

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de
Buenos Aires.

**“Efecto de la densidad y uniformidad de siembra sobre
el macollaje, los componentes de rendimiento y la
calidad comercial e industrial, en cebada cervecera
(*Hordeum distichum*)”**

Trabajo Final del alumno Facundo Andrés Pistola.

Director: Néstor Gonzalez.

Carrera: Ingeniería Agronómica.

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Agradecimientos

A La Bragadense SA por facilitarme sus instalaciones.

A todo el personal de la EEA INTA Pergamino por regalarme buena parte de su tiempo.

A UNNOBA por darme la posibilidad de aprender.

A Néstor Gonzalez, gran profesor, gran consejero, gran persona.

A mi familia, a Sofy, a Patricia, a mis amigos y a todos los que estuvieron siempre y conocen cuán difícil fue para mí llegar hoy hasta acá. A todas las personas que saben de que estoy hablando, simplemente...

Gracias.!!!

Índice General

| | |
|--|-------------|
| Agradecimientos..... | III |
| Índice General..... | IV |
| Índice de Tablas..... | VI |
| Índice de Figuras..... | VII |
| Índice de Gráficos..... | VIII |
| Introducción..... | 1 |
| Hipótesis..... | 4 |
| Objetivos..... | 5 |
| Materiales y Métodos..... | 6 |
| <i>Diseño del experimento y condiciones de siembra.....</i> | 6 |
| <i>Características climáticas de la campaña.....</i> | 12 |
| Resultados y Discusión..... | 17 |
| <i>Efecto de los tratamientos sobre el número de plantas logradas.....</i> | 17 |
| <i>Efecto de los tratamientos sobre la uniformidad (horizontal y vertical) de siembra.....</i> | 20 |
| <i>Efecto de los tratamientos sobre el macollaje.....</i> | 25 |
| <i>Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes....</i> | 28 |
| <i>Efecto de los tratamientos sobre el calibre de los granos.....</i> | 35 |
| <i>Correlación entre las distintas variables.....</i> | 37 |

| | |
|---|-----------|
| Conclusión..... | 40 |
| Bibliografía..... | 42 |
| Anexos..... | 47 |
| <i>Norma de calidad para la comercialización de cebada cervecera.....</i> | 47 |
| <i>Características sembradora Crucianelli Pionera Modelo 2717.....</i> | 51 |
| <i>Información climática complementaria.....</i> | 53 |
| <i>Análisis estadísticos de las distintas variables evaluadas en el ensayo...</i> | 55 |

Índice de Tablas

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1: <i>Tratamientos evaluados en el ensayo</i> | 8 |
| Tabla 2: <i>Número de plantas logradas en dos metros lineales</i> | 17 |
| Tabla 3: <i>Número de plantas logradas/m²</i> | 18 |
| Tabla 4: <i>Largo del tallo etiolado (cm)</i> | 23 |
| Tabla 5: <i>Desvíos estándares de la longitud del tallo etiolado (cm)</i> | 24 |
| Tabla 6: <i>Peso promedio de mil granos (gramos) para cada tratamiento</i> | 33 |

Índice de Figuras

| | |
|---|-----------|
| Figura I: <i>Plano del ensayo con el detalle de los tratamientos y sus repeticiones....</i> | 7 |
| Figura II: <i>Ciclo ontogénico y fecha de ocurrencia de los principales eventos morfofisiológicos.....</i> | 13 |
| Figura III: <i>Esquema de cajas indicando los subcomponentes que conforman el rendimiento.....</i> | 29 |

Índice de Gráficos

| | |
|--|-----------|
| Gráfico 1: <i>Evapotranspiración, precipitaciones y balance hídrico, expresados como lámina de agua útil (valores positivos) o déficit de evapotranspiración (valores negativos) para cebada en Pergamino. Valores acumulados cada 10 días en mm. Año 2011. Lámina de agua útil inicial (140 cm) 125 mm, déficit acumulado en el ciclo 86 mm.....</i> | 15 |
| Gráfico 2: <i>Temperaturas medias mensuales del año 2011 y de la serie 1967-2010.....</i> | 16 |
| Gráfico 3: <i>Desvío estándar de la distancia entre plantas para cada tratamiento en relación al desvío promedio.....</i> | 21 |
| Gráfico 4: <i>Largo del tallo etiolado y de la parte aérea (en cm) para cada tratamiento.....</i> | 23 |
| Gráfico 5: <i>Número de tallos por planta – 17 de agosto de 2011.....</i> | 26 |
| Gráfico 6: <i>Número de tallos por planta – 3 de octubre de 2011.....</i> | 27 |
| Gráfico 7: <i>Número de espigas/m² en función de la densidad y velocidad de siembra.....</i> | 30 |
| Gráfico 8: <i>Número de granos/m² en función de la densidad y velocidad de siembra.....</i> | 32 |
| Gráfico 9: <i>Rendimiento en Kg/ha en función de la densidad y velocidad de siembra.....</i> | 34 |
| Gráfico 10: <i>Porcentaje de granos con diámetro mayor a 2,5 mm.....</i> | 35 |
| Gráfico 11: <i>Porcentaje de granos con diámetro menor a 2,2 mm.....</i> | 36 |

