} * \text{CL (\%)}}$$

Donde:

- pl m⁻² es el número de plantas objetivo por metro cuadrado
- PMG es el peso de mil granos expresado en gramos
- 100 es un factor de corrección de unidades
- PG es el poder germinativo de las semillas, expresado en porcentaje (%).
- PU es la pureza de las semillas, expresada en porcentaje (%).
- CL es el coeficiente de logro, expresado en porcentaje (%).

Se destacan algunas consideraciones para las distintas variables que componen la fórmula:

El número de plantas a lograr depende de la fecha de siembra y las características de cada cultivar (ver Capítulo 3). Puede variar desde 180 pl m⁻² en siembras tempranas de mayo hasta 380 pl m⁻² hacia fin de agosto. Los criaderos proveen esta información para cada variedad a través de catálogos y otras vías. El peso de mil granos es muy variable aún dentro de cada variedad (comúnmente entre 30 y 45 g).

Por ello, es necesario contar con información específica de la partida de semilla que se va a emplear.

El poder germinativo es el porcentaje de semillas que germina y desarrolla una plántula normal cuando se coloca en condiciones ambientales óptimas para su crecimiento. La pureza, establece la proporción de semilla en la muestra respecto de materiales inertes (tierra, glumas, insectos, etc.) o de semillas de otros cultivos o malezas.

El coeficiente de logro se define de acuerdo con las condiciones de siembra (sembradora, sistema de labranza, humedad de suelo, etc.). En este caso, es muy importante realizar calibraciones propias de acuerdo con la experiencia de campañas previas. Se destaca que, para la determinación del peso de mil granos, poder germinativo y pureza es preciso

remitir la muestra de semilla a un laboratorio autorizado. Dicha muestra deberá ser representativa del lote o partida que se va a sembrar, por lo que es necesario que esté compuesta por varias submuestras tomadas de distintas bolsas o posiciones de muestreo, según la semilla este fraccionada o a granel.

A modo de ejemplo se presenta el siguiente cálculo:

$$\text{Densidad (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{290 \text{ pl m}^{-2} * 38 \text{ g /100}}{0.96 * 0.98 * 0.87} = 134.6 \text{ kg ha}^{-1}$$

- Recuento de plantas logradas

El recuento de plantas logradas es fundamental para verificar el logro del stand propuesto como objetivo y, eventualmente, tomar decisiones agronómicas para corregir fallas. Para ello, se debe recorrer el lote siguiendo un patrón aleatorio o en zig-zag, abarcándolo de manera representativa. Si existen sectores dentro del lote con características diferentes a la generalidad del mismo se deben considerar aparte. En cada estación de muestreo se debe colocar una cinta métrica de 1 m de largo en el entresurco y contar las plantas emergidas en un surco. Esta operación debe repetirse 10 veces en todo el lote. Se debe calcular el valor promedio de las plantas emergidas por metro lineal, a partir de las determinaciones realizadas. Luego, el número de plantas por metro cuadrado se calcula mediante:

$$\text{Plantas m}^{-2} = \frac{\text{PML} * 100}{\text{DS (cm)}}$$

Donde PML es en número de plantas por metro lineal (promedio de las 10 mediciones) y DS es la distancia entre surcos del cultivo expresada en centímetros. 100 es un factor de corrección de unidades. A modo de ejemplo se presenta el siguiente cálculo:

$$\text{Plantas m}^{-2} = \frac{52.5 \text{ plantas m lineal} * 100}{17.5 \text{ cm}} = 300 \text{ plantas m}^{-2}$$

Al momento del conteo de las plantas es deseable detectar causas de daños o pérdidas.

Estimación del rendimiento

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{(espigas m}^{-2}\text{)} * \text{(granos espiga}^{-1}\text{)} * \text{peso de mil granos (g)}}{100}$$

Es posible estimar el rendimiento del cultivo a partir de la determinación de algunos de sus componentes: número de espigas, número de granos por espiga y peso de los granos.

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{(espigas m}^{-2}\text{)} * \text{(granos espiga}^{-1}\text{)} * \text{peso de mil granos (g)}}{100}$$

El número de espigas por metro cuadrado se determina de modo similar a lo explicado para el recuento de plantas emergidas. Así, se debe recorrer el lote siguiendo un patrón aleatorio o en zigzag, abarcándolo de manera representativa. Si existen sectores dentro del lote con características diferentes a la generalidad del mismo, se deben considerar aparte. En cada estación de muestreo se debe colocar una cinta métrica de 0.5 m de largo en el entresurco y se cuentan las espigas de ambos lados. De este modo se obtiene el número de espigas por metro lineal (EML). Esta operación debe repetirse 10 veces en todo el lote. Se debe calcular el valor promedio de espigas por metro lineal, a partir de las determinaciones realizadas.

Luego, el número de espigas por metro cuadrado se calcula mediante:

$$\text{Espigas m}^{-2} = \frac{\text{EML} * 100}{\text{DS (cm)}}$$

Donde EML es en número de espigas por metro lineal (promedio de las 10 mediciones) y DS es la distancia entre surcos del cultivo, expresada en cm. 100 es un factor de corrección de unidades. Para estimar el número de granos por espiga, se deberán tomar 10 espigas y contar los granos que contienen. Se destaca que las espigas se recolecten al azar, puesto que suelen existir diferencias en el tamaño según pertenezcan al tallo principal o a macollos de distinta jerarquía. Comúnmente el número de granos por espiga varía entre 25 y 35. El peso de mil granos se puede determinar a partir de una alícuota o puede estimarse de acuerdo a la variedad y las condiciones de llenado. En mismo puede variar entre 30 a 45 g. En caso de que se determine pesando una muestra, debe considerarse el contenido de humedad, que puede ser elevado si el muestreo se hace con anticipación a la cosecha.

A modo de ejemplo se presenta el siguiente cálculo:

$$\text{Espigas m}^{-2} = \frac{71 \text{ espigas m lineal}^{-1} * 100}{17.5 \text{ cm}} = 406 \text{ espigas m}^{-2}$$

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{406 \text{ /m}^2 * 32 \text{ granos/espiga} * 37 \text{ (g)}}{100} = 4807 \text{ kg ha}^{-1}$$

TICs

A continuación, enunciamos el ecosistema de tecnologías que utilizamos.

Servicios en la nube 'Cloud Computing'.

Los servicios de nube son infraestructuras, plataformas o sistemas de software que los proveedores externos alojan y que se ponen a disposición de los usuarios a través de Internet. Estos facilitan el flujo de datos de los usuarios a través de Internet, desde los clientes de front-end (p. ej.: los servidores, las tabletas y las computadoras de escritorio o portátiles, es decir, cualquier sistema de hardware en los extremos de los usuarios) hasta los sistemas de los proveedores, y viceversa. Para acceder a los servicios de nube, los usuarios no necesitan más que una computadora, un sistema operativo y una conexión de red a Internet.

Todas las infraestructuras, las plataformas, los sistemas de software o las tecnologías a los que acceden los usuarios a través de Internet sin tener que descargar sistemas de software adicionales se consideran servicios de nube, al igual que las siguientes soluciones como servicio. (Red Hat, 2021)

Aquí presentamos y desglosamos los servicios en la nube, para el entendimiento del lector.

Diferencias entre IaaS, PaaS y SaaS

¿Qué es IaaS?

IaaS es uno de los tres modelos de servicio en la nube más reconocidos, junto con la Plataforma como servicio (PaaS) y el Software como servicio (SaaS),

el cual brinda a los usuarios todos los beneficios de los recursos informáticos on-premise sin que esto implique gastos generales. En el modelo IaaS, los usuarios manejan las aplicaciones, los datos, los sistemas operativos, el middleware y los tiempos de ejecución.

El proveedor de IaaS brinda la virtualización, el almacenamiento, la red y los servidores. De esta manera, el usuario no necesita tener un centro de datos on-premise ni debe preocuparse por actualizar o mantener físicamente estos elementos.

En la mayoría de los casos, el usuario de la IaaS controla totalmente la infraestructura a través de una interfaz de programación de aplicaciones (API) o de un panel. Dado que la IaaS es el modelo de nube como servicio más flexible, facilita el escalamiento, la actualización y la incorporación de recursos, como el almacenamiento en la nube, para que no tenga que prever las necesidades futuras y afrontar los costos por adelantado.

Por lo general, el término "como servicio" hace referencia a un servicio de cloud computing que gestiona un tercero, de modo que usted pueda enfocarse en lo que es más importante, como el código y las relaciones con los clientes. Además de la IaaS, hay otras dos opciones como servicios principales: la PaaS y la SaaS. (Red Hat, 2021)

¿Qué es PaaS?

La Plataforma como servicio (PaaS) es una modalidad del cloud computing en la cual un tercero brinda el sistema de hardware y una plataforma de software de aplicaciones. La PaaS es ideal principalmente para los desarrolladores y los programadores, ya que permite que el usuario desarrolle, ejecute y gestione sus propias aplicaciones sin tener que diseñar ni mantener la infraestructura ni la plataforma que suelen estar relacionadas con el proceso.

El proveedor aloja el hardware y el software en su propia infraestructura, y ofrece la plataforma al usuario como una solución integrada, una pila de soluciones o un servicio a través de Internet.

Por ejemplo, supongamos que tiene una gran innovación en mente y escribió el código de una aplicación que facilitará nuestras vidas y ejecutará ciertas tareas. Está entusiasmado con la idea, con lo que puede hacer y cómo podría evolucionar. Para evitar el estrés adicional de instalar el hardware on-premise, realizar mantenimiento en los servidores, mantener actualizado el software de la infraestructura y configurar una plataforma personalizada sobre la cual se puede diseñar la aplicación, puede recurrir a un proveedor de PaaS que aloje la plataforma y le ofrezca el entorno necesario para ejecutar su código.

(Red Hat, 2021)

¿Qué es un SaaS?

El software como servicio (SaaS) es una forma de cloud computing que ofrece a los usuarios una aplicación en la nube junto con toda su infraestructura de TI y plataformas subyacentes. Puede ser la solución ideal para las empresas, ya sean grandes o pequeñas, o las personas con las siguientes características:

No quieren encargarse de las tareas de mantenimiento de la infraestructura, las plataformas y el software.

Tienen desafíos que pueden resolverse con una personalización mínima.

Prefieren los modelos de suscripción de software.

La implementación de SaaS permite reducir los costos iniciales de los usuarios. Esto se debe a que ya no es necesario adquirir sistemas de software todo el tiempo ni invertir en una infraestructura de TI sólida y on-premise, como sí ocurre con el software tradicional. Sin embargo, se recomienda que los usuarios inviertan en sistemas de hardware de red rápidos, ya que la velocidad de conexión a Internet determina el rendimiento del servicio.

Algunos ejemplos de SaaS son los servicios orientados a los consumidores, como Google Docs y Microsoft Office 365, y los servicios empresariales que ofrecen sistemas de software de gestión de recursos humanos, sistemas de gestión de contenido, herramientas de gestión de las relaciones con los clientes y entornos de desarrollo integrado (IDE).

¿Cómo funciona el SaaS?

Por lo general, un proveedor de servicios de nube (como AWS, Azure o IBM Cloud) gestiona el entorno de nube en el cual se aloja el software. Las aplicaciones SaaS aprovechan la arquitectura multiempresa para utilizar los recursos agrupados. Además, el proveedor de SaaS se encarga de las actualizaciones del software, las correcciones de errores y demás tareas de mantenimiento general de las aplicaciones. Los usuarios interactúan con el software a través de un explorador web en sus computadoras o dispositivos móviles. Además, pueden utilizar interfaces de programación de aplicaciones (API), como REST o SOAP, para conectarlo con otras funciones.

Debido a la naturaleza del SaaS, los proveedores pueden implementar funciones nuevas para los clientes con mucha más facilidad. La mayoría de las aplicaciones SaaS son productos plug and play preconfigurados en los que el proveedor gestiona todos los elementos que respaldan la aplicación, entre los que se incluyen:

Los elementos de hardware, como las redes, el almacenamiento y los servidores del centro de datos

Las plataformas, como la virtualización, el sistema operativo y el middleware

Los requisitos de software, como los tiempos de ejecución, los datos y la aplicación misma. (Red Hat, 2021)

Habiendo presentado los diferentes tipos de servicios en la nube, se decidió utilizar SaaS, ofrecido por el proveedor AWS.

Para la escritura, y desarrollo del software utilizaremos un IDE.

El concepto de IDE

Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es un sistema de software para el diseño de aplicaciones que combina herramientas del desarrollador comunes en una sola interfaz gráfica de usuario (GUI). Generalmente, un IDE cuenta con las siguientes características:

Editor de código fuente: editor de texto que ayuda a escribir el código de software con funciones como el resaltado de la sintaxis con indicaciones visuales, el relleno automático específico del lenguaje y la comprobación de errores a medida que se escribe el código.

Automatización de compilaciones locales: herramientas que automatizan tareas sencillas e iterativas como parte de la creación de una compilación local del software para su uso por parte del desarrollador, como la compilación del código fuente de la computadora en un código binario, el empaquetado del código binario y la ejecución de pruebas automatizadas.

Depurador: programa que sirve para probar otros programas y mostrar la ubicación de un error en el código original de forma gráfica.

(Red Hat, 2021)

A continuación, enunciamos los lenguajes de programación que utilizamos en el proyecto.

JAVA

Se refiere a la combinación de tres cosas: el lenguaje de programación Java (un lenguaje de programación orientado a objetos y de alto nivel); la máquina virtual de Java (una máquina virtual de alto rendimiento que ejecuta el bytecode en una plataforma de ordenador específica; normalmente abreviada JVM); y la plataforma Java, una JVM, que ejecuta el bytecode compilado de Java, normalmente llamando a un conjunto de librerías estándar como las proporcionadas por Java Standard Edition (SE) o Enterprise Edition (EE). Aunque están unidos a propósito, el lenguaje no implica la JVM, ni viceversa. (Chris Adamson, 2006)

Python

Es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma.

Es administrado por la Python Software Foundation. Posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License,¹ que es compatible con la Licencia pública general de GNU a partir de la versión 2.1.1, e incompatible en ciertas versiones anteriores.

(Comunidad Python Argentina, s.f.)

JavaScript (JS)

Es un lenguaje de programación ligero, interpretado, o compilado justo-a-tiempo (just-in-time) con funciones de primera clase. Si bien es más conocido como un lenguaje de scripting (secuencias de comandos) para páginas web, y es usado en muchos entornos fuera del navegador, tal como Node.js, Apache CouchDB y Adobe Acrobat. JavaScript es un lenguaje de programación basada en prototipos, multiparadigma, de un solo hilo, dinámico, con soporte para programación orientada a objetos, imperativa y declarativa.

(Mozilla,2021)

Bootstrap

“Es el kit de herramientas o framework de código abierto más popular del mundo, el cual contiene componentes precompilados extensos y potentes complementos de JavaScript.” (Bootstrap, 2020)

MYSQL

Es un administrador de bases de datos que provee interfaces SQL (Standard Query Language) para acceder los datos. La mayoría de las grandes organizaciones que crecen rápidamente, incluyendo Facebook, Google, Adobe, Alcatel Lucent y Zappos confían en MySQL para ahorrar tiempo y dinero impulsando sus sitios web de alto tráfico, sistemas comerciales críticos y software empaquetado. (MySQL TM, 2021)

Competencias

Teniendo identificado el nicho de mercado al cual apunta nuestro servicio.

