

***Universidad Nacional del Nordeste***  
***Facultad de Ciencias Agrarias***

Trabajo Final de Graduación Modalidad Pasantía

“Estimación del rendimiento del cultivo de soja asociado a la  
distribución espacial”

Alumna: López Velázquez Stephanie Alejandra

Asesor: Ing. Agr. Raimondo Mariano Raúl

**~2023~**

## **ÍNDICE**

Introducción.....	3-4
Objetivos .....	4
Lugar de trabajo.....	5
-Caracterización climática.....	5-6
-Descripción del sitio.....	6-7
Desarrollo de actividades a campo .....	7-8
Siembra.....	9-11
Seguimiento fenológico del cultivo.....	11-14
Instalación y evaluación de riego.....	14-16
Protección de los cultivos:	
-Identificación y control de malezas.....	16-17
-Reconocimiento y control de plagas insectiles.....	17-23
-Identificación enfermedades.....	24-25
Cosecha, conteo de vainas y granos.....	26-27
Resultados	
-Ambiente explorado.....	27-28
-Desarrollo del cultivo y momento de ocurrencia de los periodos críticos.....	29
-Rendimiento y componentes numéricos.....	29-34
Conclusiones.....	34
Bibliografía y páginas webs consultadas.....	35

## **INTRODUCCIÓN**

La soja es nativa del norte y centro de China, su nombre científico es *Glycine max* (L.), pertenece a la familia Fabáceas (Leguminosas) y subfamilia Papilionoideas.

En América fue introducida primeramente en Estados Unidos, alrededor de 1765, sin embargo, su expansión inicio años más tarde, a partir de 1840. En Brasil fue introducida en 1882, pero su difusión se produjo a principios del siglo XX.

En Argentina, las primeras siembras de este cultivo se hicieron en 1862. En la década del 70 es cuando el cultivo comienza a experimentar un incremento en la superficie sembrada, hasta alcanzar en la actualidad un papel fundamental en la economía argentina. Hoy en día, el país ocupa el cuarto lugar en el mundo como productor de granos de soja, el primer lugar como exportador de aceite de soja, y el segundo en harina de soja. Como consecuencia, la soja y sus derivados, son el producto de exportación de mayor incidencia en el PBI agropecuario del país y la cadena productiva de mayor generación de divisas.

La demanda de alimento y aceites vegetales ira aumentando en las próximas décadas conforme al aumento de la población a nivel mundial. En este contexto la soja juega un rol central y el aumento en la producción estará ligado a las posibilidades de incrementar el área sembrada o de intensificar la producción de granos por unidad de superficie.

Siendo el rendimiento un carácter de alta complejidad, gobernado por un gran número de genes, su expresión es significativamente resultante de la interacción genotipo por ambiente.

Los componentes numéricos del rendimiento de la soja son:

- a) Número de plantas por hectárea.
- b) Número de nudos por planta
- c) Numero de vainas por nudo.
- d) Numero de granos por vaina.
- e) Peso de los granos.

La adecuada elección y manejo de cultivares para un sitio determinado implica contar con el conocimiento previo de las condiciones ambientales de ese sitio, de las características de los cultivares disponibles y del efecto de las prácticas de manejo sobre el cultivo.

La elección de la fecha de siembra es una decisión central en el manejo del cultivo de soja porque determina el momento en que ocurrirán los periodos críticos del cultivo, y por lo tanto, en gran medida el rendimiento.

Las condiciones climáticas, fundamentalmente temperaturas y precipitaciones, son los factores determinante y limitante (Van Ittersum), respectivamente, de la respuesta de los cultivos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos generales:**

- Conocer la fenología, su manejo agronómico y su comportamiento.
- Adquirir habilidades en la toma de datos y relevamientos agronómicos.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar un arreglo espacial conveniente de modo tal que el cultivo evaluado logre una óptima cobertura del suelo, maximizando la eficiencia en el uso de los recursos.
- Comparar rendimientos de acuerdo a la distribución espacial, teniendo en cuenta la presencia o no de cobertura de trigo

## **LUGAR DE TRABAJO**

Las actividades fueron desarrolladas en el Campo Didáctico y Experimental (CDEA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, ubicado en ruta nacional N° 12 km 1031 (Figura 1), cuenta con una superficie de 17 hectáreas destinada a la producción y experimentación de diversos cultivos.



*Figura 1: Ubicación del predio del Campo Didáctico Experimental de la FCA-UNNE*

## **CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA**

El clima en Corrientes es subtropical, cálido en verano, pero con probabilidad de heladas en invierno (figura 2). Tiene características de clima húmedo, con frecuentes excesos hídricos en otoño y primavera, y moderados y eventuales déficit, principalmente en verano. La temperatura media anual es de 20,5 ° C. Los inviernos son templados-fríos, entre los 7 y 20 °C, aunque puede haber temperaturas de hasta -4°C. Las precipitaciones se distribuyen en forma irregular en todo el territorio: varía entre los 1.000 mm anuales hasta los 1.500, en el gradiente oeste-este, respectivamente. El régimen hídrico es údico:

en la mayoría de los años no se seca por más de 90 días consecutivos (Van Wambeke y Scoppa, 1976 citado por Escobar et al., 1996).

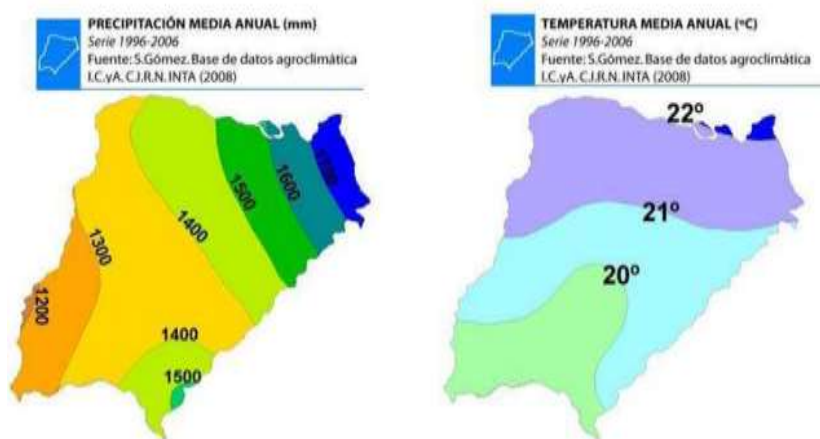


Figura 2: Precipitaciones y temperaturas de la Provincia de Corrientes.

Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

## DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El suelo es de textura gruesa, clasificado como Udipsament argílico, serie Ensenada Grande. Según el análisis de suelo brindado por el Instituto Agrotécnico "Pedro M. Fuentes Godo" a partir de una muestra de suelo que se extrajo del sitio, se obtuvieron los siguientes valores:

MN°	pH	Conduct.	C.O.T.	N.T.	P	K	Ca	Mg	Na	Observ.
	act.	dS.m <sup>-1</sup>	%		ppm		cmolc.Kg <sup>-1</sup>			
5216	6,3	0,29	0,70	0,07	64,4	0,48	NI	NI	NI	Lote 1 CDE FCA UNNE – 0-5
5217	5,8	0,05	0,31	0,04	55,5	0,29	NI	NI	NI	Lote 1 CDE FCA UNNE – 5-20
5218	6,2	0,31	0,70	0,07	45,0	0,50	NI	NI	NI	Lote 2 CDE FCA UNNE – 0-5
5219	5,7	0,07	0,27	0,04	47,2	0,33	NI	NI	NI	Lote 2 CDE FCA UNNE – 5-20

Figura 3: Resultados finales de la muestra de suelo

Teniendo presente el cuadro de la figura 3, podemos ver que el pH es leve/moderadamente ácido, lo cual es representativo teniendo en cuenta que el lote en cuestión es un udipsament es decir hay una predominancia de la textura arenosa. Por otro lado, los porcentajes de carbono orgánico son muy bajos tanto a la profundidad de 0 a 5 cm como en la de 5 a 20 cm. Por otro lado, la CE en los primeros 5 cm tiene una denominación de ligeramente salino mientras que a más profundidad no es salino en lo absoluto.