Introducción

La cebada (*Hordeum distichum*) es el cuarto cereal del mundo por volumen de producción, detrás del arroz, el trigo y el maíz. Dentro de Sudamérica, la Argentina es el mayor productor de cebada, especializándose, a diferencia de lo que ocurre en los grandes centros productores del mundo, en cebada cervecera. Nos encontramos ante un cultivo en franca expansión, que viene experimentando un crecimiento notable y sostenido desde fines de la década del 80. Este crecimiento está directamente relacionado con el incremento de la producción y el consumo mundial de cerveza. Según la Cámara de la Industria Cervecera Argentina (2011) estos indicadores crecieron un 40% en la última década.

La cebada cervecera es un cultivo invierno-primaveral similar en muchos aspectos morfo-fisiológicos al trigo, pero que exige algunos tratamientos de cuidado que la diferencian de otros *commodities*. A modo de ejemplo se puede mencionar el mantenimiento de la capacidad germinativa y la pureza varietal, destacando la baja tolerancia frente a granos dañados y la alta exigencia general de los estándares de comercialización (Tomaso, 2004).

La densidad y uniformidad de plantas son aspectos claves para el manejo del cultivo en pos de maximizar los rendimientos que se pueden lograr con el material elegido (genotipo) sin que se comprometa la calidad comercial e industrial, de fundamental importancia para las malterías y cervecerías.

Numerosos ensayos han demostrado, en trigo, el efecto de la densidad de plantas sobre el tamaño final de los granos (*i. e.* calibre y peso del grano) (Adams, 1967; Del Carmen, 1973; Ibarra y Adáme, 1986; Bragachini, 2001). Sin embargo, las normas de entrega y comercialización de trigo son menos exigentes. Este tipo de información adquiere más relevancia en el cultivo de cebada por lo antes dicho. Tomaso (2004) afirma que hoy en día no se cuenta con suficiente información en este aspecto, traduciéndose este desconocimiento en pérdidas económicas por rebajas o rechazos de partidas que no cumplen con los estándares y son obligados a redireccionarse a la alimentación animal.

La estructura del cultivo constituye un factor clave en la determinación del rendimiento de los cultivos extensivos (Maddoni y de la Fuente, 2003). El macollaje, junto con la dinámica de aparición de hojas, es un proceso crítico en el crecimiento de los cereales, particularmente durante las fases tempranas del desarrollo (Prystupa et. al. 2003), ya que está asociado a la capacidad del cultivo de interceptar radiación solar, la cual determina en gran parte el crecimiento y el rendimiento que luego obtendrá el cultivo (Abeledo et. al. 2004).

El peso de los granos, si bien no explica en gran medida las variaciones en el rendimiento del cultivo, es un componente clave en el caso de cebada. Por razones industriales, requiere un calibre mínimo para ser malteada eficientemente. Por ello, lograr al menos que el 85% del grano posea un calibre mayor a 2,5 mm es crítico para evitar penalizaciones al momento de la entrega. Este aspecto, uniformidad de calibre, muchas veces se contrapone con el objetivo de obtener altos rendimientos. Ello se logra

mediante el aporte de un gran número de granos proveniente de los macollos y/o de la contribución de granos de espiguillas ubicadas en posiciones distales dentro de las espigas. En ambos casos con contribuciones de granos de menor peso potencial y calibre. Anderson, Oelke y Simmons (2002), trabajando para la Universidad de Minnesota encontraron que las siembras profundas y muy densas normalmente disminuyen el número de macollos por planta.

Adicionalmente, un alto número de granos por unidad de área genera una gran demanda de fuente, por lo que podría ocurrir una insuficiencia de fotoasimilados que conduzca a la producción de granos más livianos y más chicos (Satorre, 1999).

A la industria no le sirve el grano cuando no cumple determinados parámetros (ver Anexo 1) porque no puede ser utilizado para la producción de malta. En esos casos el productor se ve obligado a redireccionar su producción hacia mercados alternativos. Anualmente, en condiciones climáticas normales y utilizando la tecnología de producción adecuada, alrededor de 10.000 a 12.000 Tn de granos de cebada quedan fuera de los estándares de recibo de las malterías (Tomaso, 2004). Cifra que aumenta considerablemente cuando la sequía o las pobres condiciones a la siembran atentan contra el normal desarrollo del cultivo.