Investigando y analizando nos encontramos con un producto levemente similar cuyo nombre es ‘Mi Lote’ (<http://milote.com.ar/>)

Es una aplicación web desarrollada por Corteva Agrosience que le permite al usuario gestionar todos sus lotes, seguir su evolución en base a datos de índices verdes, ver productividades históricas en base a 18 años de información. El Usuario puede también tener la recomendación de híbrido/densidad (Sólo para híbridos Brevant).

9 Diseño Metodológico

Herramientas Metodológicas

En el proceso de desarrollo del proyecto se utilizó UML (Lenguaje Unificado de Modelado).

Este permitió implementar el paradigma de programación orientada a objetos que permite aplicar técnicas como herencia, encapsulamiento, polimorfismo.

Recolección de datos

Fue a través, de entrevistas a ingenieros agrónomos que integran las áreas de investigación y genética, en conjunto con el área de desarrollo de semillas. Esto nos permitió relevar información de procesos y contar con un banco genético de cultivos más diverso y de mayor tamaño a nivel mundial, donde cada año se testea más de 1.5 millones de parcelas de soja en 15 países alrededor del mundo.

Se recolectó información también del INTA (Instituto nacional de tecnología agropecuaria), que publica información de manera libre para la comunidad del agro, con ensayos de cultivos realizados en diferentes lugares del país.

Planificación del proyecto

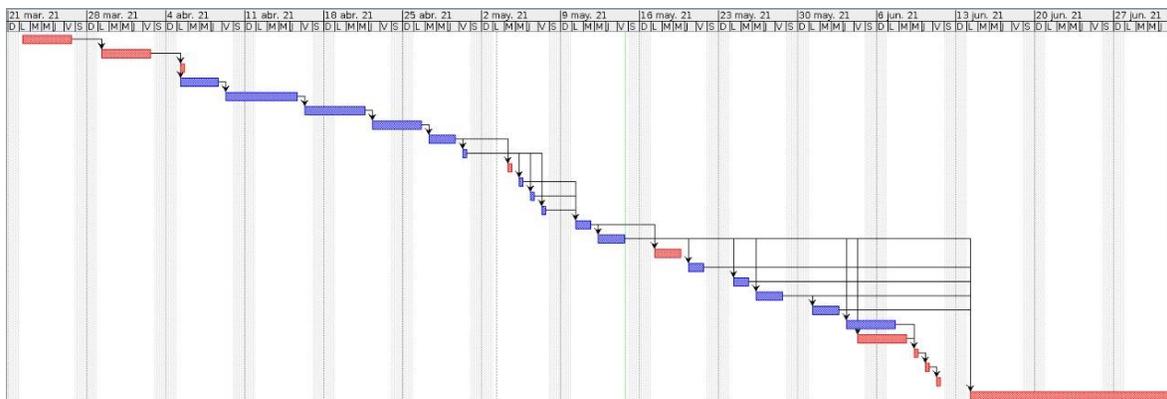
El plan de actividades se detalla en el siguiente diagrama de Gantt, que contiene el scope (alcance) general del proyecto, las tareas que lo componen y sus tareas predecesoras.

Ilustración 1: Diagrama de Gantt Parte 1

	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1	Propuesta de Tema	5 days	22/03/21 08:00	26/03/21 17:00	
2	Busqueda de info y armado de	5 days	29/03/21 08:00	02/04/21 17:00	1
3	Introducción	1 day	05/04/21 08:00	05/04/21 17:00	2
4	Objetivos	4 days	05/04/21 08:00	08/04/21 17:00	2
5	Marco teórico referencial	5 days	09/04/21 08:00	15/04/21 17:00	4
6	Diseño metodológico	4 days	16/04/21 08:00	21/04/21 17:00	5
7	Relevamiento Estructural y Fu	3 days	22/04/21 08:00	26/04/21 17:00	6
8	Procesos de negocio	3 days	27/04/21 08:00	29/04/21 17:00	7
9	Diagnóstico	1 day	30/04/21 08:00	30/04/21 17:00	8
10	Propuesta	1 day	04/05/21 08:00	04/05/21 17:00	8
11	Objetivo del prototipo	1 day	05/05/21 08:00	05/05/21 17:00	9
12	Límites	1 day	06/05/21 08:00	06/05/21 17:00	9
13	Alcances	1 day	07/05/21 08:00	07/05/21 17:00	9
14	Descripcion del sistema	2 days	10/05/21 08:00	11/05/21 17:00	11;12;13
15	Requerimientos Funcionales	3 days	12/05/21 08:00	14/05/21 17:00	14
16	Requerimientos No Funcionale	3 days	17/05/21 08:00	19/05/21 17:00	14
17	Diagrama de casos de uso	2 days	20/05/21 08:00	21/05/21 17:00	15
18	Diagrama de Secuencia	2 days	24/05/21 08:00	25/05/21 17:00	15
19	Diagrama de Clases	3 days	26/05/21 08:00	28/05/21 17:00	15
20	Prototipo de Interfaces de Par	1 day?	17/05/21 08:00	17/05/21 17:00	15
21	Seguridad	3 days	31/05/21 08:00	02/06/21 17:00	19
22	Análisis de costos	3 days	03/06/21 08:00	07/06/21 17:00	15;17;18;19;21
23	Análisis de riesgos	3 days	04/06/21 08:00	08/06/21 17:00	15;17;18;19;21
24	Conclusiones	1 day	09/06/21 08:00	09/06/21 17:00	22;23
25	Resumen	1 day	10/06/21 08:00	10/06/21 17:00	24
26	Abstract	1 day	11/06/21 08:00	11/06/21 17:00	25
27	Codificación del prototipo	15 days	14/06/21 08:00	02/07/21 17:00	15;17;18;19;21

Elaboración propia

Ilustración 2: Diagrama de Gantt Parte 2



Fuente: Elaboración propia

10 Relevamiento

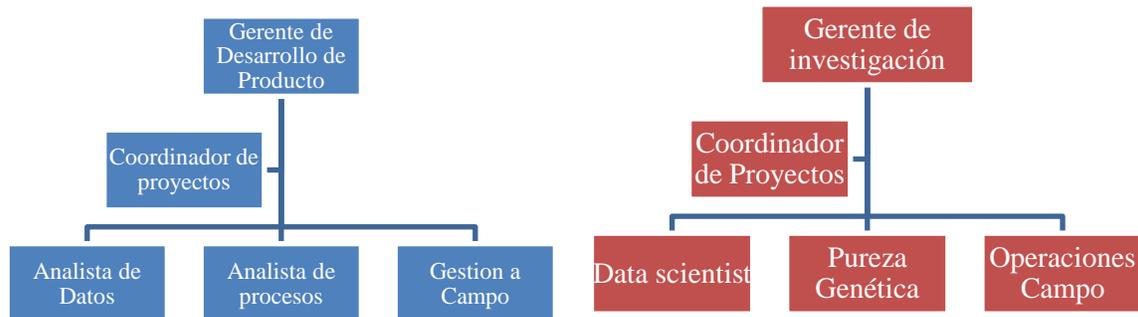
Relevamiento Estructural

Teniendo en cuenta que se trata de una organización modelada, se tomó como referencia una empresa local, Grupo DONMARIO (GDMSEEDS)

Relevamiento Funcional

A continuación, se presenta el organigrama reducido solo a las áreas intervinientes al desarrollo del proyecto.

Ilustración 3: Organigrama



Funciones de las Áreas

Desarrollo de Producto: Gestiona el desarrollo de las variedades de semillas tanto de soja, maíz y trigo para la expansión de la marca dentro de los territorios en los cuales desarrolla la actividad la compañía.

Investigación: Desarrolla y efectúa procesos de mejora continua de las variedades existentes y las futuras variedades a insertar en el mercado, una vez superada todas las etapas de calidad, para ello cuenta con su propia red de ensayos distribuida alrededor del mundo. Cuenta con un banco genético más diverso y de mayor tamaño a nivel mundial. Esta área es uno de los pilares de la compañía. Cada año testea más de 1.5 millones de parcelas de soja en 15 países alrededor del mundo.

A continuación, se definen los procesos relevados.

Proceso: Importación de datos banco de ensayos

Roles: Data Scientist, Analista de datos.

Pasos: El analista de datos con el supervisor de los mismos (Data Scientist), se encarga de exportar del sistema central del área que contiene información historial de ensayos, el formato resultante será en formato Excel. Posteriormente estas planillas serán importadas en forma masiva a partir de un proceso que permite la importación en la base de datos MySQL que será el repositorio de datos de la herramienta, los datos estarán normalizados.

Proceso: Búsqueda de ensayos

Roles: Usuario, Motor de Búsqueda

Pasos: El usuario elige en la pantalla el tipo de red de ensayos a visualizar. El sistema dependiendo de la red, muestra toda la red de ensayos tanto en Argentina, como Uruguay, Paraguay y Bolivia. Una vez representada toda la red, el usuario puede elegir entre tipo de grupos de ensayos por cultivo, soja maíz o trigo, el sistema mostrará en el mapa los ensayos en base al o los cultivos seleccionados, luego el usuario puede seleccionar en el mapa uno de los ensayos, al seleccionarlo el sistema, le ofrece datos agronómicos del ensayo además de un top 5 de los mejores productos.

Otra forma de búsqueda de ensayo es de manera directa, el usuario elige una zona o un punto en el mapa, posteriormente puede elegir el tipo de red de ensayos, el sistema muestra los ensayos en la zona o punto seleccionados, posteriormente el usuario puede elegir uno de los ensayos, al seleccionarlo el sistema, le ofrece datos agronómicos del ensayo además de un top 5 de los mejores productos.

Proceso: Recomendador de variedades

Roles: Usuario, Motor de Búsqueda

Pasos: El usuario ingresa la zona, localidad y que tipo de cultivo desea sembrar. El sistema retorna las mejores variedades que se adaptan a la elección del usuario, una vez que el usuario las visualiza, puede elegir hasta 2 variedades y proceder al proceso de comparación para poder decidir cuál es la mejor.

Proceso: Comparador de variedades

Roles: Usuario, Motor de Búsqueda

Pasos: El usuario ingresa la zona, localidad y que tipo de cultivo desea comparar. El sistema retorna las mejores variedades que se adaptan a la elección del usuario, una vez que el usuario las visualiza, puede elegir hasta 2 variedades y proceder al proceso de comparación para poder decidir cuál es la mejor, para ello el sistema ofrecerá un reporte con gráficos con los indicadores significativos

Proceso: Fenología

Roles: Usuario, Motor de Búsqueda

Pasos: El usuario elije una zona, el sistema ofrece las variedades de soja de la zona, el sistema le ofrece un reporte en tiempo real con gráficos, de esta manera el usuario va a obtener resultados y mediciones, en los diferentes estadios fenológicos de los cultivos durante el año allí se podrán comparar variedades y obtener graficas en tiempo real.

Proceso: Emulador de rinde

Roles: Usuario, Motor de Búsqueda

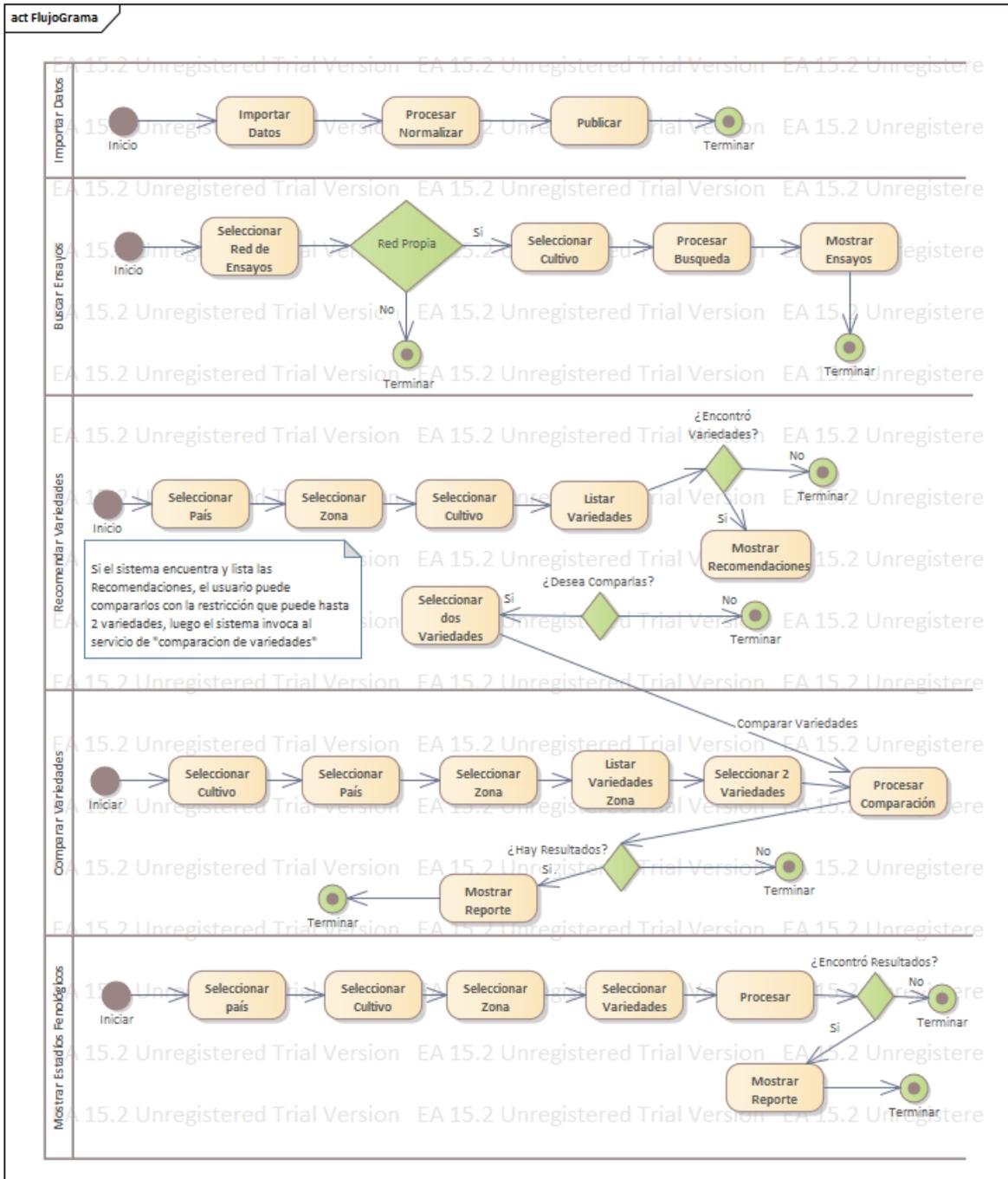
Pasos: El usuario elije el tipo de cultivo a sembrar y su respectiva variedad, con todos los datos necesarios que el sistema ira pidiendo, el sistema le ofrece un reporte en tiempo real del rinde estimado en toneladas por hectárea.