En lo que respecta a los valores de N P K, el nitrógeno es muy bajo lo que justificaría la aplicación de un fertilizante nitrogenado, el fosforo es muy alto a causa de que en los años anteriores en ese lote se fertilizo sucesivamente de manera tal de que los valores son altos por una acumulación de dicho nutriente. Y en cuanto al potasio los valores son bajos.

### **DESARROLLO DE LA ACTIVIDADES**

El lote en cuestión contaba con una dimensión de 381,6 m<sup>2</sup>, donde cada parcela tenía 80,6 m<sup>2</sup>. Anteriormente había sido empleado para un ensayo de trigo, por lo cual se utilizó al rastrojo de este cultivo como primer factor de estudio en este ensayo (con y sin rastrojo). Para ello se dividió el lote en dos, obteniendo dos parcelas, una con rastrojo y la otra sin. Previo a la siembra se realizó una pasada de desmalezadora para homogeneizar la cobertura. Además, se realizó una aplicación de glifosato granulado en una dosis de 2 kg/ha (figura 4).



*Figura 4: foto del lote tomada previa a la siembra*

Los tratamientos aplicados fueron:

- Tratamiento 1: distribución de plantas en la línea de siembra cada 10 cm (10 plantas por metro lineal de surco)
- Tratamiento 2: distribución de plantas en la línea de siembra cada 10 y 15cm intercalados (10 plantas por metro lineal de surco)
- Tratamiento 3: distribución de plantas en la línea de siembra cada 10 y 20cm intercalados (10 plantas por metro lineal de surco)



Se realizaron 4 repeticiones por lineo al azar (Figura 5). La densidad se mantuvo constante entre los tratamientos, lo que varió fue la distribución de las plantas en cada metro lineal. Teniendo en cuenta que la densidad “ideal” está en función principalmente de la oferta ambiental, fecha de siembra y a su vez de cuestiones genotípicas como el grupo de madurez, la elección de la densidad en este ensayo fue la estándar es decir 10 plantas por metro lineal con una separación de surcos de 0,52 mt, lo que resulta de unos 19230 mt lineales ( $100\text{mt}/0,52\text{mt}=192.30\text{mt lineales} \times 100$ ) equivalentes a una hectárea es decir  $10000\text{ m}^2$ , teniendo así una cantidad de 192307,69 plantas por hectárea pero asumiendo un poder germinativo de 80-90% se le suma un porcentaje de aproximadamente 15% (47692 semillas), quedando una densidad final de aproximadamente 240000 plantas por hectárea. Esto sería en condiciones apropiadas para el cultivo, pero se juega poniendo más o menos plantas en función de los factores mencionados anteriormente, no obstante, lo recomendado por Nidera para esa variedad en particular es una densidad final de 25-30 plantas por  $\text{m}^2$ .

La siembra se realizó de forma manual, para no alterar los tratamientos propuestos y tener mayor exactitud.

Al momento de sembrar se midió de forma estimativa la humedad del suelo a través de un barreno encontrándose óptima para la siembra. Los líneas externos o borduras fueron descartados a la hora de hacer las evaluaciones, para evitar efectos de bordura tales como la mayor vigorosidad por menor competencia entre plantas.

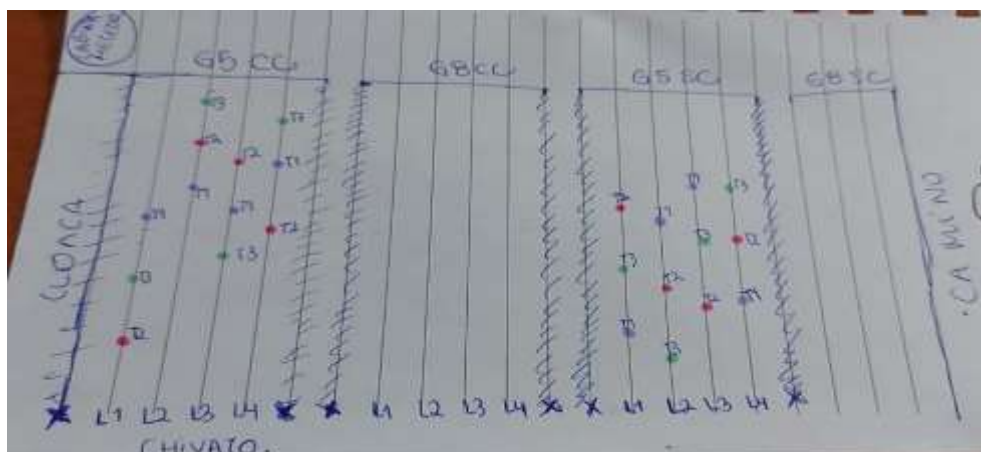


Figura 5: foto del croquis de la distribución de los tratamientos en cada parcela realizado previo a la siembra



### **SIEMBRA:**

Lo que se hizo previamente a la siembra fue la marcación de los líneas mediante la sembradora (figura 6) luego se procedió a realizar la siembra manualmente la cual se ejecutó el 19 de octubre de 2021, es decir que se hizo tardíamente respecto a las fechas optimas correspondientes a lo que consideramos sojas de primavera, ejecutándola con semillas del grupo de madurez 5. Recordando que, sin estrés hídrico ni nutricional, los factores que influyen en el desarrollo del cultivo de soja, son la temperatura y el fotoperíodo. Desde el centro del país hacia el norte es mayor la influencia de la temperatura, y del centro hacia el sur es mayor la del fotoperíodo. Es decir, hacia el sur los genotipos sembrados son de GM menores, dado que son GM con “menor sensibilidad” al fotoperíodo, y a medida que nos desplazamos hacia el norte, es mayor el efecto de la temperatura, lo que motivaría a utilizar variedades de GM mayores de mayor ciclo para “contrarrestar” dicho efecto sobre el desarrollo, además recordemos de que cuanto más alto el GM son más “sensibles” al fotoperíodo (Ing. Agr. (Esp) Rubén Toledo. Cereales y Oleaginosas, FCA, UNC)

Un punto importante a la hora de sembrar (que es transversal a todos los cultivos que se reproducen por semilla) es que las semillas utilizadas eran semillas certificadas y curadas con curasemilla (figura 7) lo que nos aseguró un espectro de protección hacia hongos que podrían haber intercedido y dificultado la viabilidad de la futura plántula, a su vez también nos aseguramos de tener un mínimo de 80% de poder germinativo y un 98,5% de pureza física y botánica. las semillas en cuestión eran de variedad Nidera A 5009 RG que vino en una bolsa de 40 kgs (figura 8). Esta variedad se caracteriza por ser una de las más utilizadas en la región núcleo y del litoral por su excelente adaptabilidad a distintos ambientes y planteos productivos y también por ser resistente al glifosato como así mediana tolerancia a *Phytophthora* y susceptible a mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) (figura 9)



Figura 6: sembradora usada para marcar los surcos



Figura 7: semillas curadas



Figura 8: bolsa de la variedad utilizada

Sanidad y agronómicos		
Phytophthora	MOR	Vuelco
<div> <input checked="" type="checkbox"/> Resistente           <input checked="" type="checkbox"/> Tolerante           <input checked="" type="checkbox"/> Moderadamente tolerante           <input type="checkbox"/> Intermedio           <input type="checkbox"/> Moderadamente susceptible           <input type="checkbox"/> Susceptible         </div>		
Descriptores		
BIOTECNOLOGÍA		
RESISTENTE AL GLIFOSATO		
GRUPO DE MADUREZ		
V CORTO		
DESCRPTORES		
PMS(g)	200 <sup>(1)</sup> -190 <sup>(2)</sup>	

Figura 9: ficha informativa de la variedad usada

El 22/10 las semillas se encontraban germinadas (figura 10) y 4 días después (26/10) emergidas, posteriormente a esto se realizó el raleo para obtener 10 plantas por metro lineal en cada uno de los tratamientos (figura 11) de forma manual (figura 12), esta labor fue realizada el 30 de octubre de 2021.