Hipótesis

“La implantación del cultivo de cebada en condiciones inadecuadas (densidades muy bajas, muy altas o desuniformes; velocidades de siembra excesivas) determina que haya emergencia desuniforme, macollaje desparejo y/o excesivo que, a la cosecha, se traducen en menores rendimientos, calibres desparejos o fuera de contrato y pérdidas de calidad en general”.

Objetivos

General:

Evaluar la variación en la uniformidad de espigas y granos en función de las condiciones de siembra.

Específicos:

- Evaluar el porcentaje de plantas logradas ante diferentes combinaciones de densidad y velocidad de siembra.
- Cuantificar el número de macollos fértiles y totales originados en las distintas condiciones de siembra.
- Evaluar los componentes de rendimiento y los efectos de la uniformidad de siembra sobre los mismos.
- Cuantificar el porcentaje de granos de cebada de calibre superior a 2,5 mm frente a variaciones de la densidad y uniformidad de siembra.

Materiales y Métodos

A) Diseño del experimento y condiciones de siembra.

El ensayo se implantó en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Pergamino, efectuando la siembra el día 11 de junio de 2011.

Se utilizaron 3 densidades de siembra: 100, 120 y 140 Kg de semilla por hectárea. La sembradora utilizada fue una Crucianelli Pionera 2717, de grano fino (ver Anexo 2). Se utilizó una distancia entre hileras de 17,5 cm. El cultivo antecesor fue soja de primera y se fertilizó con 145 kg de urea y 100 kg de SPT (Súper Fosfato Triple).

Además, se aplicó la siguiente solución como herbicidas presiembra:

Glifosato 48% + Metsulfurón + Dicamba + Adherente: 2,5 l + 4 gr + 0.15 l + 30 cc/ha

La variedad utilizada fue el genotipo europeo “Scarlett”. Las principales características de esta variedad se presentan a continuación:

- Alto potencial de rinde.
- Gran calidad maltera.
- Excelente relación Producción/Calidad maltera.
- Adaptable a distintas condiciones de clima y de suelo.
- Madurez precoz (Rápido secado del grano).

- Alta respuesta a la fertilización.
- Alta eficiencia en el uso del Nitrógeno.
- Inestabilidad en el tamaño de los granos.

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado, en el cual se evaluaron 9 tratamientos, con 3 repeticiones cada uno. Los tratamientos aplicados resultaron de la combinación de las 3 densidades de siembra mencionadas por 3 velocidades de avance de la sembradora (4, 6 y 8 Km/hora). El detalle de los tratamientos se presenta en la Tabla 1. Las unidades experimentales tuvieron forma rectangular, siendo sus dimensiones: 4,7m de ancho x 15m de largo. Se muestra el plano del ensayo en la Figura I.

Figura I: Plano del ensayo con el detalle de los tratamientos y sus repeticiones.

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| D1V1 | D3V2 | D1V3 | D2V2 | D1V3 | D2V3 | D3V1 | D1V2 | D2V3 |
| D2V3 | D1V2 | D3V1 | D3V3 | D1V2 | D2V1 | D1V1 | D1V3 | D3V2 |
| D3V3 | D2V2 | D2V1 | D1V1 | D3V1 | D3V2 | D2V2 | D3V3 | D2V1 |

Tabla 1: *Tratamientos evaluados en el ensayo.*

| Tratamiento | Densidad de siembra Kg/Ha | Velocidad de siembra Km/h |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 100 | 4 |
| 2 | 100 | 6 |
| 3 | 100 | 8 |
| 4 | 120 | 4 |
| 5 | 120 | 6 |
| 6 | 120 | 8 |
| 7 | 140 | 4 |
| 8 | 140 | 6 |
| 9 | 140 | 8 |

En cada unidad experimental se determinó un área homogénea de cuatro surcos de ancho por diez metros de largo. A lo largo del ciclo del cultivo se realizaron, en dicha área, las siguientes determinaciones:

- * **Recuento de plantas logradas:** se contó la cantidad de plantas emergidas en dos metros lineales de surco. Con este valor y, conociendo la distancia entre surcos (17,5 cm), se calculó la densidad de plantas por metro cuadrado.
- * **Evaluación de la distancia entre plantas:** en el mismo segmento del punto anterior se midió la distancia que separaba cada planta de la inmediatamente siguiente dentro de la hilera.
- * **Evaluación de la profundidad de siembra:** con una pala se desenterraron las plantas nacidas en dos metros dentro de un mismo surco. Se limpiaron y se midió la longitud del tallo etiolado. El etiolado de los tallos es una condición causada por el

crecimiento de las plantas en ausencia de luz. La clorofila, al no recibir luz solar, se mantiene inactiva y no adopta su típica coloración verde. Por esta razón, el segmento del tallo que permanece bajo la superficie se mantiene blanco. La longitud del largo etiolado es, entonces, un excelente estimador de la profundidad de siembra.