Relevamiento de documentación

La documentación que se pudo consultar es material sugerido por el usuario de negocio (ingeniero agrónomo), que se toma como fundamento teórico para el entendimiento de los procesos de los servicios que va a ofrecer la herramienta, esta se menciona y se adjunta en la sección de anexos.

11 Procesos de Negocios

Ilustración 4: Flujograma procesos de Negocio



12 Diagnóstico y propuesta

Diagnóstico

De los procesos relevados se identificaron falencias, a continuación, se detallan, los problemas detectados.

Proceso: Importación de datos.

Problema: La información de los ensayos de los diferentes cultivos de cada campaña actualmente están registrados en planillas de cálculo excel, en el cual datos como fechas y cálculos, no tienen un formato unificado, lo cual genera en algunos casos pérdida en la calidad de información. Además, no cuentan con un mecanismo de control que ayude a la validación del formato de los datos.

Causa: Una misma planilla de cálculo es manipulada por diferentes ingenieros agrónomos, de los cuales se detectó diferencia de configuración regional en sus equipos de trabajo, además que no tenían como metodología un control de versiones, reescribiendo por cada actualización ocasionando pérdida de información.

Proceso: Comparativo de variedades.

Problema: En el proceso de relevamiento se detectaron inconsistencias conceptuales entre las dos áreas intervinientes puntualmente en la definición de cuando un ensayo cumple con los requisitos para que sea válido

Causa: Falta de comunicación entre las áreas involucradas

Propuesta

Este proyecto permitió construir una herramienta agronómica disruptiva para brindar asistencia a los agricultores y profesionales del agro en general, logrando dar soporte en la toma de decisiones, disminuir los riesgos, decrementar costos en todo el ciclo productivo (siembra, seguimiento y cosecha) ofreciendo ayuda para el aumento del rendimiento de las cosechas. A través de sus reportes permitió anticiparse a posibles

problemas disminuyendo riesgos gracias a la gran base de conocimiento e inteligencia que posee la herramienta.

El asistente ofrece orientación e información en tiempo real, para recomendar variedades de cultivos como soja, maíz y trigo, una de sus funciones destacables es que posee un recomendador de variedades que fue ajustando la precisión de sus recomendaciones en cada iteración ya que contó con un módulo de machine learning e inteligencia artificial. Podemos destacar la gran utilidad y portabilidad que posee la herramienta ya que puede utilizarse en celulares, o vía web desde computadoras de escritorio.

13 Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo

Objetivos del prototipo

Proporcionar información agronómica en tiempo real para la toma de decisiones en el momento previo a la siembra para cultivos, tales como soja, maíz y trigo.

Límites

El prototipo contempla desde que el productor o el ingeniero agrónomo ingresa para consultar y recibir asistencia sobre siembra de variedades de cultivos hasta que recibe información y ayuda de cómo proceder dependiendo si es soja, maíz o trigo, fecha de siembra, país y luego una zona del mismo. Importante, el alcance, abarca cuatro países Argentina, Uruguay, Paraguay y Bolivia, proporciona también comparativos y recomendaciones de variedades.

Alcance

- Gestionar datos estadísticos
- Ofrecer información histórica de ensayos
- Recomendar variedades de cultivo
- Comparar variedades de cultivo
- Recomendar estadios fenológicos por rango
- Informar pros y contras de fechas de siembra

- Emular rindes de variedades

No contempla

- Recomendaciones de fumigación
- Recomendar variedades fuera del universo de cultivos tales como soja, maíz, trigo.
- Comparar variedades fuera del universo de cultivos tales como soja, maíz, trigo.
- Emular rindes de variedades fuera del universo de cultivos tales como soja, maíz, trigo.

14 Descripción del sistema

Requerimientos funcionales

RF1 Gestionar datos estadísticos

RF2 Buscar Ensayos por zona.

RF3 Recomendar variedades de cultivo

RF4 Comparar variedades de cultivo

RF5 Recomendar estadios fenológicos por rango

RF6 Informar pros y contras de fechas de siembra

Requerimientos no funcionales

Tecnología

RNF1: La herramienta deberá funcionar en dispositivos móviles con sistema operativo Android como así también para iphone con IOS, teniendo en cuenta las versiones más estándares posibles de ambos sistemas operativos.

RNF2: La herramienta también deberá estar disponible en web para ello se deberá utilizar un servidor web en este caso apache tomcat, que puede soportar lenguajes tales como php, python o java.

RNF3: La Herramienta deberá exponer una API de transferencia de estado representacional (REST).

Seguridad

RNF4: La herramienta disponible vía web, deberá utilizar el protocolo https contando además con certificado de confianza instalado para que los buscadores validen y lo categoricen, como sitio de confianza.

Escalabilidad

RNF5: El sistema deberá soportar un volumen de crecimiento en cuanto a su uso dependiendo del grado de difusión, aceptación y confiabilidad que genere en los productores, ingenieros agrónomos y el público en general, además que su arquitectura soporte nuevas funcionalidades sin ningún proceso de reingeniería.

Disponibilidad

RNF6: El sistema deberá contar con alta disponibilidad del servicio 7/24/365.

Performance

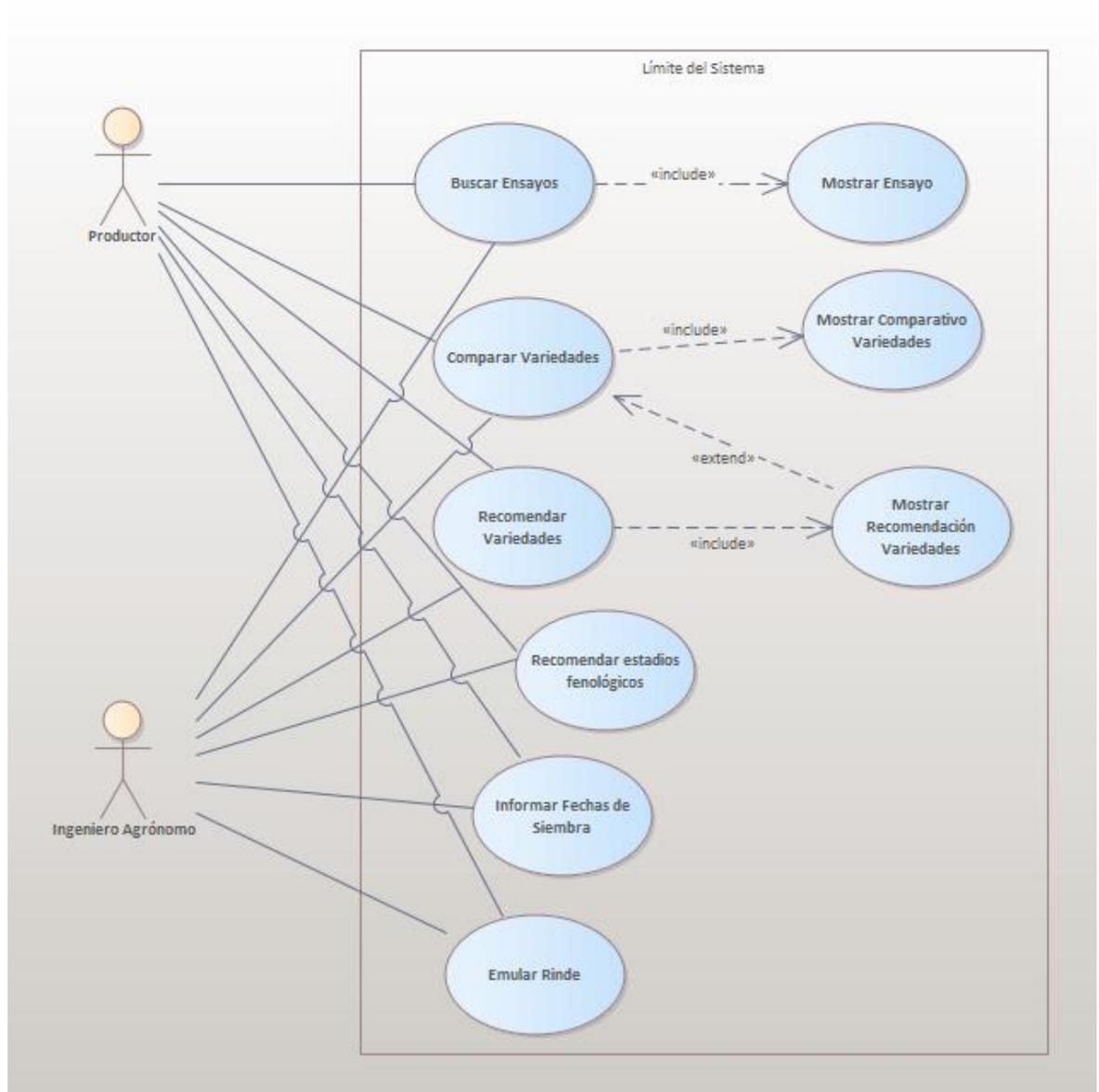
RNF7: El sistema deberá soportar un índice aceptable de concurrencia sin comprometer los tiempos de respuesta al usuario.

Usabilidad

RNF8: El sistema deberá ser intuitivo y fácil de usar para el usuario en general tanto para Web como para celulares, en el caso Web se debe adaptar a las distintas resoluciones.

Diagrama de Casos de uso

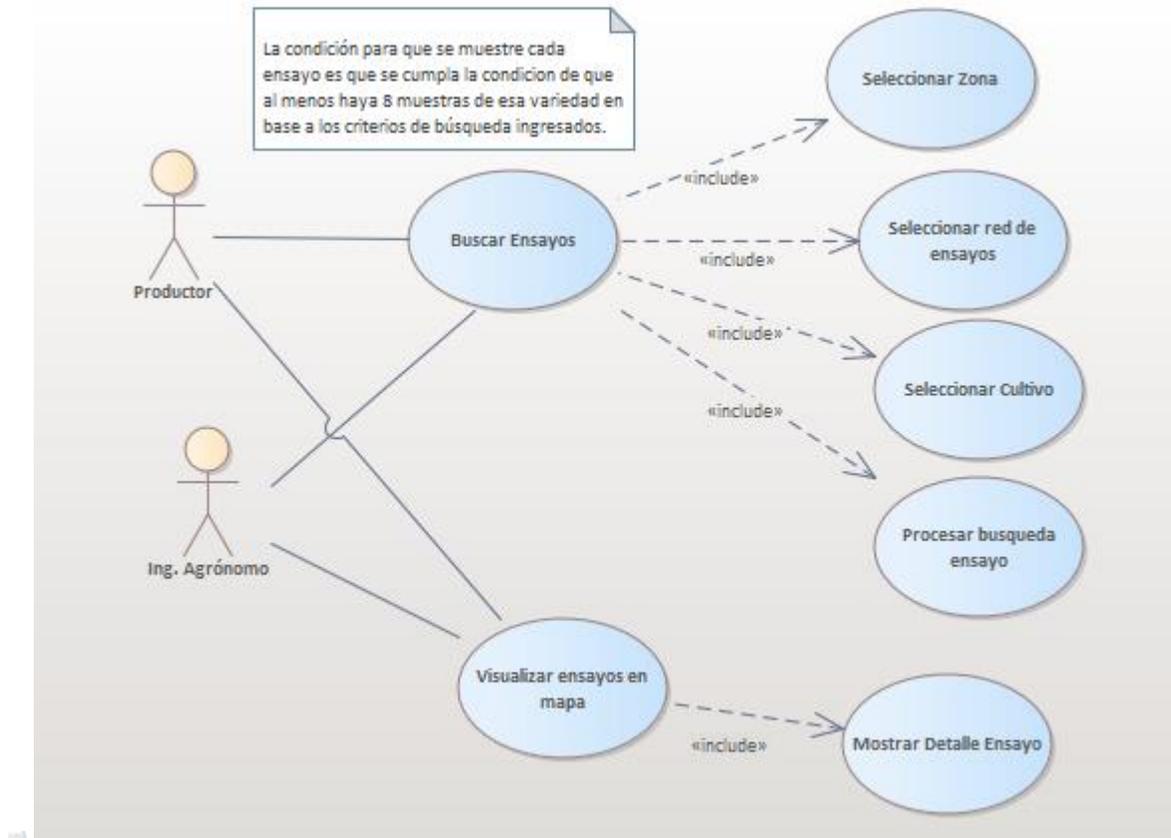
Ilustración 5: Diagrama general de caso de uso.



Fuente: Elaboración propia

Descripción de casos de uso.

Ilustración 6: Diagrama Caso de Uso Buscar ensayos



Fuente: Elaboración propia

Nivel Use Case:	<input type="checkbox"/> Negocio	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información
Nombre del Use Case: Buscar Ensayos por zona	Nro. de Orden: RF2	
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta	<input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Complejidad:	<input type="checkbox"/> Alta	<input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Actor Principal: Ingeniero Agrónomo, Productor	Actor Secundario:	

Tipo de Use Case: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Ingresar al panel de control de la herramienta, buscar el o los ensayos por zona, ya sea, soja, maíz o trigo, y visualizarlos en un reporte con los indicadores significativos para la toma de decisiones.	
Precondiciones: Que el usuario previamente se haya registrado para poder acceder al menú de la herramienta y elegir la opción del menú.	
Post- Condiciones	Éxito: El usuario haya podido encontrar ensayos de cultivos para las zonas solicitadas.
	Fracaso 1: El usuario no logró encontrar ensayos para las zonas seleccionadas
Curso Normal	Alternativas
1. El CU comienza cuando ingresa a esa funcionalidad el sistema ofrece una lista de selección al usuario. Allí podrá elegir una o varias zonas. La elección puede ser tan segmentada como se desee.	
2. El sistema ofrece una lista de selección al usuario sobre qué tipo de red de ensayos quiere obtener información.	
3. El sistema le ofrece una lista de selección múltiple para elegir los tipos de cultivos, podrá visualizarlos todos a la vez o dependiendo el nivel de filtro aplicado.	
4. Los ensayos resultantes de la búsqueda podrán visualizarse en el mapa representados con iconos significativos dependiendo de la red de ensayo y el cultivo	4. El sistema no encuentra ensayos a mostrar en base a las condiciones de búsqueda. 4.a El sistema informa al usuario que no se encuentran ensayos para esas condiciones de búsqueda.