*Figura 10: semilla germinada*



*Figura 11: metro lineal con 10 plantas por mt lineal*



*Figura 12: foto tomada en el momento del raleo*

### **SEGUIMIENTO FENOLÓGICO:**

Una vez hecho el raleo y establecido los tratamientos se comenzó con el registro fenológico, para lo cual se contemplaron visual y comparativamente con las etapas de desarrollo del cultivo establecidas por la bibliografía.

Es importante establecer parámetros uniformes para las diferentes etapas de desarrollo de las plantas cultivadas. Esto permite una mejor comunicación entre los investigadores y la comunidad agrícola en general (Boote, 1982) La escala usada actualmente fue publicada originalmente en 1971 (Fehr et al., 1971). Señala el progreso de la fenología en una planta, el cual estará indicado por el promedio de los datos de por lo menos el 50%. Básicamente describe estadios V (vegetativos) y R (reproductivos).

Etapas vegetativa:

- VE: Emergencia: cotiledón sobre superficie
- VC: Cotiledón: Cotiledón desplegado
- V1: 1er nudo: Hoja unifoliada expandida (opuesta)
- V2: 2do nudo: Hoja trifoliada expandida (helicoidal)
- V3: 3er nudo: 3 nudos sobre tallo hoja expandida
- VN: N número de nudo: n número de nudos sobre tallo

Etapas reproductiva (impares inicios del proceso, y los pares pleno proceso):

- R1: comienzo de floración (flor abierta en cualquier nudo de tallo)
- R2: Plena floración (flor abierta en uno de los 2 nudos superiores con hoja abierta)
- R3: comienzo fructificación (vainas de menos 5 mm de largo en los últimos 4 nudos superiores del tallo)
- R4: Plena fructificación (vainas de 2 cm de largo en los 4 últimos nudos del tallo)
- R5: Comienzo de llenado de granos (semilla de 3 mm de largo en los últimos 4 nudos superiores del tallo)
- R6: Tamaño máximo de semilla (vainas con semillas verdes que llenan los 4 nudos superiores)
- R7: Comienzo de maduración (vainas con color típico de maduración) R8: Plena Madurez (95% vainas maduras)

Lo que registramos además de las etapas fenológicas era el número de nudos contando uno a uno de forma manual de abajo hacia arriba y la altura de la planta mediante una cinta métrica (figura 13).



*Figura 13: foto tomando las mediciones de altura*

Hasta este punto si bien hay ciertas prácticas que ya las teníamos incorporadas, está en particular fue una de las primeras actividades netamente del cultivo en sí. Comenzamos las mediciones a partir de la primera hoja verdadera, teniendo en cuenta que teóricamente cada 5 días se despliega una hoja trifoliada a medida que íbamos registrando los estados fenológicos observamos que las hojas trifoliadas aparecían en un promedio de 3 a 4 días, debido a que las temperaturas altas aceleran los procesos fisiológicos y por ende el crecimiento y cada uno de los estados de desarrollo del cultivo. En cuanto al otro objetivo a estudiar, se observó que en ambos casos tanto la altura como el número de nudos fue en aumento a medida que pasaba el tiempo, pero comparativamente en ambas parcelas analizadas no hubo diferencias a simple vista, sin embargo, en la parte del lote que tenía rastrojo de trigo se ve en el gráfico de la figura (15) que las plantas fueron en promedio un poco más altas con respecto a las que no (figura 14), ya que el rastrojo de trigo tiene propiedades beneficiosas como cubrir el suelo reduciendo la evaporación excesiva lo que

fue importante para preservar la humedad teniendo en cuenta las condiciones de extrema sequía dadas durante el ciclo productivo. Por otro lado, algo que se observó y confirmó es su capacidad de controlar malezas con su cobertura, esto reduce la competencia por los nutrientes y luz lo que favorece el crecimiento del cultivo, de todas formas, las malezas que emergían eran controladas con azadas y de forma manual.

En general, el uso adecuado del rastrojo de trigo puede ser una estrategia beneficiosa dentro de un sistema de siembra directa para el cultivo de soja, ayudando a mejorar la sostenibilidad y productividad del agroecosistema, sin embargo, es importante mencionar que la cantidad y calidad del rastrojo de trigo pueden variar según la práctica de manejo de cultivos y las condiciones climáticas lo que de alguna manera justificaría la poca diferencia que hubo entre ambas parcelas experimentales (con y sin cobertura).

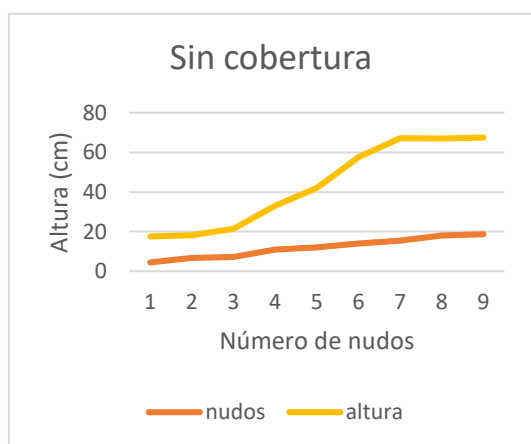


Figura 14: gráfico de altura y número de nudos de ensayo sin cobertura de trigo

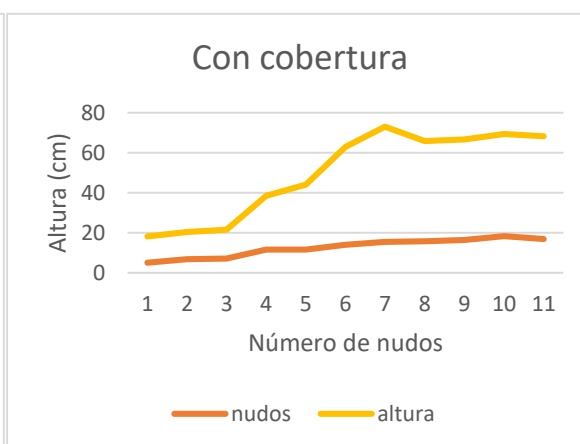


Figura 15: gráfico de altura y número de nudos del ensayo con cobertura de trigo

## **INSTALACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIEGO**

El sistema utilizado en soja generalmente es en secano, es decir que los aportes de agua al cultivo provienen exclusivamente de las precipitaciones y la acumulada en el suelo al inicio de la siembra.