Con los valores de distancia entre plantas y de profundidad de siembra se evaluó la uniformidad de siembra. Cabe aclarar que en siembra de grano fino resulta muy difícil definir un criterio para evaluar la uniformidad, no habiendo un método de aplicación universal. No obstante, la profundidad de siembra se utilizó para evaluar la uniformidad vertical de la siembra. Para ello se llevó a cabo un análisis de los desvíos estándares de la distancia entre plantas, comparando los desvíos de cada tratamiento con el desvío medio general de las 27 unidades experimentales.

***Recuento del número de macollos:** se tomaron 50 cm lineales de surco y se desenterraron las plantas existentes. Se separaron y se contó el número de tallos por planta. El proceso se repitió dos veces a lo largo del período de macollaje a fin de obtener el valor de macollos fértiles (espigas por planta) y totales.

***Evaluación del rendimiento y sus componentes:** se determinó el rendimiento alcanzado y se llevó a cabo un análisis detallado de los componentes de rendimiento.

La cosecha se realizó en forma manual. En el mismo surco donde se tomaron las anteriores muestras se marco un segmento de 4 metros de longitud. Se desenterraron las plantas correspondientes a dicho segmento, se cortaron y contaron las espigas. Con el número de espigas así obtenido se calculó el número de espigas por metro cuadrado.

La trilla se llevó a cabo con un cajón trillador y los granos se limpiaron con una máquina limpiadora por ventilación. Se pesó cada muestra de granos y con este valor se calculó el rendimiento de cada unidad experimental.

Para obtener el peso de mil granos se pasó cada muestra por una máquina separadora de célula fotoeléctrica. Se tomaron y pesaron cuatro submuestras de mil granos por cada tratamiento. El peso de mil granos resultó del promedio del peso de las cuatro submuestras.

***Medición del tamaño de los granos:** se utilizó un equipo compuesto por tres zarandas superpuestas. Las zarandas eran de 43cm de largo y 15cm de ancho. Cada una de ellas presentaba orificios cuyo ancho es de 2,8 mm, 2,5 mm y 2,2 mm, para las zarandas I, II y III, respectivamente.

Los granos retenidos por las dos primeras zarandas se reunieron y su peso, una vez separados los granos pelados, quebrados, partidos y dañados, materias extrañas, granos con carbón y granos picados, se expresó en porcentaje. Este porcentaje representa el “Calibre” de los granos de cebada.

Del mismo modo, se pesó la fracción no retenida por la zaranda III y se la expresó en porcentaje. Este valor representa el porcentaje de granos de cebada retenidos “Bajo Zaranda”.

El dosificador es el elemento de la sembradora que tiene por función sacar la semilla de la tolva y entregarla de manera continua. El tratamiento que los dosificadores brindan a la semilla es uno de los factores mecánicos que determinan la densidad final del

cultivo (Hummel et al, 1981; Shafii & Holmes, 2005). Diversos estudios han evidenciado diferencias de entrega entre dosificadores nuevos de la misma sembradora (Sorrianelo, 2005). Además, las prestaciones se vieron afectadas, en diferente medida, por el desgaste natural de la maquinaria.

Por lo antes dicho, en cada unidad experimental todas las determinaciones se realizaron dentro del surco del mismo cuerpo sembrador, a fin de reducir el error, anulando la variabilidad entre cuerpos. El sustento de este procedimiento fue el de mantener un riguroso control local del experimento, de modo que las diferencias expresadas en las variables estuvieron altamente correlacionadas con los distintos tratamientos y no con errores de muestreo o de sutiles diferencias en la fabricación de los mecanismos dosificadores y/o trenes de siembra.