5. El usuario podrá elegir un ensayo el sistema mostrará el detalle, las características agronómicas correspondientes y además mostrará un listado con el ranking de las 5 mejores variedades del ensayo

6. Fin de CU.

Asociaciones de Extensión:

Asociaciones de Inclusión: Seleccionar Zona, Seleccionar red de Ensayos, Seleccionar Tipo de Cultivo, Procesar búsqueda Ensayo, Mostrar detalle ensayo

Use Case donde se incluye: no aplica

Use Case al que extiende: no aplica

Use Case de Generalización: no aplica

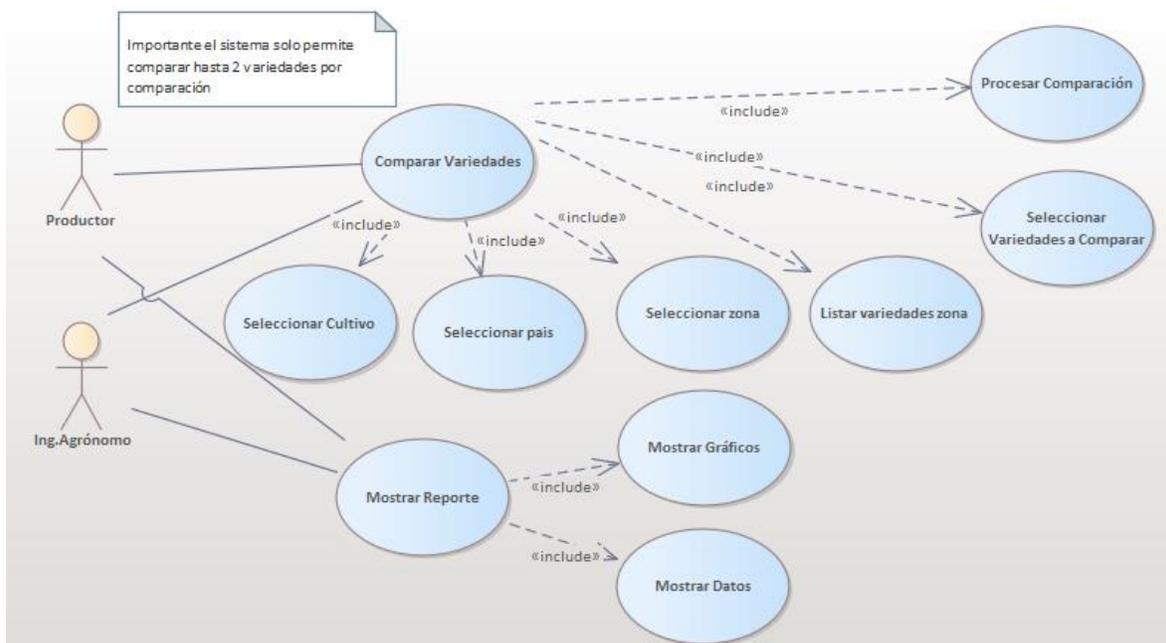
Autor: Alejandro F. Córdoba

Fecha Creación: 18/05/2021

Autor Última Modificación:

Fecha Última Modificación: 09/06/2021

Ilustración 7: Diagrama Caso de Uso Comparar Variedades

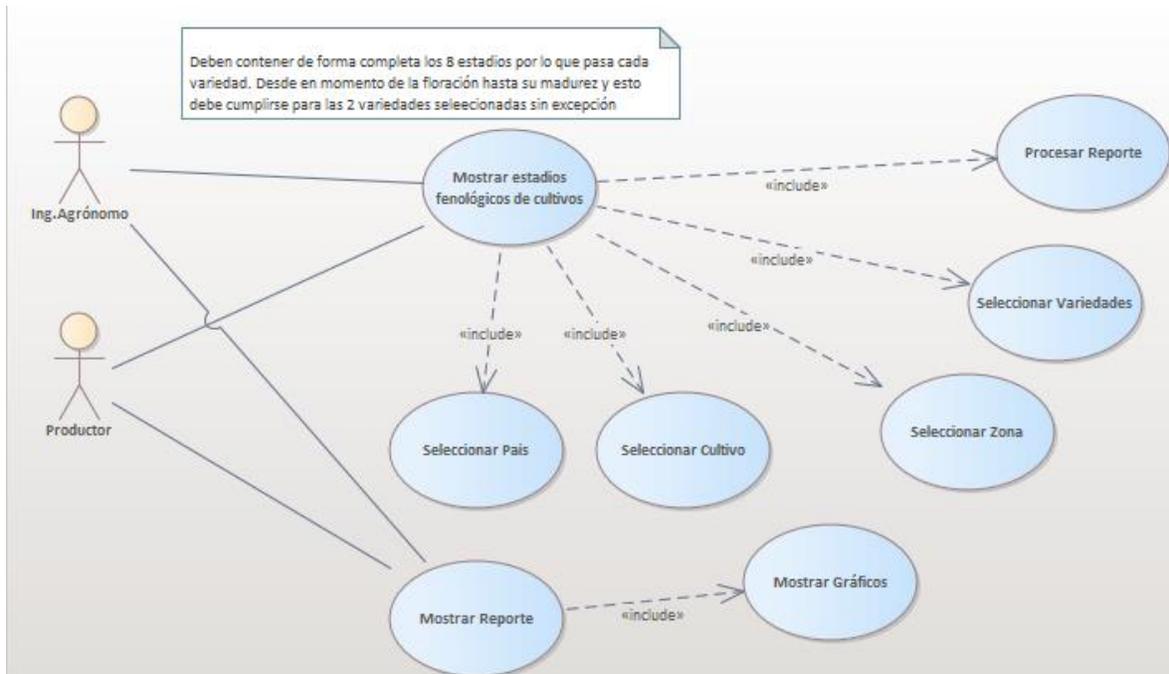


Fuente: Elaboración propia.

Nivel Use Case: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Use Case: Comparar Variedades por Cultivo	Nro. de Orden: RF4
Prioridad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Ingeniero Agrónomo, Productor	Actor Secundario:
Tipo de Use Case: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Ingresar al panel de control de la herramienta, ingresar los indicadores necesarios para lograr comparar variedades de un mismo cultivo	
Precondiciones: Que el usuario previamente se haya registrado para poder acceder al menú de la herramienta y elegir esta opción del menú. El comparativo ofrece resultados acotados a los siguientes países Argentina, Uruguay, Bolivia, Paraguay. Y solo se pueden comparar 2 variedades del mismo cultivo por vez, los ingenieros agrónomos denominan esta comparación “cabeza a cabeza”	
Post-Condicion	Éxito: El usuario haya podido comparar variedades de cultivos de las zonas solicitadas, para poder decidir cual es la más conveniente, dependiendo de la zona donde vaya a sembrar.
	Fracaso 1: El usuario no logró encontrar variedades a comparar para los criterios ingresados.
Curso Normal	Alternativas
1. El CU comienza cuando ingresa a esa funcionalidad el sistema ofrece una lista de selección al usuario. Para elegir en que país quiere hacer comparación de variedades, siempre podrá elegir entre Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia	
2. El sistema ofrece una nueva lista de selección donde podrá elegir las zonas correspondientes al país elegido previamente.	
3. El sistema le ofrece una lista de selección para elegir los tipos de cultivos a comparar, podrá elegir	

uno por vez, estoy ya vendrán filtrados por los criterios anteriormente elegidos	
4. El usuario entonces ya ha elegido, país, zona, cultivo, y por último el sistema le ofrecerá 2 listas de selección para que finalmente elija la variedad correspondiente, una por cada lista.	4. El sistema no encuentra variedades para comparar en base a las condiciones de búsqueda realizada. 4.a El sistema informa al usuario que no se encuentran variedades a comparar para esas condiciones de búsqueda.
5. El sistema ofrecerá la función de comparar y posteriormente ofrecerá al usuario un reporte completo acerca del comparativo de esas 2 variedades, con tablas comparativas y gráficos.	
6. Fin de CU.	
Asociaciones de Extensión:	
Asociaciones de Inclusión: Seleccionar Cultivo, Seleccionar país, Seleccionar zona geográfica, Listar variedades zona, Seleccionar Variedades a comparar. Procesar comparación, Mostrar Gráficos, Mostrar datos.	
Use Case donde se incluye: no aplica	
Use Case al que extiende: no aplica	
Use Case de Generalización: no aplica	
Autor: Alejandro F. Córdoba	Fecha Creación: 18/05/2021
Autor Última Modificación:	Fecha Última Modificación: 09/06/2021

Ilustración 8: Diagrama Caso de Uso mostrar estadios fenológicos de cultivos



Fuente: Elaboración propia

Nivel Use Case:	<input type="checkbox"/> Negocio	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información
Nombre del Use Case: Mostrar estadios fenológicos de cultivos	Nro. de Orden: RF5	
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta	<input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Complejidad:	<input type="checkbox"/> Alta	<input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Actor Principal: Ingeniero Agrónomo, Productor	Actor Secundario:	
Tipo de Use Case:	<input checked="" type="checkbox"/> Concreto	<input type="checkbox"/> Abstracto
Objetivo: Entrar al panel de control de la herramienta, ingresar los indicadores necesarios para lograr visualizar el comportamiento de la planta en los estadios fenológicos desde la floración hasta la madurez. Siempre el proceso se debe realizar entre 2 variedades del mismo cultivo (soja, maíz o trigo)-		

Precondiciones: Que el usuario previamente se haya registrado para poder acceder al menú de la herramienta y elegir esta opción del menú. El estadio fenológico ofrece resultados acotados a los siguientes países Argentina, Uruguay, Bolivia, Paraguay. Y solo se pueden seleccionar de hasta 2 variedades del mismo cultivo por vez,

**Post-
Condiciones**

Éxito: Que el usuario haya podido visualizar cada (etapa, período) fenológico con sus correspondientes indicadores, teniendo en cuenta el par de variedades de cultivos de las zonas solicitadas, para poder decidir y evaluar el grado de calidad del estadio final con que culmina la variedad, dependiendo en qué momento sembró.

Fracaso 1: El usuario no logró encontrar variedades a evaluar para los criterios de búsqueda solicitados.

Curso Normal	Alternativas
1. El CU comienza cuando ingresa a esa funcionalidad el sistema ofrece una lista de selección al usuario. allí podrá elegir en que país quiere evaluar los estadios fenológicos dependiendo del cultivo, siempre podrá elegir entre Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia	
2. El sistema ofrece una nueva lista de selección donde podrá elegir las zonas correspondientes al país elegido previamente.	
3. El sistema le ofrece una lista de selección para elegir los tipos de cultivos a comparar, podrá elegir uno por vez, estos ya vendrán filtrados por los criterios anteriormente elegidos	
4. El usuario entonces ya ha elegido, país, zona, cultivo, y por último el sistema le ofrecerá 2 listas de selección para que finalmente elija la variedad correspondiente, una por cada lista.	4. El sistema no encuentra variedades para evaluar los estadios fenológicos en base a las condiciones de búsqueda realizada. 4.a El sistema informa al usuario que no se encuentran variedades para esas condiciones de búsqueda.
5. El sistema ofrecerá un reporte completo acerca del comparativo de esas 2 variedades, con tablas	

comparativas de los distintos estadios de la planta y ofrecerá los gráficos correspondientes.

6. Fin de CU.

Asociaciones de Extensión:

Asociaciones de Inclusión: Seleccionar País, Seleccionar Cultivo, Seleccionar zona geográfica, Seleccionar Variedades a comparar. Procesar Reporte, Mostrar Gráficos

Use Case donde se incluye: no aplica

Use Case al que extiende: no aplica

Use Case de Generalización: no aplica

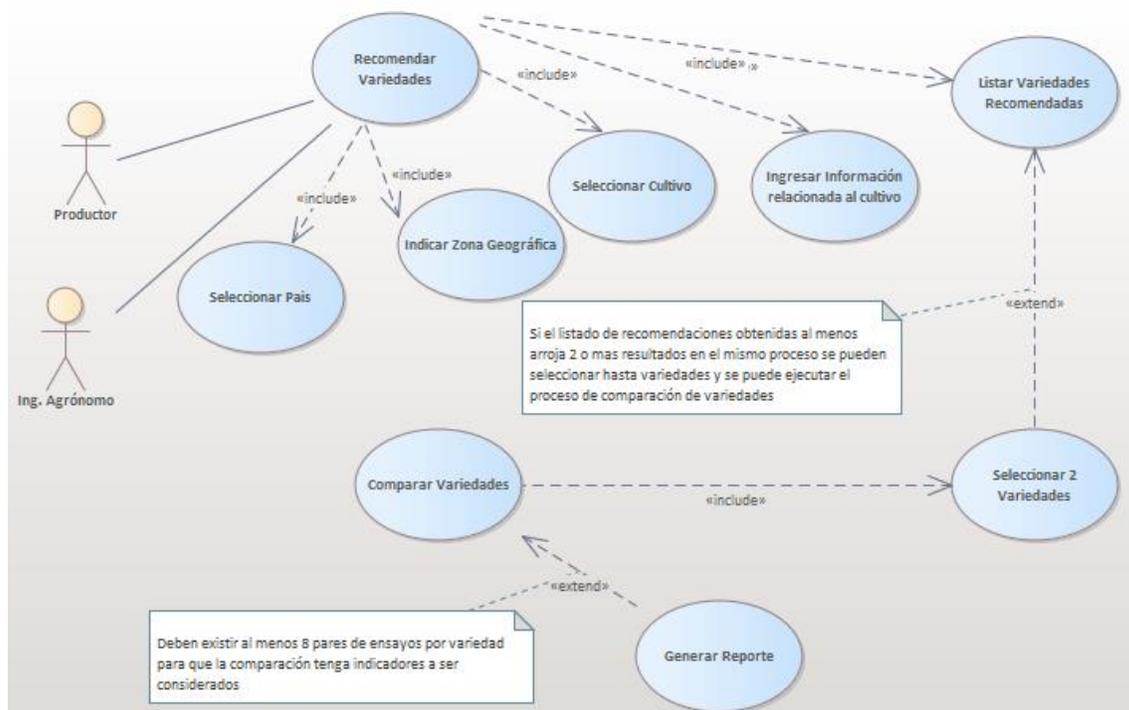
Autor: Alejandro F. Córdoba

Fecha Creación: 18/05/2021

Autor Última Modificación:

Fecha Última Modificación: 10/06/2021

Ilustración 9: Diagrama Caso de Uso Recomendar Variedades



Fuente: Elaboración propia.