No obstante, debido a las condiciones de extrema sequía dadas ese año en particular se hizo un sistema de riego complementario por inundación (Figura 16 y 17). Para un aprovechamiento más eficiente del equipo y para un registro más oportuno de la cantidad de agua aplicada al cultivo para eso fue necesario hacer una serie de determinaciones numéricas:

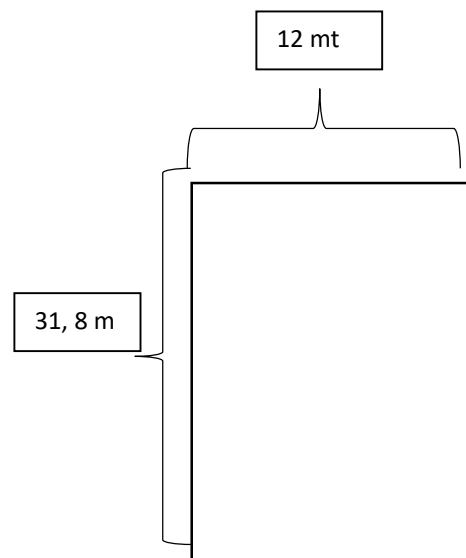
1. Medición de mm de agua por surco:

a) Tiempo en llegar el agua al final del surco:

- 1) 15 min
- 2) 15 min
- 3) 15 min
- 4) 16 min
- 5) 14 min
- 6) 22 min
- 7) 16 min
- 8) 16 min
- 9) 17 min
- 10) 16 min
- 11) 18 min

Promedio:  $180 \text{ min} / 11 = \mathbf{16,7 \text{ min/surco}}$

Tiempo en llenar un balde de 30 lts = **2,02 min**



2,02 min ----- 30 lts

16,3 min ----- **X = 242,07 lts/surco**

$31,8 \times 12 = \mathbf{381,6 \text{ m}^2}$

242,07 L -----  $381,6 \text{ m}^2$

**15768,5 L = X** -----  $10000 \text{ m}^2$

1 mm ----- 1000L/He

**1,58 mm/ha = X** ----- 15766,5L/He





Figura 16: momento en el que se instaló el sistema de riego



Figura 17: sistema de riego en funcionamiento

El agua aportada por el sistema de riego instalado no fue suficiente para suplir la demanda atmosférica y los efectos de las altas temperaturas que fueron acompañadas por las bajas precipitaciones dadas en ese periodo de sequía, ya que el cultivo de soja requiere en el periodo crítico 8 mm y a través del riego se aportó tan solo 1,58 mm/ha por lo que las plantas fueron fuertemente afectadas por la combinación del estrés dado por las temperaturas altas y las bajas precipitaciones. El periodo crítico comenzó desde el 26 de enero (R4) hasta el 8 de febrero (R6) aproximadamente, es decir 14 días. Teniendo en cuenta que durante ese periodo requirió 104 mm y se aplicó mediante el riego 20,54 mm se presumió que esa falta de agua iba a impactar en el rendimiento final de forma negativa.

Es decir que lo aportado en términos hídricos fue suficiente solo para salvar el ensayo, pero no así para tener los rendimientos estimados.

## **MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES:**

### **MALEZAS**

La incidencia nociva de las plantas indeseables, también conocidas como malezas, es uno de los mayores obstáculos a la producción. Su incidencia puede manifestarse de diferentes maneras como ser:

1. Su fuerte competencia con los cultivos por los nutrientes, el agua y la luz.
2. La liberación de sustancias a través de sus raíces y sus hojas que resultan ser tóxicas a los cultivos.

3. La creación de un hábitat favorable para la proliferación de otras plagas (al servir de hospederas de éstas)

Por estas razones es fundamental conocer las malezas existentes, el hábito de crecimiento, poder identificarlas y de esa manera realizar un manejo acorde a cada situación particular. En el campo experimental, en los lotes utilizados, fueron identificadas las siguientes malezas:

- Cenchrus sp* (cadillo)
- Conyza bonariensis* (Rama negra)
- Cynodon dactylon* (Gramilla)
- Sorghum halepense* (Pasto ruso)
- Stenotaphrum secundatum* (Pasto colchón)
- Borreria sp*
- *Cyperus rotundus* (Cebollin)

El control de las mismas fue de dos maneras, en un principio, previamente a la siembra se aplicó 2 kg glifosato granulado y luego para mantener limpio el entrelineo se hizo un control de forma manual y con el uso de azadas con el objetivo de detener el crecimiento de las mismas, pero a su vez, dejar el suelo cubierto con vegetación. La decisión de hacer un control manual durante el desarrollo del cultivo fue considerando las condiciones de sequía, ya que bajo esas condiciones la efectividad de los herbicidas disminuye y hacerlo iba a ser negativo desde el punto de vista económico.

**PLAGAS INSECTILES:**

En el sentido más amplio posible, es cualquier agente biótico que interfiere de forma perjudicial, en el normal desarrollo de la actividad agrícola, especialmente en un sentido económico. Tanto los insectos benéficos como los insectos “plaga” forman parte de todo

ecosistema natural y también están presentes en los sistemas manejados por el hombre. Las plagas de la figura 18 son generalmente plagas claves como por ejemplo las orugas o complejo de chinches.

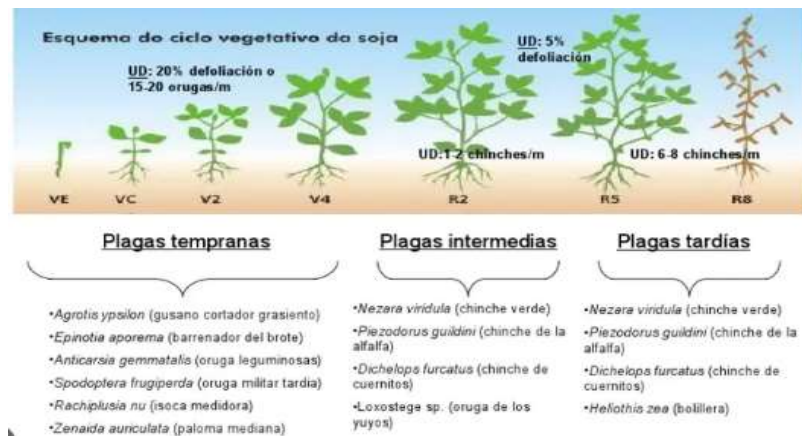


Figura 18: Plagas en distintos estadios del cultivo de soja

Sin embargo, dadas las condiciones ambientales de extrema sequía, mediante el monitoreo periódico y la observación visual pudieron ser identificados principalmente los siguientes insectos:

- Arañuela roja, (figura 19), algunos ejemplares de cochinillas, trips y chinches.

Si bien hay distintos métodos para lograr identificar los diferentes insectos que pueden afectar a un cultivo tales como el método del paño o el uso de trampas o red de arrastre, y a mayores escalas el uso de monitoreo por satélite, en nuestro caso particular nos basamos en un muestreo a campo en donde el enfoque implicó inspeccionar visualmente (con el uso de una lupa de ser necesario) el cultivo en busca de signos de plagas, como daños en las hojas o presencia de insectos haciendo recorridos periódicos para detectar problemas tempranamente, de modo tal que se visualizó atentamente cada vez que hacíamos los registros fenológicos es decir cada 5-7 días. Al ser superficie pequeña la del ensayo se decidió analizar todos los tratamientos en cada uno de los líneas.

En cuanto a la plaga que más generó problemas fue la arañuela roja (*Tetranychus urticae*), de la cual subestimamos su capacidad de incrementar su población en poco tiempo cuando las condiciones predisponentes se dan para que esto suceda, visualizamos la plaga y

rápidamente el cultivo se vio con una gran presencia de esta plaga lo que nos generó un gran problema a la hora de gestionar el control químico ya que nos obligó a tomar decisiones de forma rápida y acertada. Se considero la utilización de una posible escala brindada por **Aapresid** para determinar el nivel de infección tanto para esta plaga como para trips:

- Nivel 0 – Nulo: No se detecta la plaga en las áreas predisponentes
- Nivel 1 – Incipiente: En las áreas predisponentes se encuentran las plagas en plantas aisladas. Las plantas atacadas presentan pocos individuos por hoja (ej. menos de 4-5). Arañuelas: sólo el 1er o 2do nudo con hojas afectadas y sin formación de tela.
- Nivel 2 – Avanzado: Es común observar manchones con síntomas y presencia de las plagas (incluso fuera de áreas predisponentes). Arañuela: Colonias en varias estaciones de muestreo, ubicadas en el tercio medio, con algo de tela en el tercio inferior (pero no el medio). Se comienzan a ver hojas amarillentas.