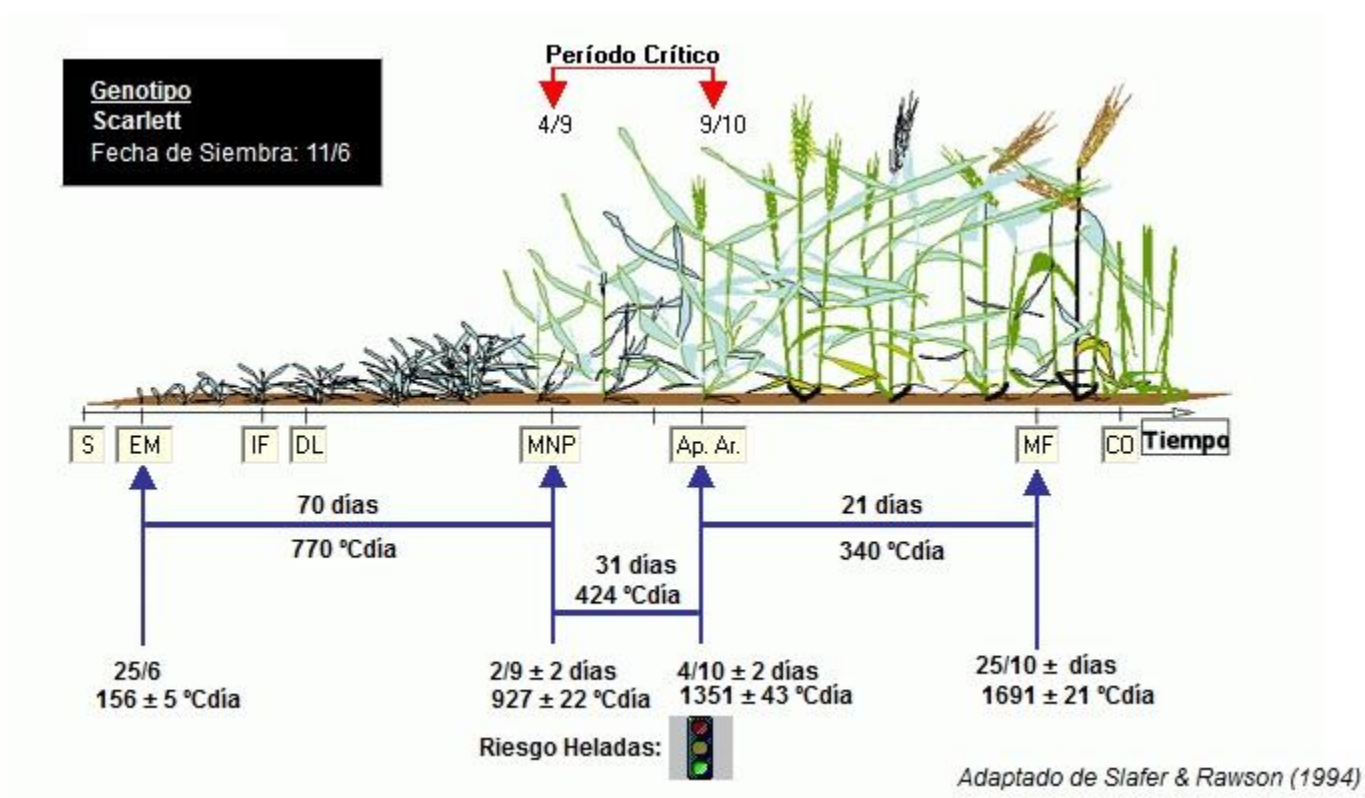
En cuanto al análisis estadístico, se realizó un análisis de variancia de todos los datos recopilados, incluyendo la evaluación de los desvíos estándares en los casos que se consideró necesario. Finalmente se realizó un análisis de regresión en el cual se evaluó la correlación entre las variables independientes (densidad y profundidad de siembra, número de macollos) y las variables que dependen de aquellas (espigas/m², granos/espiga, tamaño y peso de los granos).

B) Características climáticas de la campaña

Es por todos conocida la imposibilidad del hombre para modificar las condiciones climáticas a las cuales queda expuesto el cultivo a lo largo de su ciclo. Los elementos climáticos condicionan los resultados obtenidos y, como cabe esperar, nuestro caso no es la excepción. En vistas de ello consideramos conveniente hacer una caracterización de la evolución de aquellas condiciones, dado que serán de utilidad a la hora de explicar los resultados obtenidos.

En la Figura II se muestra el ciclo ontogénico del cultivo obtenido mediante un simulador (CRONOCEBADA) con las fechas de ocurrencia de los principales estadios fenológicos. Comparando estas fechas con los datos climáticos obtendremos una buena aproximación a las condiciones exploradas por el cultivo en cada una de sus etapas.

Figura II: Ciclo ontogénico y fecha de ocurrencia de los principales eventos morfofisiológicos.