Nivel Use Case: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Use Case: Recomendar Variedades	Nro. de Orden: RF3
Prioridad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Ingeniero Agrónomo, Productor	Actor Secundario:
Tipo de Use Case: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Entrar al panel de control de la herramienta, ingresar los indicadores necesarios para obtener las mejores recomendaciones de variedades en base a los parámetros que haya ingresado el usuario. Siempre el universo de cultivos es entre (soja, maíz o trigo)-	
Precondiciones: Que el usuario previamente se haya registrado para poder acceder a la herramienta y elegir esta opción del menú. Las recomendaciones que ofrece la herramienta están acotados a los siguientes países Argentina, Uruguay, Bolivia, Paraguay. En este caso las recomendaciones pueden contener de (0 ..n) resultados	
Post-Condicion	Éxito: Que el usuario haya podido obtener recomendaciones de calidad de acuerdo a sus necesidades para poder elegir que le resultará más conveniente
	Fracaso 1: El sistema no encontró resultados de recomendaciones para ofrecerle al usuario de acuerdo a los criterios ingresados.
Curso Normal	Alternativas
1. El CU comienza cuando ingresa a esa funcionalidad el sistema ofrece una lista de selección al usuario. allí podrá elegir de que país quiere recibir recomendaciones de variedades de cultivos, siempre podrá elegir entre Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia	
2. El sistema ofrece una nueva lista de selección donde podrá elegir las zonas correspondientes al país elegido previamente.	
3. El sistema le ofrece al usuario ingreso de datos tales como si en la zona elegida, sabe si hay napas o no. Si ya ha sembrado alguna tecnología de semillas que le	

ha dado resultado o no. Si puede ingresar el promedio de lluvia anual para esas zonas entre otros.	
4. Una vez ingresado el paso 3, el usuario procede a ejecutar el reporte	4. El sistema no encuentra variedades para recomendar en base a las condiciones de búsqueda realizada. 4.a El sistema informa al usuario que no se encuentran variedades para esas condiciones de búsqueda.
5. El sistema ofrecerá un listado de recomendación de variedades que puede ir de (0..n) resultados. En caso de que al menos el sistema le haya ofrecido 2 recomendaciones el sistema le ofrece desde ahí mismo hacer una comparación de variedades, caso de uso mencionado anteriormente, y así aumentar el nivel de precisión de la recomendación para poder tomar decisiones	
6. Fin de CU.	
Asociaciones de Extensión: Generar Reporte	
Asociaciones de Inclusión: Seleccionar Cultivo, Seleccionar zona geográfica, Seleccionar Variedades a comparar.	
Use Case donde se incluye: no aplica	
Use Case al que extiende: no aplica	
Use Case de Generalización: no aplica	
Autor: Alejandro F. Córdoba	Fecha Creación: 18/05/2021
Autor Última Modificación:	Fecha Última Modificación:

Diagrama de Secuencia Buscar Ensayos

Ilustración 10: Diagrama de secuencia Caso de Uso Buscar Ensayos RF02

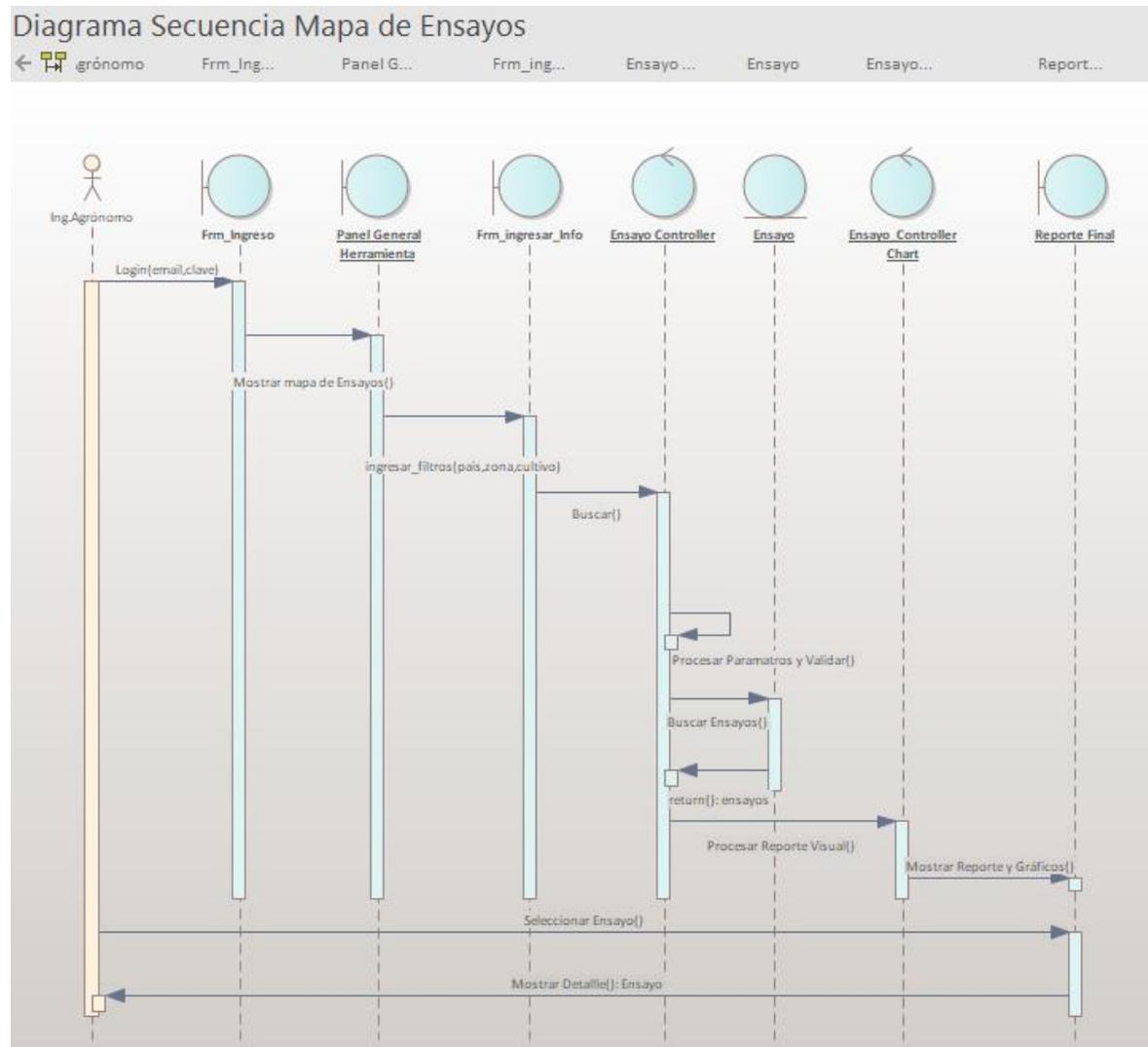


Diagrama de Secuencia Comparativo de variedades

Ilustración 11: Diagramas de secuencia Caso de Uso Comparativo de variedades RF04

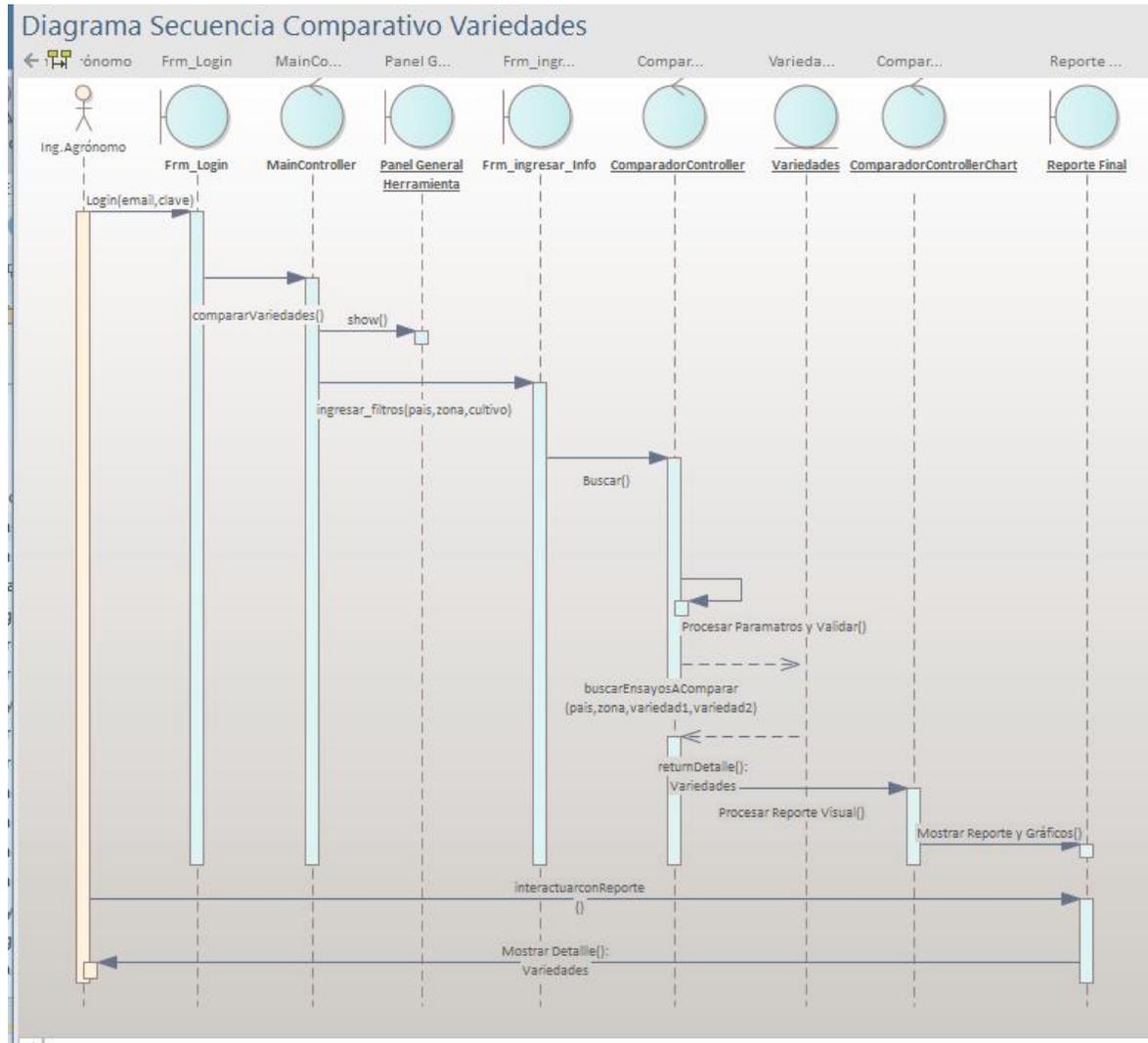


Diagrama de Clases.

Ilustración 12: Diagrama de Clases

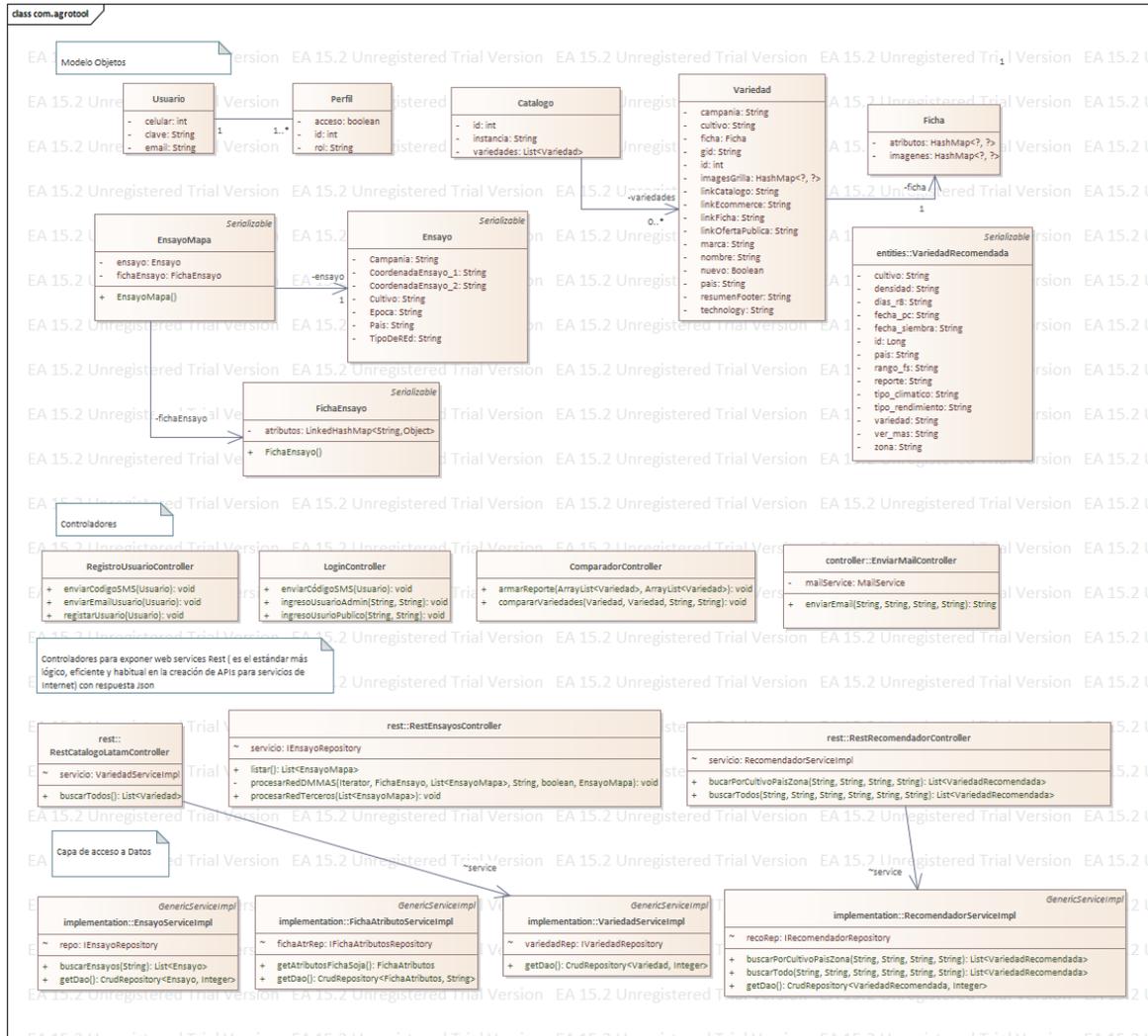
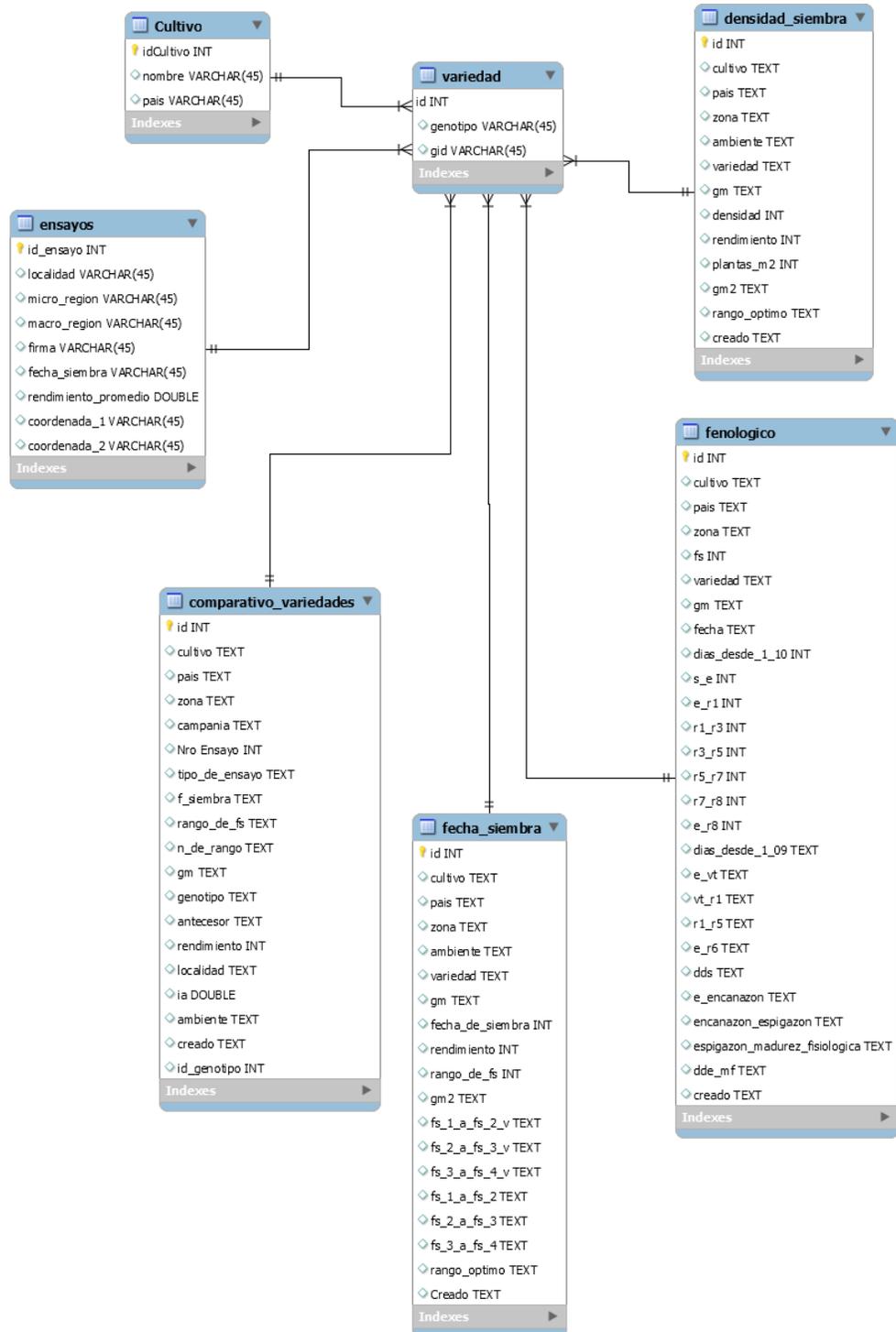