Si se esperaba a que el lote tenga un ataque generalizado muy probablemente el estrés fisiológico de la planta de soja, producto de la seca y agravado considerablemente por las arañuelas, no pueda ser revertido por la planta. Al llegar a afectar el tercio medio de la planta, el síntoma de folíolos totalmente «amarronados» es irreversible.

Hasta hoy no se dispone de niveles de daño económico en cultivos de soja, además de ser muy difícil el registro de la cantidad de individuos presentes de esta plaga en cada folíolo (Ing. Agr. Gabriel Guarino y Dr. Ing. Agr. Federico Bert). A pesar de la existencia de la escala anteriormente mencionada, se tuvo en cuenta una manera práctica de manejo como referencia. Teniendo en cuenta que las arañuelas van colonizando las plantas desde abajo hacia arriba, mientras las colonias estén sólo en el tercio inferior no se tenía en cuenta la necesidad de control, pero si comienzan a encontrarse colonias de arañuelas en el tercio medio de la planta, y/o se detecta la formación de tela en sus folíolos, o síntomas iniciales de amarronado en el tercio inferior, será necesario la inmediata adopción de una alternativa eficiente para el control de esta plaga, esto último fue lo sucedió por lo que se adoptó en equipo de forma rápida una medida de control química, primero se hizo la elección del insecticida y luego los

cálculos correspondientes. Una vez hecho esto, se realizó una prueba con la mochila de aplicación cargada de agua ya que no teníamos mucha experiencia en el uso de la misma y para evaluar el tiempo que tardamos en aplicar y la cantidad de ~~líquido~~ líquido a utilizar.

Producto comercial utilizado: Voliam targo (figura 21)

Principio activo: Abamectina + clorantraniprole. Dosis según marbete del producto:  
**70/150 cc/ha**

### **Cálculos de dosis del insecticida:**

Habiendo decidido la aplicación del producto voliam targo a 150 cc/ha se procedio a realizar la dosificación:

Tiempo utilizado para aplicar en un lineo: 1 min y 30 seg

Teníamos 10 líneas con plantas grandes para lo cual se utilizó 500 cm<sup>3</sup> de agua y 9 líneas con plantas chicas para lo cual se utilizaron 300 cm<sup>3</sup> de agua

La superficie que se debió aplicar era de 380 m<sup>2</sup>

Cálculo de dosis a utilizar para dicha superficie:

150 cc-----10000 m<sup>2</sup>

**5,7 cc = X**-----380 m<sup>2</sup>

Se utilizaron 2 jeringas de 3 mm (6 mm) para dosificar el insecticida y una jeringa de 3 mm para el coadyuvante (aceite de soja)

En cuanto a la cantidad de agua total,

Para la totalidad de plantas grandes: 500 cc/lineo x 10= 5 Lt

Para la totalidad de plantas chicas: 300 cc/lineo x 9 = 3 Lt

Es decir 8 Lt, pero 12 Lt ya que decidimos repasar la aplicación o es lo mismo que decir 315 Lt/ha.

380 m<sup>2</sup>            12 Lt

100000 m<sup>2</sup>        **X=315 Lt/ha**



Cabe destacar que la mochila otorgada por la cátedra de cultivos 1 para realizar todo este trabajo tenía una capacidad de 16 Lt, es decir que se cargó un 75% de la totalidad de su capacidad máxima. Teniendo en cuenta las condiciones de extrema sequedad y que la mayoría de los productos disminuyen su efectividad hasta en un 30% consideramos usar la dosis más alta y agregar más agua para hacer una doble pasada y así mejorar el control y de hecho fue así, logramos hacerlo.



*Figura 19: realizando el control químico*



*Figura 21: realizando el control químico*



*Figura 20: realizando el control químico*

También encontramos algunos ejemplares de *Piezodorus guildinii* (figura 21) y *Nezara viridula* (figura 22) y cochinillas.

Los daños de chinches se traducen generalmente en pérdidas de rendimiento por disminución de vainas, del número de granos o del peso de los 1000 granos. Adicionalmente, los daños inciden afectando distintos parámetros de calidad de semilla y calidad industrial; específicamente sobre poder y energía germinativa.

Los resultados obtenidos indican que el NDE de 2 chinches por metro es válido para el estado de formación de granos (R5), y que lógicamente si el ataque se da en estados anteriores todavía más sensibles al daño como son R4 y fundamentalmente R3 (vainas muy pequeñas), la incidencia de ambas chinches en el rinde es mayor, por lo cual la toma de decisión para el control debe realizarse con un menor número de insectos por metro (INTA Pergamino). Considerando esto y la poca población existente en el ensayo posiblemente por las condiciones no favorables para la reproducción de este complejo, no se optó por una medida de control.



Figura 21: Huevos y adulto de la pequeña chinche verde en las hojas de soja (*Piezodorus guildinii*)





Figura 22: Adulto de *Nezara viridula*

En cuanto a cochinillas, las especies que pueden afectar al cultivo de soja son *Coccus viridis*, *Phenacoccus solenopsi* y *Maconellicoccus hirsutus*. No obstante, las cochinillas encontradas fueron las de la especie *Planococcus citri* (Cochinilla harinosa), el umbral de acción para la cochinilla harinosa en la soja puede variar según la región y las condiciones específicas de cultivo, pero fue un insecto que se encontró en un par de plantas por lo que no se consideró una medida de control.

Con respecto a las especies de trips que afectan al cultivo en cuestión en la región del Noreste Argentino (NEA) pueden variar, pero algunas de las más comunes incluyen, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella occidentalis* y *Caliothrips phaseoli*. La especie encontrada fue la primera mencionada, su cuantificación visual se hizo con ayuda de una lupa, en horarios de no tan alta insolación y temperatura, porque los adultos de trips tienden a volarse rápidamente. Se considero alcanzado el umbral de acción cuando se observa al menos un adulto por foliolo (Fernando Flores (INTA Marcos Juárez) y David Piola (Asesor AFA), pero no se llegó al umbral por lo cual se decidió por no utilizar una medida de control ya que no se justificaba desde un punto de vista económico y simplemente se optó por tener en cuenta su presencia al igual que a las cochinillas y chinches encontradas en el ensayo.

## **ENFERMEDADES**

Se define enfermedad como una alteración más o menos grave de la salud. Por lo tanto, es una condición anormal de alteración del metabolismo de una planta. Una enfermedad siempre se manifiesta a través de síntomas: cambios en la apariencia o en el rendimiento (Apuntes de patología vegetal, Marta C. Rivera y Eduardo R. Wright 2020).

Las enfermedades en las plantas ocurren cuando tres factores se dan de forma simultánea como lo son la presencia del patógeno, las condiciones climáticas favorables y el huésped susceptible, en lo que se consideran vértices del triángulo de la enfermedad, sin embargo, después se agrega que esos tres factores tienen que estar juntos durante cierto tiempo para que ocurra la enfermedad por lo que ese triángulo se convierte con ese cuarto factor o vértice (el tiempo) en la pirámide de la enfermedad (La Pirámide de las Enfermedades de las Plantas en los Invernaderos y a Campo Abierto en las Zonas Tropicales, Ing. Fernando Hernández), (Figura 23).



Figura 23: Triangulo de la enfermedad

Considerando esto, fue bastante acertado pensar que podríamos tener ciertas enfermedades como por ejemplo *Macrophomina phaseolina* y plagas insectiles tales como arañuela roja (*Tetranychus urticae*) y trips y efectivamente fue así.