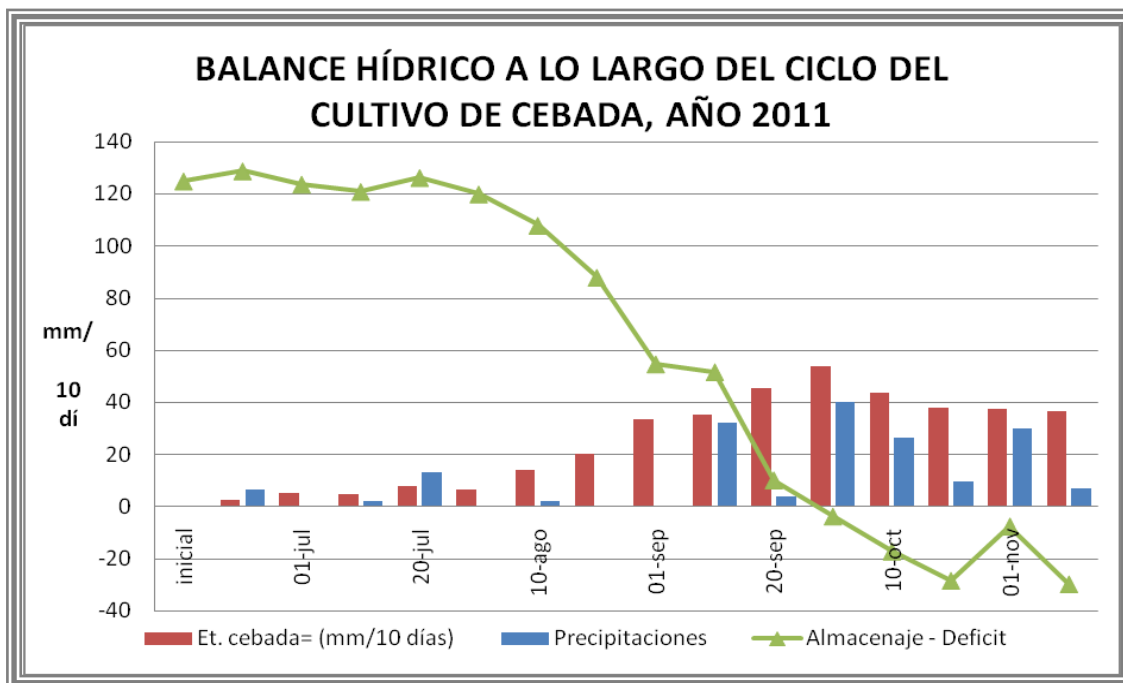
Referencias:

- S = Siembra.
- EM = Emergencia.
- IF = Iniciación floral.
- DL = Doble lomo.
- MNP = Máximo número de primordios.
- Ap. Ar. = Aparición de aristas.
- MF = Madurez fisiológica.
- CO = Cosecha.

En nuestra región, las lluvias durante los meses de invierno son escasas, razón por la cual resulta muy importante la cantidad de agua almacenada en el suelo al momento de la siembra. En 2011, la reserva inicial de agua del suelo fue muy adecuada, otorgando óptimas condiciones de siembra. Asimismo, la disponibilidad de agua útil para el cultivo de cebada resultó suficiente para una correcta implantación y para la producción de biomasa durante el macollaje.

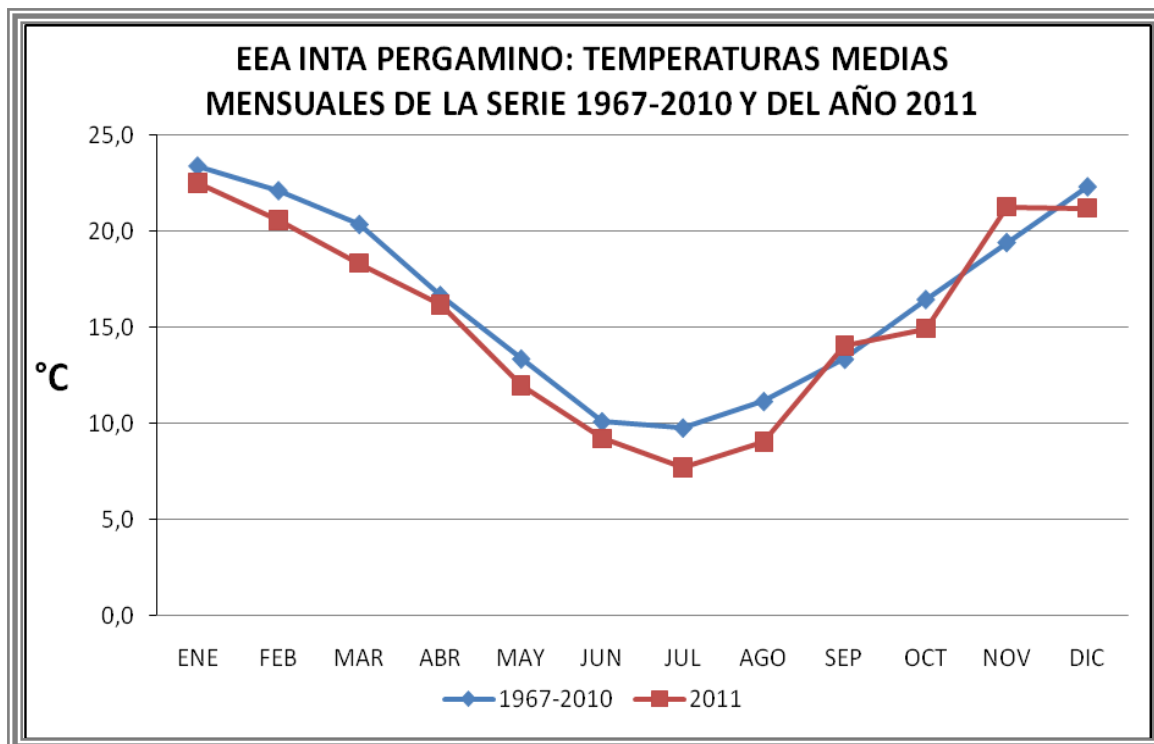
No obstante, la escasez de lluvias durante el mes de agosto y la primera quincena de setiembre (ver Gráficos A y B en Anexo 3), sumado a la creciente tasa de evapotranspiración del canopeo en ese período provocaron la aparición de un moderado déficit hídrico (ver Gráfico 1). Éste, coincidiendo con parte del período crítico del cultivo, se hizo evidente en las plantas de cebada, las cuales sufrieron la muerte de hojas basales y de algunos macollos vegetativos. Es necesario resaltar que el déficit hídrico también afectó negativamente la diferenciación floral y redujo la fertilidad del polen. Si el déficit se produce después de antesis se ve afectado el cuaje de los granos y se acorta, además, el período de llenado de los mismos (Arisnabarreta y Miralles, 2006).