Diagrama Entidad Relación (DER)

Ilustración 13: DER

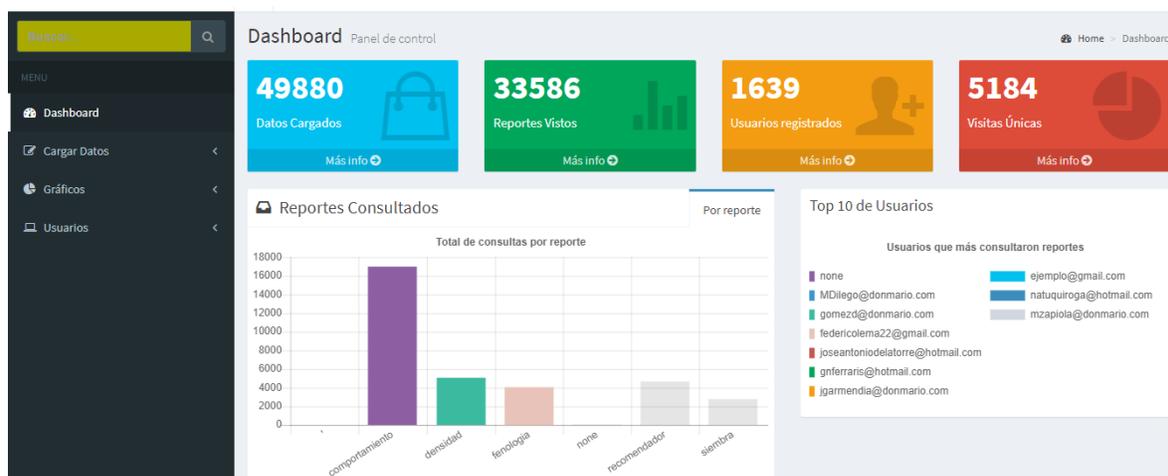


Prototipos de interfaz de Pantallas

Ilustración 14: Interfaz Panel General de Trabajo

Este es el panel general y solo pueden acceder el usuario administrador y los usuarios internos o del negocio. En el ítem a la izquierda “Cargar Datos” los usuarios internos pueden actualizar información sobre los servicios dependiendo del cultivo que se ofrecen al usuario final los cuales pueden acceder desde el área pública.

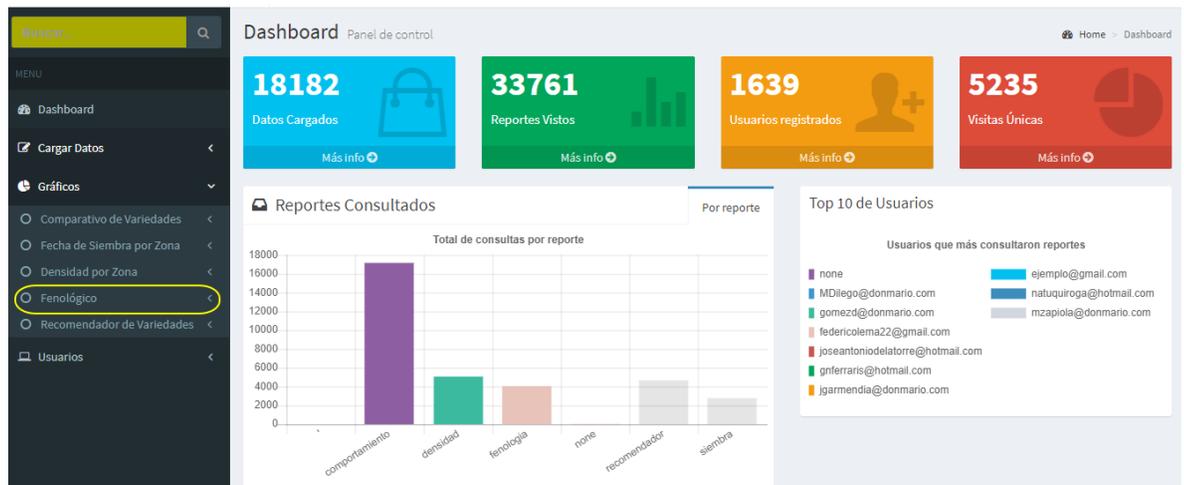
En el ítem del menú “Gráficos”, el usuario del negocio puede probar los servicios que verá el usuario final en la parte pública. En la parte central hay indicadores sobre la utilización de la herramienta cantidad de información cargada, cantidad de reportes vistos, cantidad de usuarios registrados, cantidad de visitas al sitio. El gráfico de la izquierda “reportes consultados” muestra la cantidad de uso de cada reporte, y a la derecha, un top 10 de usuarios que más usan la herramienta.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Interfaz mostrar estadios fenológicos de cultivos

A continuación, se muestra si el usuario de negocio opta por probar el servicio de estadios fenológicos por cultivo tiene que seleccionar la opción resaltada en amarillo



Fuente: Elaboración propia

Luego el sistema muestra en la parte central de la herramienta dicho servicio. Como se puede apreciar, en la parte izquierda el usuario de negocio puede seleccionar los parámetros y luego ejecutar el reporte. Que se puede visualizar en la parte central el resultado de en base a los filtros seleccionados.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 16: Interfaz mostrar mapa de ensayos

Como lo muestra la ilustración se muestra la ubicación geográfica de los ensayos (soja maíz y trigo) y cuando el usuario hace clic en uno se despliega el detalle del mismo.

Este servicio se encuentra en la parte pública del sitio previo ingreso del usuario final con sus credenciales.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 17: Interfaz mostrar comparativo de variedades

A continuación, se muestra el servicio de comparativo de variedades, para soja.

Comparativo de Variedades: Soja
Panel de control

Home > Comparativo de Variedades: Soja

Pais
ARGENTINA

Zonas de Ensayos NUCLEON

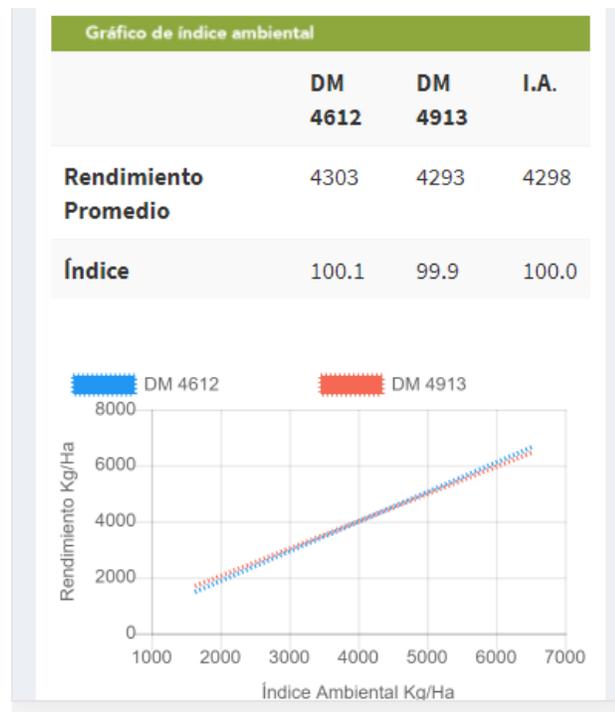
Variedad 1
DM 4612

Variedad 2
DM 4913

GENERAR REPORTE

Fuente: Elaboración propia.

La pantalla anterior permite al usuario final, previa elección del cultivo en este caso soja, elegir el país, en base a eso el sistema le filtra las zonas por ese país, lo mismo con las variedades a comparar que responden a ese país y zona y luego ejecuta el reporte. Estas pantallas, son una muestra de cómo se ve en un celular inteligente. La imagen siguiente muestra el resultado del comparativo de las 2 variedades seleccionadas previamente.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 18: Interfaz mostrar fecha de siembra

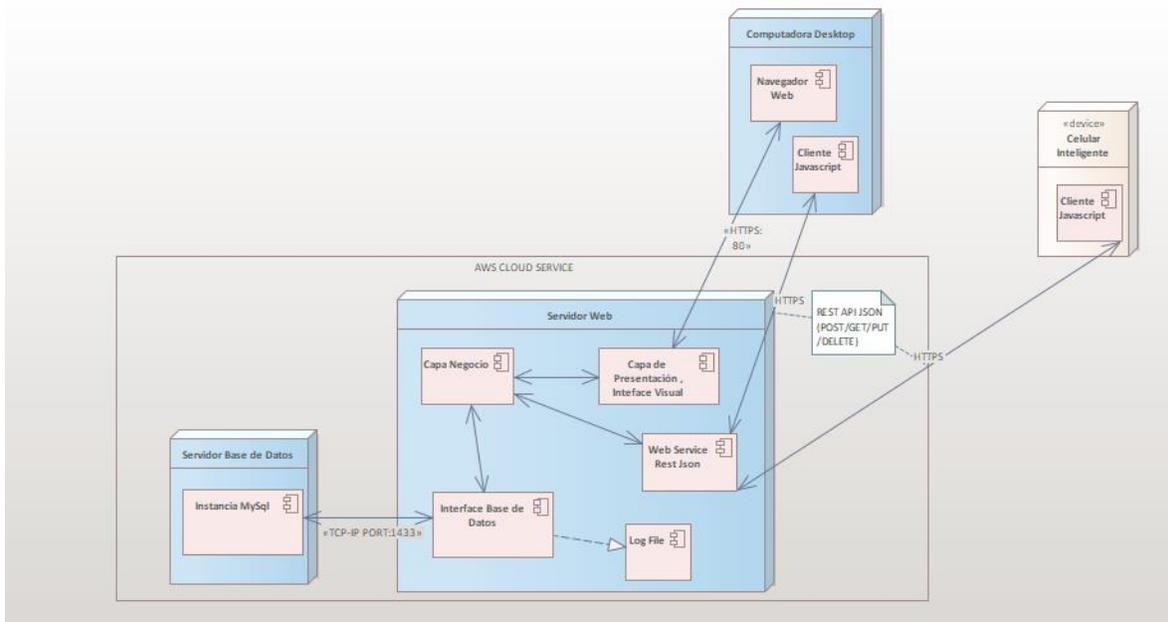


Fuente: Elaboración propia.

La ilustración de arriba corresponde al servicio fecha de siembra que el usuario de negocio prueba dentro del panel administrativo en el área privada, previa selección en el menú en el ítem denominado “fecha de siembra por zona”, una vez ingresado los parámetros que se pueden ver a la izquierda, cuando el usuario hace clic en el botón “Generar reporte”, el sistema en la parte central le muestra el gráfico correspondiente.

Diagrama de Despliegue

Ilustración 19: Diagrama de Despliegue



15 Seguridad

Esta característica es un punto importante en nuestro proyecto ya que permite transmitir tranquilidad y confiabilidad al usuario. Enunciamos entonces como se implementó y su alcance.

Acceso a la aplicación.

Para ello definimos dos grandes grupos de usuarios con sus respectivos roles. Un grupo formado por usuarios con acceso al área administrativa del aplicativo. En él se incluye al super usuario o más comúnmente llamado administrador, su rol asociado, le permite la gestión y acceso total a toda la funcionalidad del sistema. Otro usuario de este grupo es el de negocio, su perfil le habilita acceso al panel administrativo, con la restricción de que solo podrá cargar, actualizar información y probar posteriormente los servicios, asegurando el perfecto funcionamiento del aplicativo. El grupo restante contiene al usuario final, que es quien va a consumir el servicio. Este perfil le va a permitir el acceso público y general de la herramienta. En ella podrá realizar todas las consultas que crea conveniente, visualizar reportes.

Registro en el sistema

Para el caso de los usuarios con acceso al área administrativa, todos van a recibir un correo electrónico con un enlace personalizado a un formulario, donde deberá ingresar obligatoriamente mail, contraseña, y un celular. Al procesar la registración, el sistema le enviará automáticamente un mensaje por correo para confirmar y validar sus datos. Posteriormente podrá probar el acceso. Para ello deberá ingresar las credenciales, pero adicionalmente se le va a exigir el ingreso de un código numérico de 6 dígitos el cual recibirá vía mensaje de texto en su celular. Con este proceso hemos provisto a nuestro sistema de un mecanismo llamado, autenticación de doble factor.

Nos queda detallar el proceso del usuario final. Para ello deberá mediante un formulario, completar obligatoriamente un correo electrónico, clave y repetición de clave, una vez procesado, el sistema le va a enviar un mensaje vía mail para confirmar y validar los datos para poder ingresar.

Código de seguridad

Se definió una regla en base a los dos tipos de usuarios de acceso al área privada. Esta consiste en aplicar una periodicidad de exigencia diferente del código recibido vía SMS. Si el que ingresa al panel principal del aplicativo es el administrador, el sistema se lo debe exigir al menos una vez al día, si el que accede es el usuario de negocio, el proceso es igual con la diferencia que al menos se debe obligar a ingresarlo una vez por semana.

Se definió una caducidad de 5 minutos para todos los casos, si el usuario no ingresa en ese tiempo deberá solicitar otro para ingresar, lo puede realizar mediante la aplicación del celular o en el sitio web de la herramienta.

Política de claves.

Esta deberá cumplir con un patrón de formato, que obliga al usuario a generar contraseñas complejas, la longitud deberá contener un mínimo de 10 caracteres, combinar letras, números y caracteres especiales.

Se obliga al cambio de clave cada 3 meses, en el caso de los usuarios finales. Para los usuarios de acceso privado, se exige cambiar la contraseña cada mes al super usuario y cada 2 meses al usuario de negocio.