En cuanto a enfermedades que más afectaron al cultivo fue, *Macrophomina* la cual fue de fácil detección ya que se vieron los síntomas y signos característicos. Este hongo forma

microesclerocios pequeños, globosos, de color negro. Estos cuerpos son muy numerosos, otorgándole a los tejidos un color negro-grisáceo (figura 24 y 25). Los esclerocios constituyen el principal medio de supervivencia del hongo (figura 27). Para confirmar llevamos una muestra al laboratorio de fitopatología de la FCA (figura 26), y de forma acertada confirmamos que los síntomas externos visualizados eran causados por este hongo.



Figura 24: tallo con claro síntoma externo de macrophomina



Figura 25: tejidos de color negro-grisáceo a causa del hongo

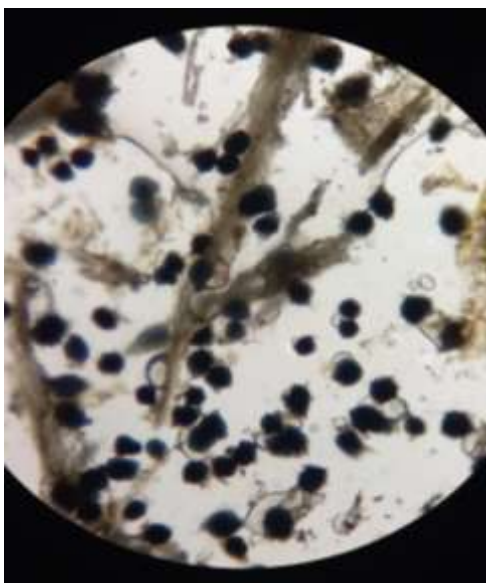


Figura 26: microesclerocios vistos de cerca



Figura 22: equipo en el laboratorio de la cátedra de fitopatología (FCA)

### **COSECHA:**

La cosecha se reprogramó varias veces, debido a que las condiciones ambientales no eran favorables para su realización. Esto provocó que se pierdan semillas en el campo por apertura de chauchas. Esta tarea fue realizada el día 19 de marzo del año 2022 de forma manual (figura 23), en donde se extrajeron 10 plantas por metro lineal, correspondientes a cada tratamiento. Posterior a su extracción, se embolsaron, y etiquetaron para su posterior procesamiento (figura 24).



*Figura 23: cosecha manual*



*Figura 24: plantas cosechadas y clasificadas por tratamientos*

### **CONTEO DE VAINAS Y GRANOS**

Luego de la cosecha, se realizó el conteo total de vainas por planta y el desvainado de cada una de las plantas (figura 25). Cada vaina fue clasificada según el número efectivo de granos que contenían en su interior (figura 26), es decir vainas de 1 grano, vainas de 2 granos y vainas de 3 granos. La trilla se realizó de forma manual (figura 27), permitiendo separar granos de vainas. Posteriormente, se procedió a contar manualmente el número de granos, y por medio de una balanza de precisión, facilitada por la catedra de cultivos 1, se determinó el peso total de granos (figura 28). Los datos se procesaron en Excel.





*Figura 25: desvainado manual*



*Figura 26: clasificación de vainas de 1,2 y 3 granos*



*Figura 27: desgrane y conteo del número de granos*



*Figura 28: medición del peso de los granos de cada tratamiento con balanza de precisión*

## **RESULTADOS**

### **AMBIENTE EXPLORADO**

La campaña 21-22 se caracterizó por presentar numerosos días con temperaturas elevadas y un marcado déficit de precipitaciones. Usando los datos de la estación meteorológica del campo experimental, se confeccionó el grafico de la figura 29.

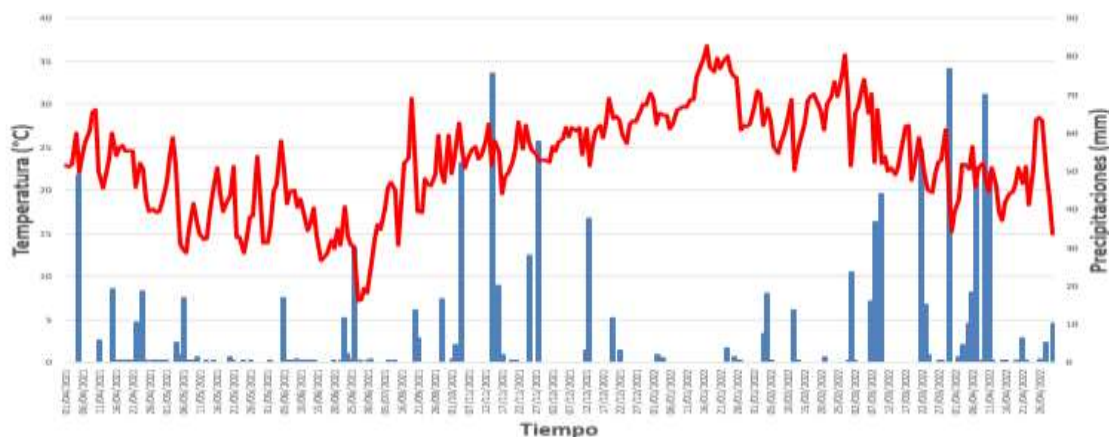


Figura 29: Gráfico realizado con datos de la estación meteorológica del CDEA

Por el lado de las precipitaciones durante los meses de diciembre, enero y febrero estuvieron por debajo del promedio histórico, si bien las precipitaciones en el mes de noviembre estuvieron por encima del promedio no fueron suficientes ya que ese superávit en mm no se sostuvo en los meses posteriores. Por otro lado, en el mes de marzo las precipitaciones también estuvieron por encima del promedio histórico, pero esto no fue positivo ya que impidió la cosecha a tiempo y esto hizo que esta tarea fuera reprogramada sucesivamente y como así también las tareas asociadas a la post cosecha.

Mes	Precipitaciones (mm)	Promedio histórico (mm)	Diferencia
Noviembre	240,4	153,8	86,6
Diciembre	55	184,8	-129,8
Enero	10	172,9	-162,9
Febrero	41,2	179,5	-138,3
Marzo	270,4	152,2	118,2

Por el lado de la temperatura media, en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo los valores estuvieron +1,9°C, +3°C, +4,5°C, +1,5°C y +0,5°C por encima del promedio histórico.

Mes	Temperatura (°C)	Promedio histórico (°C)	Diferencia
Noviembre	24,4	22,5	1,9
Diciembre	27	24	3
Enero	31	26,5	4,5
Febrero	29	27,5	1,5
Marzo	27,5	27	0,5

### **DESARROLLO DEL CULTIVO Y MOMENTO DE OCURRENCIA DE LOS PERIODOS CRÍTICOS**

El desarrollo del cultivo se vio afectado por las condiciones ambientales. La emergencia ocurrió el 22 de octubre. Se alcanzó el estadio de V6 a finales del mes de octubre, coincidiendo con el cierre del entresurco. Por lo tanto, en diciembre ocurrió el inicio de la floración (R1), entrando en el periodo crítico (R3) hacia fines de diciembre. A finales de la segunda quincena del mes de enero comenzó el llenado de los granos (R5) llegando a madurez fisiológica en la segunda quincena del mes de febrero (R7).

Dicho esto, se evidencio cómo el cultivo expuso su periodo crítico (entre los meses de enero y febrero) a la mayor temperatura y la menor precipitación, afectando el rendimiento y la producción de granos. La parcela que tuvo cobertura logró una mejor producción, en comparación con la parcela sin cobertura, no obstante, los resultados finales en ambos casos fueron notoriamente más bajos a la media de la región a causa de las rigurosas condiciones ambientales que se dieron.