Gráfico 1: Evapotranspiración, precipitaciones y balance hídrico, expresados como lámina de agua útil (valores positivos) o déficit de evapotranspiración (valores negativos) para cebada en Pergamino. Valores acumulados cada 10 días en mm. Año 2011. Lámina de agua útil inicial (140 cm) 125 mm, déficit acumulado en el ciclo 86 mm.



En cuanto a las temperaturas, nos encontramos con un año moderadamente más fresco que el promedio de los últimos 48 años (Gráfico 2). Bajas temperaturas durante emergencia-inicio de espigazón indujeron a un menor desarrollo del tallo principal y a la producción de un mayor número de macollos (Prystupa et al, 2003). El mismo efecto tuvo la correcta disponibilidad de agua y de nitrógeno. Las bajas temperaturas fueron más evidentes en los primeros 90 días del cultivo. Por lo tanto han prolongado los períodos de macollaje y diferenciación floral.

Gráfico 2: Temperaturas medias mensuales del año 2011 y de la serie 1967-2010.



Resultados y Discusión

Efecto de los tratamientos sobre el número de plantas logradas.

La temperatura del suelo no se utiliza directamente para decidir la fecha de siembra en cebada (salvo en regiones donde el suelo se congela). Se estima que lo ideal es que el cultivo comience a emerger unos quince días después de la siembra. Usando el modelo de tiempo térmico se requieren 100°Cd (grados centígrados/día) para cumplir la etapa siembra-emergencia, tomando una $T_b = 0^{\circ}\text{C}$ (*i.e.* temperatura por debajo de la cual la tasa de desarrollo es igual a cero). En nuestro caso, la emergencia se registró el 25 de junio, catorce días después de la siembra.

Tabla 2: *Número de plantas logradas en dos metros lineales.*

| Densidad de siembra | Velocidad de siembra | | | Promedio densidad |
|---------------------------|----------------------|----------------|----------------|-------------------|
| | V1 | V2 | V3 | |
| D1 | 85,00 | 78,00 | 76,67 | 79,89 a |
| D2 | 98,67 | 91,67 | 104,00 | 98,11 b |
| D3 | 123,67 | 123,67 | 113,00 | 120,11 c |
| Promedio velocidad | 102,44 a | 97,78 a | 97,89 a | |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En la Tabla 2 se observa un claro incremento en el número de plantas en los dos metros lineales del surco donde se evaluó la emergencia a medida que se aumentó la densidad de siembra. El efecto de la velocidad no resulta tan evidente y solo se observa una diferencia en los promedios a baja velocidad, dado que la sembradora cuenta con más tiempo para colocar las semillas correctamente y en la dosis preestablecida.

Con los datos de la Tabla 2 y, conociendo la distancia entre hileras (17,5 cm) se calculó la densidad de plantas por m^2 . Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: *Número de plantas logradas/ m^2 .*

| Densidad de siembra | Velocidad de siembra | | | Promedio densidad |
|---------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | V1 | V2 | V3 | |
| D1 | 243,10 | 223,08 | 219,27 | 228,48 c |
| D2 | 282,19 | 262,17 | 297,44 | 280,60 b |
| D3 | 353,69 | 353,69 | 323,18 | 343,52 a |
| Promedio velocidad | 292,99 a | 279,65 a | 279,96 a | |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

El análisis de varianza del Número de plantas/m² (ver Anexo 4) nos muestra que solo la densidad de siembra fué significativa en este caso, mientras que ni la velocidad ni la interacción Densidad x Velocidad resultaron estadísticamente significativas a los fines del ensayo.