Intentos de acceso.

Usuario final, se definió que al quinto intento de sesión fallida quedara bloqueado. En ese caso deberá enviar un correo electrónico al administrador del sistema que va a validar si está todo correcto para proceder a desbloquear al usuario.

Al quedar nuevamente habilitado, el usuario final podrá volver a ingresar, con la salvedad que deberá cambiar la clave. Esta contraseña no debe coincidir con las previamente registradas para una mayor seguridad.

Usuario de negocio, al tercer intento de sesión errónea se bloquea su acceso. Para poder reestablecer su ingreso deberá enviar un mail al administrador quien lo habilitará nuevamente en caso de que este todo correcto. Una vez desbloqueado puede acceder, pero deberá obligatoriamente cambiar la clave que no debe ser igual a ninguna de las anteriormente ingresadas, además de ingresar el código de seguridad que recibe mediante mensaje de texto en su celular.

Política de contraseña

La clave se almacena en la base de datos utilizando Cifrado Avanzado de Encriptación o AES (Advanced Encryption Standard) de sus siglas en inglés, lo que permite almacenarla de forma segura y siendo prácticamente imposible descifrarla sin la llave de encriptación.

Otras consideraciones

También se proveerá al sistema de inteligencia contra ataques tales como inyección de SQL, robo de sesiones, y protección de archivos.

Para el acceso general mediante la web implementamos el protocolo https contando además con certificado de confianza instalado, este debe ser emitido por un ente oficial registrado para tal servicio, esto permite que los buscadores validen el sitio, y lo categoricen como de confianza. El envío de datos mediante este mecanismo está protegido con el protocolo seguridad en la capa de transporte, que proporciona estas tres capas de seguridad principales:

Cifrado: se cifran los datos intercambiados para mantenerlos a salvo de miradas indiscretas. Eso significa que cuando un usuario está navegando por un sitio web, nadie puede ‘escuchar’ sus conversaciones, hacer un seguimiento de sus actividades por las diferentes páginas ni robarle información.

Integridad de los datos: los datos no pueden modificarse ni dañarse durante las transferencias, ni de forma intencionada ni de otros modos, sin que esto se detecte.

Autenticación: demuestra que tus usuarios se comunican con el sitio web previsto. Proporciona protección frente a los ataques de intermediario y fomenta la confianza de los usuarios, lo que se traduce en otros beneficios empresariales.

Política de respaldo de información

El proceso de resguardo de información abarca, respaldar la base de datos y los archivos de toda la estructura de directorios de la aplicación.

Estas copias de respaldo se programan para realizarse de forma automática mediante la aplicación cron que viene incluida en el sistema operativo Linux/Unix diseñada para ejecutar comandos y tareas en un momento concreto, a una hora y fecha preestablecidas.

Por un tema de eficiencia se definió que el proceso se ejecute en la madrugada para el uso horario de Argentina donde la actividad de utilización de la aplicación es baja o nula.

Desglosando las tareas, para respaldar bases de datos, en este caso MySQL, utilizamos mysqldump, que nos genera un archivo con todos los comandos del motor en cuestión, necesarios para poder volver a crear, en caso de ser necesario, una base idéntica, estable. Por último, todos los ficheros generados son de texto plano, los cuales se van a comprimir con la utilidad gzip reduciendo sustancialmente su espacio de almacenamiento en disco.

Por último, los archivos generados son transferidos mediante la utilidad rsync, que sincroniza estructuras de directorios y sus contenidos. La transferencia se realiza, sobre el protocolo ssh o shell de forma segura a un servidor local para posteriormente ser copiados a dispositivos de almacenamiento externo y replicados a servicios de almacenamiento para tal propósito.

Frecuencia y planificación de respaldos.

Se realizan diariamente de lunes a domingo, llegando a un máximo de 31 copias correspondiente a 31 días. Contra mes vencido se guarda el mes completo en un solo archivo de resguardo, que se mantendrá inalterable durante el lapso de un año. Posteriormente cada copia diaria va a reemplazar las anteriores y así sucesivamente hasta cumplir los 365 días, al final del mismo contaremos con 12 respaldos.

Restauración de respaldos.

Se trata de un proceso seguro, preestablecido previamente desarrollado y probado para tal fin, el cual permite reestablecer el sistema completo, archivos, bases de datos. Esta tarea debe ser realizada manualmente, seleccionando el respaldo más reciente en donde la aplicación se encuentre estable. Una vez culminada la restauración, el administrador va a

recibir un correo electrónico con el resultado. El sistema en ese momento quedará en modo de mantenimiento, mostrando dicho estado al usuario que acceda a la aplicación.

16 Análisis de Costos

A continuación, se detalla la evaluación de costos totales para la ejecución del proyecto. Estos comprenden la cantidad de horas esfuerzo de los recursos humanos en relación a su rol, el software necesario a utilizar para el desarrollo y los servicios en la nube a contratar para responder a la necesidad del proyecto.

Recursos Humanos

Presentamos aquí los perfiles adecuados para la ejecución del proyecto cuya estimación inicial fue de 5 meses. Los cálculos están expresados teniendo en cuenta ese tiempo de duración.

Tabla 1. Detalle de costos de desarrollo.

Rol	Cantidad Recursos	Valor Hora	Horas Asignadas Totales	Horas por mes	Costo Mensual	Duración del Proyecto	Sub Total
Líder/Jefe de Proyectos	1	5.432,61	200	40	217.304,40	5	1.086.522,00
Arquitecto de Software	1	5.558,43	800	160	889.348,80	5	4.446.744,00
Analista Programador Senior	1	4.929,32	800	160	788.691,20	5	3.943.456,00
Programador Aplicaciones Móviles	1	4.537,04	800	160	725.926,40	5	3.629.632,00
Analista Funcional Senior	1	3.412,03	160	40	136.481,20	5	545.924,80
Tester	1	4.018,95	160	40	160.758,00	5	643.032,00
Diseñador Gráfico Senior	1	3.323,22	160	80	265.857,60	5	531.715,20

TOTAL DESARROLLO EN PESOS ARGENTINOS 14.827.026,00

Fuente: Elaboración propia.

“Los honorarios correspondientes a cada rol, están expresados en pesos argentinos tomados como referencia de la página web del Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la provincia de Buenos Aires, sección Honorarios Profesionales, actualizados al mes de junio.” (CPCIPBA, 2021)

Software

Se decidió utilizar software libre, ya que las herramientas seleccionadas que se muestran a continuación cumplen con los requisitos de diseño, desarrollo, pruebas e implementación integral del proyecto, esto nos permite además reducir costos.

Tabla 2. Costos de Licencias

Licencia	Prestación	Cantidad	Costo en Pesos	Subtotal	Fuente
MySQL 8	Motor Base de Datos	1	0,00	0,00	https://dev.mysql.com/downloads/mysql/8.0.html
IDE Eclipse	Entorno de Desarrollo	2	0,00	0,00	https://www.eclipse.org/downloads/packages/installer
Android Studio	Entorno de Desarrollo	1	0,00	0,00	https://developer.android.com/studio
Postman Api Client Versión Gratuita	Utilidad para testeo de Web Services	3	0,00	0,00	https://www.postman.com/product/api-client/
Apache Tomcat 10	Servidor Web Java	1	0,00	0,00	https://tomcat.apache.org/download-10.cgi
			Total	0,00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Valor dólar oficial BCRA

Valor Dólar oficial según BCRA fecha 11/06/2021		
Billete USD	Peso Argentino	con Imp. PAIS 30% + recargo del 35%
1	\$ 100.35	\$ 165.58

Fuente: Elaboración propia

Servicios

Se tomó la decisión de contratar el servicio en la nube del proveedor AWS, que según nuestro análisis se adapta a todos los requerimientos y necesidades de nuestro proyecto

A continuación, se presenta la tabla con los valores al día de la fecha. La conversión de dólares a pesos se tomó de la tabla 3 denominada ‘Valor dólar oficial BCRA’.

Tabla 4. Costo Servicios contratados.

Descripción Servidor Base de Datos	Servicio	Costo mensual Dólares	Costo mensual en pesos
Instancia db.r3.2xlarge vCPU: 8 Memoria: 61 GiB Performance de Red: High	MySQL de Amazon Aurora	1693,60	280.426,29
	Costo de almacenamiento total Base de Datos	21,05	3.485,46
	Costo del almacenamiento de copias de seguridad adicional	4,20	695,44

Total 1718,85 USD 284.607,18

Tabla 5. Costo Servidor Web contratado.

Capacidad de peticiones simultaneas	Lenguajes de prog. soportados	Disponibilidad del servicio	Contenedor	Valor Mensual en Dólares	Valor Mensual en Pesos	Fuente
3000	Node.js, Python, Go, Java	24X7X365	Docker	6660,01	1.102.764,46	https://calculator.aws/#/createCalculator/Lambda?nc2=h_ql_pr_calc

La fuente citada en la Tabla 5, es una página web del servicio específico de AWS que permite configurar el servidor de acuerdo a qué tipo de lenguaje de programación es soportado, un estimado inicial de cantidad de peticiones concurrentes a recibir, que disponibilidad de servicio contamos y que mecanismo de implementación necesitamos.

El cálculo expresado en pesos de la tabla 5 se tomó como referencia de la tabla 3 denominada ‘Valor dólar oficial BCRA’.

17 Análisis de riesgos.

A continuación, se detallan los riesgos que pueden afectar el desarrollo del proyecto por su probabilidad de ocurrencia, Alta, Intermedia o Baja y el nivel de impacto en el caso de ocurrencia.

Tabla 6. Matriz de Riesgos.

ID	Riesgo	Tipo	Probabilidad	Impacto
01	Fallas en el hardware de servidores.	Técnicos	Baja	Bajo
02	Caída de sistema por fallas en servidores.	Técnicos	Baja	Alto
03	Ataques por fuerza bruta.	Técnicos	Alta	Alto
04	Ataques de Phishing.	Técnicos	Alta	Alto
05	Pérdida de información.	Técnicos	Alta	Alto
06	Accesos no autorizados.	Técnicos	Alta	Alto
07	Requerimientos no definidos correctamente	Proyecto	Media	Alto
08	Falta de comunicación en el equipo de trabajo	Proyecto	Media	Alto
09	Testing de baja calidad	Proyecto	Alta	Medio
10	Poca demanda por parte del mercado.	Negocio	Media	Medio
11	Falta en la comunicación con el cliente.	Negocio	Media	Medio
12	Dificultades en el uso del producto.	Negocio	Media	Bajo

Fuente: Elaboración propia

A continuación, presentamos la tabla correspondiente a los riesgos identificados del proyecto con sus causas.

Tabla 7. Riesgos identificados del proyecto

Riesgo	Tipo	Causa
Requerimientos no definidos correctamente	Proyecto	Mala interpretación por parte del Analista funcional o errores a la hora de redacción. Falta de validación de los requerimientos con el cliente
Falta de comunicación en el equipo de trabajo	Proyecto	Falta de empatía entre los integrantes del equipo, falla no detectada por el líder de proyectos.
Retraso en la contratación de recursos	Proyecto	La contratación de los distintos perfiles necesarios para desarrollar el proyecto es escaso por la alta demanda del mercado.
Vulnerabilidad del sistema	Proyecto	Falta de contemplación o detección de posibles huecos de seguridad, programación defectuosa.
Cambios en los costos mensuales de los servicios contratados	Proyecto	Teniendo en cuenta el escenario inflacionario que presenta nuestro país, al tener contratados servicios en dólares, puede generar un alto costo, difícil de costear.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Análisis cuantitativo de los riesgos.

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impacto
Fallas en el hardware de servidores.	10%	1
Caída de sistema por fallas en servidores.	10%	1
Ataques por fuerza bruta.	50%	4
Ataques de Phishing.	50%	4
Pérdida de información.	10%	4
Accesos no autorizados.	50%	4

Requerimientos no definidos correctamente	30%	4
Falta de comunicación en el equipo de trabajo	50%	4
Testing de baja calidad	30%	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Plan de contingencias.

Aclaración, este plan de contingencias es para los riesgos de mayor exposición.

Riesgo	Acciones de contingencia
Requerimientos no definidos correctamente	Definir procedimientos de relevamiento de requerimientos efectivos.
Testing de baja calidad	Definir políticas de pruebas que minimicen la probabilidad de pasar a producción productos no testeados correctamente. -Preparar plan de pruebas de testing de regresión, testing unitario, testing integral
Poca demanda por parte del mercado	Coordinar con el departamento de Prensa y Comunicación la difusión en medios masivos.
Falta en la comunicación con el cliente	Coordinar con el departamento de Prensa y Comunicación la difusión en medios masivos.
Dificultades en el uso del producto	Desarrollar manuales de usuario o difusión de video instructivo en medios masivos como YouTube.

Fuente: Elaboración propia.

18 Conclusiones

Se ha hecho realidad la concreción de un proyecto, cuya ejecución cumplió con el objetivo de construir una herramienta agronómica disponible para celulares y computadoras de escritorio a través de un sitio web, que asista en la toma de decisiones.

Este kit de utilidades logró ayudar e informar eficazmente a productores e ingenieros agrónomos sobre las mejores alternativas de variedades de cultivos en el momento previo a la siembra en base a la ubicación, condiciones del suelo, características geográficas, estadísticas de lluvia, fecha de siembra, con el fin de mejorar la productividad en cuanto al aumento de rendimiento de los distintos cultivos y con ello contribuir al abastecimiento de semillas teniendo en cuenta la creciente necesidad alimentaria de la población mundial.

Como alumno me permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera sumados a mi experiencia laboral de varios años, para emplearlos en beneficio de la comunidad agrícola. En lo personal fue un gran desafío haber llevado a cabo con éxito la construcción de un software con la rigurosidad y el nivel de exigencia que requirió todo el proceso.

Demo

Para su desarrollo hemos utilizado una herramienta gratuita de versionado de código, disponible en la nube la cual permite disponibilizar de forma pública nuestro trabajo.

Esta utilidad se denomina GitHub, según (Mozilla,2021)

Te permite subir repositorios de código para almacenarlo en el sistema de control de versiones Git. Tú puedes colaborar en proyectos de código, y el sistema es código abierto por defecto, lo que significa que cualquiera en el mundo puede encontrar tu código en GitHub, usarlo, aprender de él, y mejorarlo.

Nuestra aplicación está desarrollada en java con el Framework Spring Boot que contiene una gran variedad de componentes y artefactos reutilizables, también cuenta con Maven, una utilidad que permite de forma automática incorporar todas las librerías necesarias al momento de ejecutar la aplicación, pero para ello debemos tener instalado el servidor web de aplicaciones Tomcat, tener disponible el puerto 8080, que tiene por defecto configurado. Como así también debemos tener localmente una instancia de MySQL 8 para poder recrear las tablas y levantar el servicio en el puerto 1433.

Luego para levantar la aplicación Spring Boot con Maven lo realizamos con el comando:

```
mvn spring-boot:run
```

[opcional] Ejecute la aplicación Spring Boot con el comando

```
Java -jar target/agrotoolapp-0.0.1-SNAPSHOT.jar
```

En el siguiente enlace se puede descargar y acceder al código fuente además de una emulación en formato de video de la demo.