### **RENDIMIENTO Y COMPONENTES NUMÉRICOS, NÚMERO DE VAINAS, NÚMERO DE GRANOS Y PESO DEL GRANO**

En el gráfico de la figura 30 se observó que la parcela con cobertura se observó que el tratamiento uno el cual tenía las plantas correctamente distribuidas en el metro lineal como indica la bibliografía (10 plantas en el metro lineal distanciadas a 10 cm cada una) tenía mayor número vainas con respecto a los otros 2 tratamientos, a su vez tanto las vainas de 1, 2 y 3 granos también fueron mayores.



### NÚMERO DE VAINAS:

#### Con cobertura:

#### Sin cobertura:

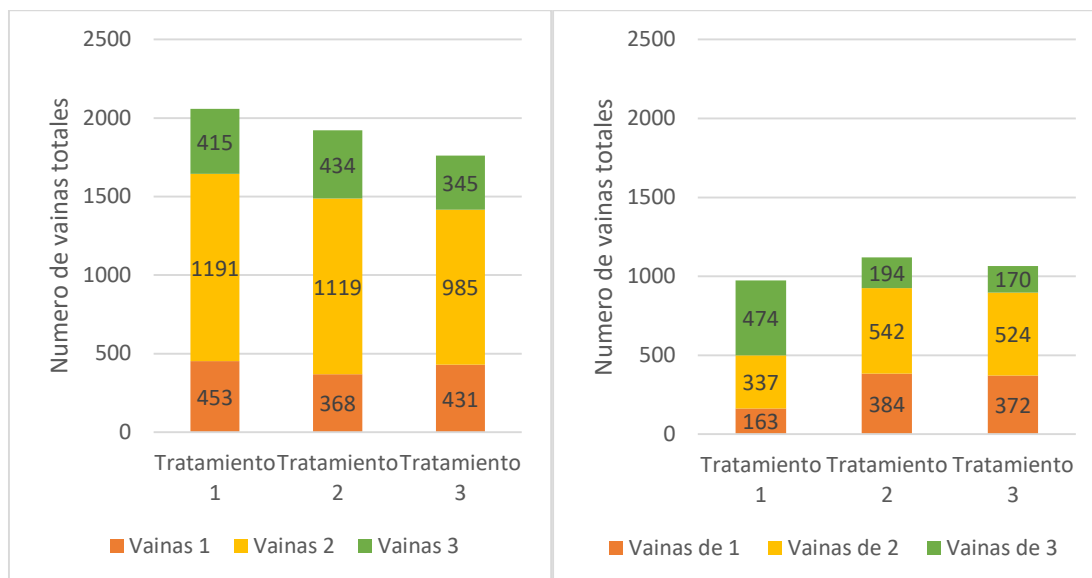


Figura 30: Gráfico comparativo del número de vainas en ambas parcelas demostrativas

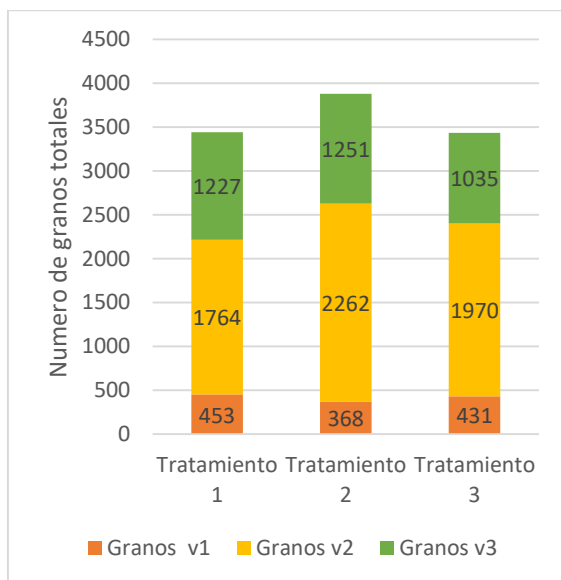
En cuanto al número de granos se observó que fue mayor en el tratamiento 2 atribuido al mayor número de vainas de 3 y analizando el peso de los respectivos granos no se notaron diferencias significativas, no obstante, el tratamiento 1 tuvo mayor peso, atribuido al mayor peso de las vainas de 2 granos.

Ahora bien, si se analizan los gráficos de la parte del lote que no tiene cobertura, el número de vainas fue mayor en el tratamiento 2 principalmente por el mayor número de vainas de dos granos.

En cuanto al número de granos (figura 31), el tratamiento 1 tuvo diferencias bastantes notorias posiblemente por el mayor número de vainas con tres granos.

### NÚMERO DE GRANOS:

#### Con cobertura:



#### Sin cobertura:

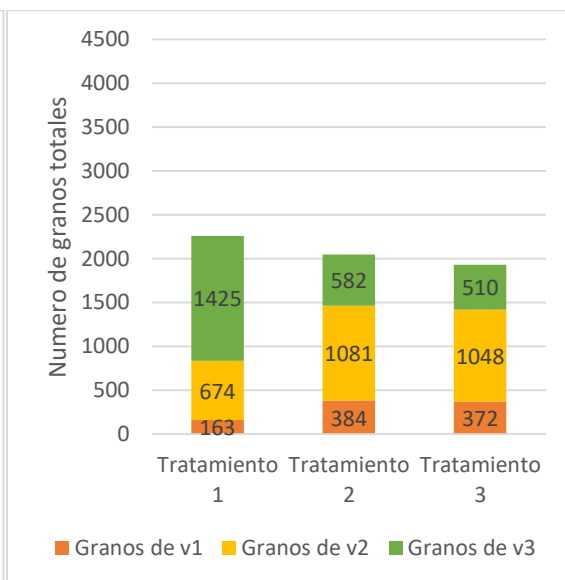
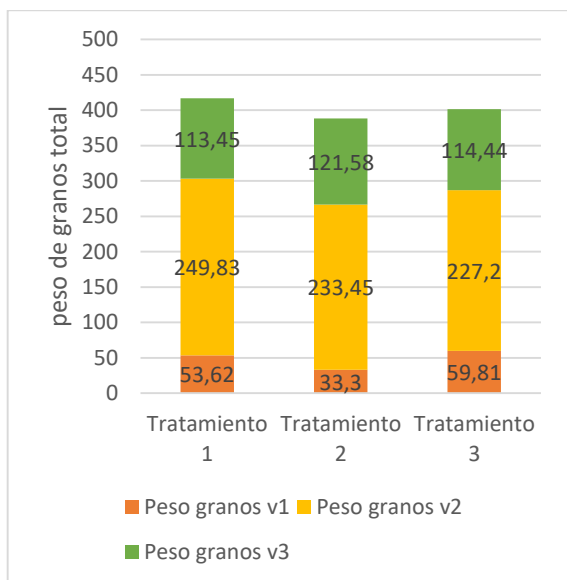


Figura 31: Grafico comparativo del número de vainas en ambas parcelas demostrativas

Con respecto al peso de los granos (figura 32) claramente el tratamiento 1 tanto en la parcela con cobertura como la que no tenía cobertura fue mayor, sin embargo, el tratamiento 1 sin cobertura fue ligeramente mayor el peso de los granos posiblemente por compensar el mismo con un mayor número de vainas de 3 granos. No obstante, el peso de los granos de los tratamientos 2 y 3 de la parcela con cobertura fueron mayores.

### PESO DE GRANOS:

#### Con cobertura:



#### Sin cobertura:

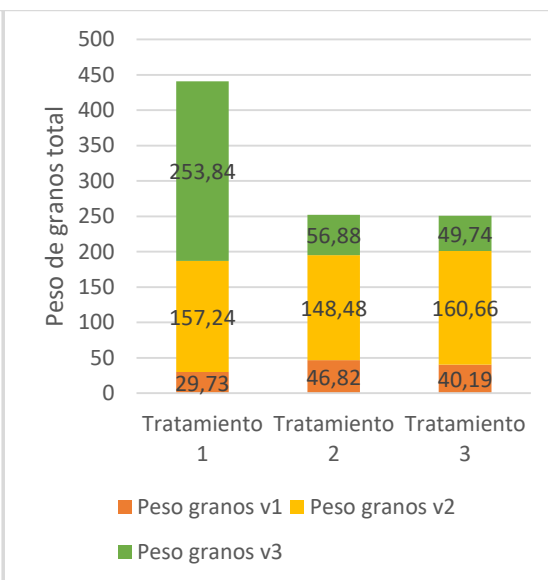


Figura 32: Grafico comparativo del peso de los granos

Comparativamente, en general todos los factores de rendimiento analizados fueron mayores en la parte del lote que tenía cobertura por todos los beneficios que la cobertura aporta al suelo y con esto al cultivo establecido.

Por otro lado, el cultivo en si cubrió el entre lineo correctamente, no hubo diferencias visuales en cuanto a la cobertura foliar en ninguno de los tratamientos.

### ANALISIS DEL RENDIMIENTO FINAL

En lo que respecta al rendimiento (figura 33), los máximos se lograron en la parcela con cobertura comparada con la parcela que no tiene cobertura.

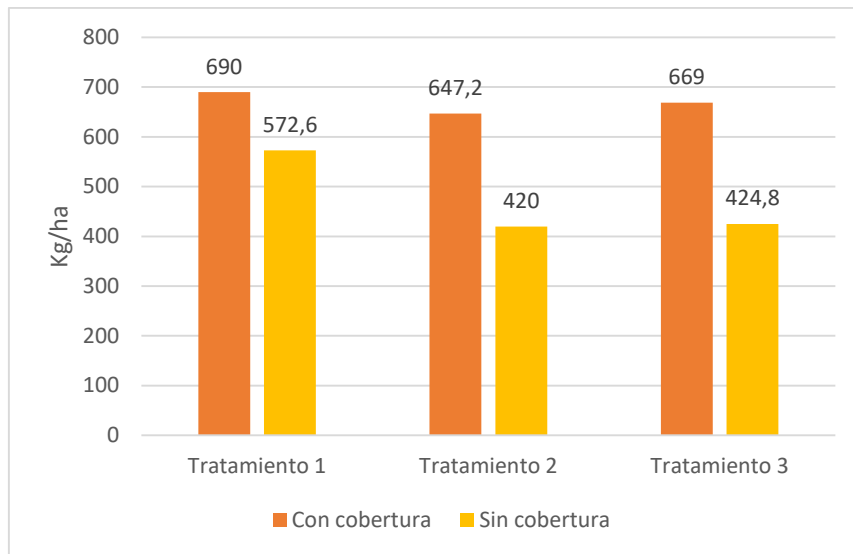


Figura 33: Grafico comparativo del rendimiento obtenido en ambas parcelas

La parcela con cobertura logró los máximos rendimientos, comparada con la parcela sin cobertura. Las variaciones de los tratamientos fueron desde 690 kg/ha (tratamiento 1 con cobertura) y 647,2 kg/ha de rendimiento (tratamiento 2 con cobertura), y 572,6 (tratamiento 1 sin cobertura) y 420 kg/ha (tratamiento 2 sin cobertura)

En cuanto a los tratamientos, el de mayor rendimiento fue el 1 (plantas distanciadas a 10 cm) independientemente de la cobertura, seguido del tratamiento 3 nuevamente con y sin cobertura respectivamente (669 y 424 kg/ha) y por último con menos rendimiento el tratamiento 2 (647,2 y 420 kg/ha).

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado, se observó que claramente la oferta ambiental principalmente en términos de mm/ha de precipitaciones efectivas son los que definen no solo el crecimiento y desarrollo del cultivo sino también el rendimiento final.

Concluyendo con el análisis de los rendimientos dados, se establece que no hay diferencias en cuanto a los tratamientos propuestos ni tampoco en las parcelas con y sin cobertura (quizás por verse afectado el crecimiento y desarrollo de la parte radicular como así también la parte aérea en ambas parcelas), algo que representa muy bien los efectos

negativos de las rigurosas condiciones ambientales que se dieron en la campaña 21-22, no obstante, si bien la diferencia no fue alta los tratamientos que se encontraron en la parcela que tenía cobertura denotaron los rendimientos más altos del ensayo ya que al tener el suelo cubierto se disminuyó la pérdida de agua por evaporación.

Con esto se demostró el efecto que tienen los factores ambientales, el manejo agronómico correcto a través de la elección correcta de la distribución espacial de las plantas y los beneficios que tiene la utilización de prácticas culturales como la cobertura del suelo.

### **CONCLUSIONES:**

A pesar de que la información bibliográfica es fundamental para adquirir los conocimientos teóricos ya que enriquecen el conocimiento, fomentan el pensamiento crítico y ayudan a desarrollar habilidades valiosas también es de suma importancia dentro de nuestra carrera poder dar uso de esa información a campo y poder resolver las diferentes situaciones cotidianas que nos impulsan a la toma de decisiones.

Esta pasantía fue una de las experiencias no solo académicas sino también personal que me permitió aprender el desarrollo de actividades prácticas, toma de decisiones individuales y en grupo. Durante la dinámica del trabajo en equipo y las sugerencias de nuestro director pude ver a pequeña escala a través del ensayo en las parcelas demostrativas el manejo y la dedicación que conllevaría desarrollar un cultivo extensivo como lo es la soja pero a gran escala, a su vez más allá de todos los conocimientos aprendidos en la práctica la pasantía me ayudó a inter relacionarme con distintas personas y cumplir distintos roles como liderar ciertas tareas como así también concretar ordenes de otras personas. También me permitió adquirir conocimientos que quizás estaban, pero con la práctica se hace más sencillo de adquirirlos e interpretar. Por medio del trabajo diario pude aprender diversas actividades dentro del manejo del cultivo de soja tales como su fenología, toma de datos, manejo y relevamiento agronómico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Boote K.J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Science* 9:35-40 Egli D.B. 1998

Fehr W.R. and C.E. Caviness 1977. Stages of Soybean Development. Iowa St. Univ. Special Report 80. 11 p.

Andrade, F. H., & Sadras, V. O. (2000). *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja*. Buenos Aires, Argentina: EEA INTA Balcarce y FCA UNMP.

Fehr, W. R., & Caviness, C. E. (1977). *Stages of soybean development*. Special Report, (87, 87). Agriculture Commons and Plant Sciences Commons, Ames, Iowa, USA.

Kantolic, A. G., Giménez, P. I., & de la Fuente, E. (2003). Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. In E. H. Satorre, R. Benech, G. A. Slafer, E. B. De la Fuente, D. J. Miralles, M. E. Otegui, & R. Savin (Eds.), *Producción de granos: bases funcionales para su manejo* (pp. 167-186). Buenos Aires, Argentina: Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Monzon, J. P., Cafaro La Menza, N., Cerrudo, A., Canepa, M., Rattalino Edreira, J. I., Specht, J., . . . Grassini, P. (2021). Critical period for seed number determination in soybean as determined by crop growth rate, duration, and dry matter accumulation. *Field Crops Research*, 261, 108016. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.108016>

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/girsar\\_-\\_corrientes\\_-\\_ppgira\\_ago19.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/girsar_-_corrientes_-_ppgira_ago19.pdf)

[https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/apuntes\\_de\\_patologia\\_vegetal\\_0.pdf](https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/apuntes_de_patologia_vegetal_0.pdf)

<https://www.syngenta.com.ar/determinantes-del-rendimiento>