<https://github.com/afcordoba/agrotool/tree/master>

19 Referencias

(Ministro Jesús Silveyra, 2018). Produciendo Granos en un Mundo Cambiante realizado por Jesús Silveyra, Subsecretario de Mercados Agropecuarios. Recuperado de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/Produciendo%20Granos%20en%20un%20Mundo%20Cambiante%20-%20Jes%C3%BA%20Silveyra.pdf

(Manual de Observaciones Fenológicas, 2012) Ministerio de Agricultura Perú, recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>

(UNLP, Ing. Agrónoma Susana Martínez, 2018) Fenología agrícola teoría. Recuperado de

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/52763/mod_resource/content/3/11-2%20-%20Fenologia%20agricola.pdf

Bootstrap. (2021). Bootstrap. Recuperado el 25 de abril de 2021, de <https://getbootstrap.com>

Comunidad Python Argentina. (s.f.). Py Ar. Recuperado el 25 de abril de 2021, de <http://python.org.ar>

Mozilla. (2021). MDN web docs - Mozilla. Recuperado el 01 de mayo de 2021, de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>

MySQL TM. (2021). MySQL TM. Recuperado el 01 de mayo de 2021, de: <https://www.mysql.com/why-mysql/>

(Red Hat, 2021)

Servicios en la nube 'Cloud Computing'. Recuperado el 28 de abril de 2021
<https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-are-cloud-services>

(Red Hat, 2021)

¿Qué es IaaS? Recuperado el 29 de abril de 2021
<https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-iaas>

(Red Hat, 2021)

¿Qué es PaaS? Recuperado el 30 de abril de 2021
<https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-paas>

(Red Hat, 2021)

¿Qué es un SaaS? Recuperado el 30 de abril de 2021

<https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-saas>

(Red Hat, 2021)

El concepto de IDE (Entorno desarrollo de código). Recuperado el 30 de abril de 2021 <https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-ide>

(CPCIPBA, 2021). Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la provincia de Buenos Aires. Recuperado el 15 de junio de 2021, de <http://www.cpciba.org.ar/honorarios>

(Mozilla,2021) Para que se utiliza GitHub, Recuperado 2 de julio 2021 de https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Common_questions/Using_Github_pages

20 Anexos

Documentación

Fenología Agrícola: la periodicidad de los elementos climáticos (temperatura, precipitación, radiación, etc.) trae como consecuencia una periodicidad análoga en la vida orgánica y la ciencia que estudia estas dos periodicidades es llamada, desde hace más de un siglo, "fenología" o "fenomenología" denominación derivada de los vocablos griegos 'phaenomenon' (fenómeno) y 'logos' (conocimiento, estudio) y en consecuencia significa estudio o ciencia de los fenómenos periódicos de los seres vivos relacionados con la marcha anual de los elementos meteorológicos y es considerada como una rama de la ecología.

Los vegetales reaccionan ante los cambios del medio circundante, observándose la aparición o desaparición de órganos (brotes, flores, frutos), que es una respuesta frente a la acción de los elementos climáticos. Esto es evidente cuando se pasa del estudio del macro clima, (clima de extensas regiones), al de microclima, (clima de una pequeña región).

Esta aparición, transformación o desaparición de los órganos de las plantas, en fenología es denominada FASE.

OTRAS APLICACIONES DE LA FENOLOGÍA:

Cuando se cultivan variedades auto estériles, es decir, que no pueden auto fecundarse, se debe recurrir a otras variedades para que actúen de polinizadores, la fenología informa acerca de las fechas de floración de ambas variedades, las que deben coincidir a fin de que el polen pueda polinizar en el momento en que las flores estén receptivas. El conocimiento de las fechas de floración en las distintas especies es también muy importante para el desenvolvimiento de la apicultura. Cuando se encara la explotación es preciso poseer conocimientos fenológicos de la flora melífera para determinar que flores van a estar a disposición de las abejas durante el año, estableciendo las épocas en que faltarán alimentos para las mismas o si por atrasos en la floración de buenas especies del lugar es conveniente dar alimentación invernal suplementaria o sembrar especies precoces de floración temprana.

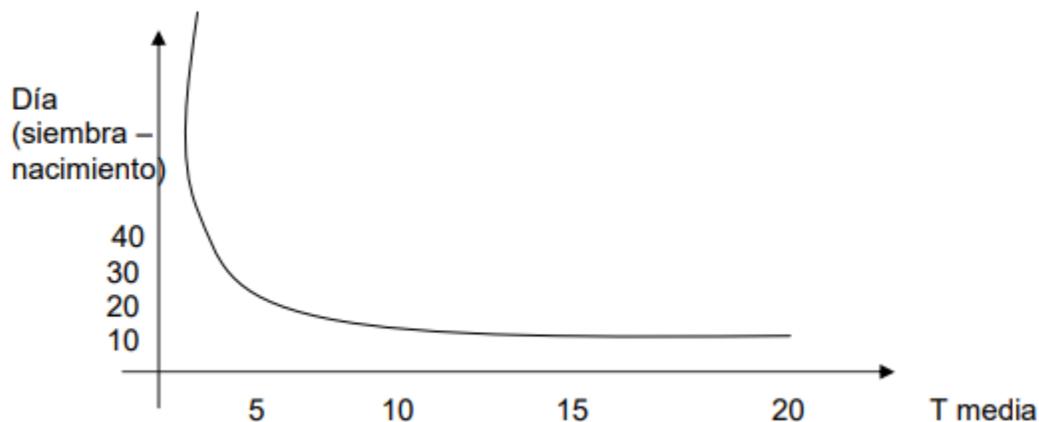
FASES FENOLÓGICAS DE ALGUNOS CULTIVOS AGRÍCOLAS.

Trigo

Las fases que se observan en el trigo son las mismas que se consideran en los demás cereales invernales (cebada, centeno). El ciclo comienza con la siembra; la primera fase posterior es el Nacimiento, es decir, la aparición de la plántula (primeras hojas no verdaderas) sobre la superficie del suelo. Por la dificultad que presenta su apreciación no se toma en cuenta la germinación, fase oculta, ocurrida bajo la superficie del suelo, si bien puede haberse producido sin que las plantas hayan emergido del suelo, por ejemplo, en el caso de siembras profundas.

El nacimiento comienza al cabo de un número de días que varía según la temperatura y la humedad, con una temperatura media de alrededor de 4°C tarda unos 60 días en ocurrir, mientras que con 30°C se produce a los 4 días en siembras hechas a la profundidad normal. En el gráfico siguiente, debido a Geslin (1944) se pone de manifiesto la influencia de la temperatura media en el nacimiento del trigo.

En el gráfico $x \cdot y = k$ (constante), representándose en x las temperaturas medias y en y el número de días que media entre la siembra y el comienzo del nacimiento; el producto de ambos factores es constante. Por lo tanto, la curva es una hipérbola equilátera. Los casos aislados y alejados de la curva corresponden a épocas de sequía ya que cuando la humedad del suelo es insuficiente, a pesar de contarse con temperaturas adecuadas (20°C por ejemplo), el nacimiento se demora.



Macollaje es la segunda fase, es el momento en que las yemas laterales axilares que tienen las hojas se transforman en macollos (brotes axilares que luego alcanzan un desarrollo similar al del resto de la planta). El primer macollo se puede desarrollar a partir de la yema del coleóptilo, aunque no es lo normal, pues el primer macollo efectivo proviene de la yema axilar de la segunda hoja preformada en el embrión. Se ha establecido la conveniencia de anotar la fecha en que se produce en la plántula la aparición de la cuarta hojita, por ser esta bien visible y casi coincidente con el macollaje (si la siembra es demasiado profunda, no llegan a emerger la segunda y tercera hoja, pero sí la cuarta). Con temperaturas medias de 17 a 18°C el macollaje comienza más o menos a los 21 días de producido el nacimiento. Con temperaturas más elevadas no se inicia antes, sino que se produce un alargamiento de las hojas existentes en la planta. La duración de esta fase, es decir, el lapso que va desde que comienza hasta que finaliza, depende de la variedad considerada y de la temperatura; con temperaturas medias de 8°C, la duración es de 55 días, con 12°C 51 días y con 15°C, 24 días, según determinaciones realizadas por Azzi. Cuando las temperaturas son muy bajas, durante el invierno, se detiene el crecimiento, el que continúa en primavera, con temperaturas más favorables. En nuestro país, por más temprano que sea la siembra, no se produce esta interrupción en el trigo, salvo en pocos días con niveles térmicos muy bajos. En cambio, sí se produce en el hemisferio norte. El número de macollos es variable, de acuerdo con la variedad. El mínimo es 1, obteniéndose en condiciones muy adversas. Lo normal es que en las variedades de primavera sea de 3 a 4. En condiciones ideales puede llegar a 5 o 6. En las variedades invernales el mínimo es 5, puede no llegar a 8, 10, 20, 30 y aun 40, en

condiciones muy favorables (en circunstancias excepcionales se han registrado números muy elevados). Esta cantidad depende de la fecha de siembra, o sea, del tiempo que lleva a la planta en el campo; a igualdad de variedad, la planta sembrada antes tiene mayor número de macollos; este es un concepto aplicable a cualquier otra especie, las variedades precoces, es decir, las que permanecen menos tiempo en el suelo, siempre tendrán menor desarrollo, menor productividad.

Encañazón: reviste importancia fundamental ya que marca el límite entre el crecimiento y el desarrollo. En los macollos comienzan a desarrollarse las cañas, que posteriormente en su extremo alojaran a la espiga. Esta fase se determina apreciando la aparición del primordio floral, una espiguilla hialina que se encuentra en la parte superior de la caña, encima del último nudo, siempre que el macollo sea fértil y no está atrofiado. El primordio en ese momento tiene una apariencia semejante a la del esqueleto de un pequeño pescado. Antes de comenzar a alargarse, la caña se encuentra como un telescopio cerrado, separándose luego los nudos por crecimiento intercalar. El primordio floral no es apreciable a simple vista; para notar su presencia hay que cortar a nivel del suelo un macollo y luego con un instrumento cortante se lo abre en dos mitades por su base y se observa si está o no presente; se anota la fecha en que el mismo tiene aproximadamente un milímetro de longitud. La presencia del primordio floral indica que la planta ha satisfecho sus necesidades anteriores inherentes al crecimiento y comenzará a expresar su desarrollo (en el campo se considera encañazón el estado que presenta el trigo cuando se está levantando en primavera hasta entonces el trigo tiene hábitos rastreros). La aparición del primordio floral es variable. En las variedades primaverales, precoces, de pocas exigencias en cuanto a temperaturas y luz, comienza temprano; producido el macollaje, los primeros macollos se alargan y diferencian el primordio floral. Sembrando variedades de distintas exigencias, algunas están ya espigando cuando otras no han diferenciado todavía su primordio floral, pero estas últimas macollan más, manteniéndose las matas de trigo al estado de pasto. Las variedades sembradas tardíamente, si son exigentes en frío, no encañan y se mantienen al estado de pasto, siendo favorables las condiciones de humedad durante el verano, y si la longitud del día no es limitante para dichas variedades, macollan continuamente y recién al segundo año encañan

y producen espigas. Con el sucesivo alargamiento de la caña se va formando la espiga, hasta que esta termina por hacerse visible, lo que determina otra fase.

Espigazón: de importancia económica, puesto que el rendimiento del cultivo dependerá de las condiciones climáticas, de si éstas son o no favorables para esta fase. La espigazón es consecuencia de la acción combinada de la temperatura y la duración del día; si la planta no dispone de temperaturas bajas y luminosidad adecuada para la expresión de la fase, no espiga; puede producirse la encañazón y la diferenciación del primordio floral, pero sin espigazón.

La humedad del suelo no tiene importancia en la aparición de la espiga sino en el rendimiento. Si el trigo ha crecido poco por no tener humedad adecuada, pero dispone de condiciones favorables de luz y temperatura, espigara cualquiera sea su altura; menciona Pascale que en Guatraché en 1947, año muy seco, se produjo la espigazón en plantas que solo habían alcanzado 20 a 25 cm de altura, si bien las espigas eran pequeñas y tenían pocos granos. Debe observarse el comienzo, la plenitud y el fin de la fase; en el comienzo las espigas se desenvainan de la última hoja que las envuelve y emergen sobre las plantas. Luego de producida la espigazón casi simultánea o a los pocos días como máxima a la semana, se produce la: Floración: las espiguillas se abren dejando paso a los estambres y anteras; la fecundación se produce con anterioridad a este hecho, por lo que es una fase oculta que no se toma en consideración. Si la espigazón se presenta con poca energía, la floración se produce de 4 a 5 días desde el comienzo hasta el fin, en forma casi simultánea se verifica la salida de las anteras, lo que considera como floración. En esta fase se anotan las fechas de comienzo y fin. A partir de este momento empieza a aumentar de peso y volumen el grano hasta llegar a la: Maduración: comienzo de su desarrollo el grano es muy blando y contiene mucha agua en proporción variable respecto de la masa seca, constituyendo una masa líquida de coloración verdosa que habrá llegado a la llamada Maduración Lechosa, subfase que se determina cuando apretando los granos hasta romperlos se libera dicho líquido blancuzco y se anota la fecha en que comienza. Esta subfase coincide con el comienzo del cambio de color de la planta (amarillo) dato muy importante pues desde ese momento la planta no necesita más agua y, por el contrario, más aumento en cantidad de agua contenida en el suelo

es contraproducente. Más tarde se alcanza la Maduración Cérea, estado en que los granos pueden ser moldeados como si fueran de cera.

Por último, se alcanza la Maduración Córnea, en la cual los granos han perdido agua alcanzando su dureza máxima y pueden partirse con las uñas; también se aprecia el comienzo de esta subfase, luego de un breve período de sazónamiento se llega a la cosecha, fase con la que se cierra el ciclo.

La fase de la maduración es muy importante. Cualquier condición climática adversa sobre el trigo en este estado, determina una disminución en el rendimiento proporcional al daño causado. Lo mismo ocurre en el caso de ataques llevados a cabo por parásitos tanto de origen animal como vegetal. Vientos fuertes acompañados por temperaturas del aire de 28 – 30 °C producen el vaneo de los granos, desecación rápida de los tejidos, causando daños variables según el estado de maduración, si el viento cálido y fuerte se produce en el momento de la maduración verde o lechosa, fácilmente se llega a una pérdida total de la cosecha; si ocurre en el momento que se encuentra en la maduración cérea, aumenta la velocidad de maduración, disminuyendo el peso hectolítico, pero se salva parte del grano. En el momento de la maduración córnea o dura, prácticamente no causa daño.

En resumen, las fases a observar en los cereales invernales son las siguientes:

1. Siembra
2. Nacimiento
3. Macollaje
4. Encañazón (comienzo)
5. Espigazón (comienzo, plenitud, fin)
6. Floración (comienzo, fin)
7. Maduración (comienzo de maduración lechosa cérea y córnea)
8. Cosecha

Los subperíodos respectivos son:

- (a) Siembra – macollaje
- (b) Macollaje-encañamiento
- (c) Encañamiento – espigazón