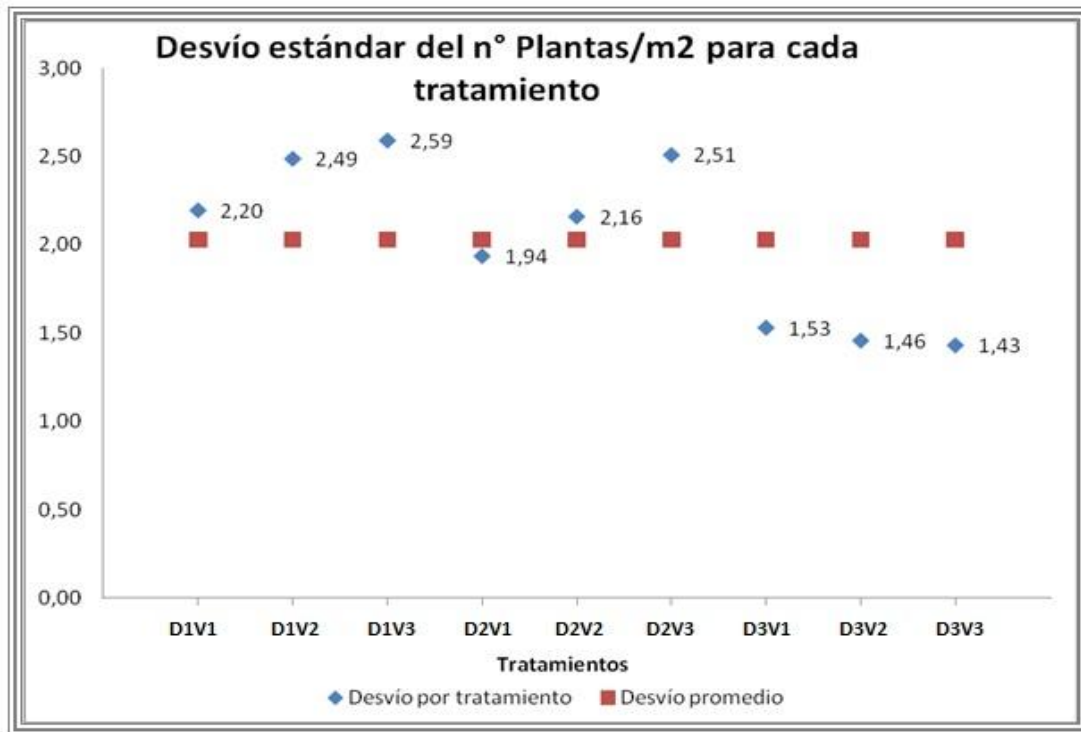
En todos los tratamientos el número de plantas logradas ha sido elevado, hecho que puede explicarse por el buen contenido de agua almacenada a la siembra y las adecuadas temperaturas atmosféricas y edáficas (Ver Anexo 4).

Efecto de los tratamientos sobre la uniformidad (horizontal y vertical) de siembra.

Una vez establecida la densidad de siembra, la regularidad del espaciamiento de los granos en la línea es el factor más importante para asegurar el espacio vital de desarrollo de las plantas (Lajoux, 1998). A medida que se aumenta la velocidad de siembra disminuye la capacidad de la sembradora para distribuir uniformemente las semillas a lo largo de la hilera, debido a que se producen rebotes de las mismas en el fondo del surco (Pellizi, 1987).

En lo que a uniformidad de siembra respecta, se observó un claro incremento en los desvíos, con respecto al desvío medio general del ensayo, a medida que se incrementaba la velocidad de siembra cuando se trabajó con las densidades 1 y 2. (Gráfico 3). Como explicamos anteriormente, al aumentar la velocidad de avance, los órganos sembradores cuentan con menos tiempo para trabajar correctamente y las semillas son depositadas así, en forma más irregular. Este efecto no fue apreciable cuando se trabajó a más alta densidad. En este caso los desvíos se hicieron menores a medida que se aumentó la velocidad de siembra. La alta población de semillas enmascaró el efecto que la desuniformidad de siembra tuvo en la emergencia de plántulas.

Gráfico 3: Desvío estándar de la distancia entre plantas para cada tratamiento en relación al desvío promedio.



Los cultivos de plantas uniformes rinden siempre más que los de plantas desuniformes (Lajoux, 1998). Para lograr un cultivo uniforme, no solo se necesita regularidad horizontal en la colocación de la semilla sino que también se debe lograr en el plano vertical, es decir, en la profundidad de siembra. El mantenimiento de la profundidad es tanto más importante cuanto más pequeña es la semilla. Los granos más pequeños tienen menos energía germinativa para atravesar la capa de tierra que los recubren.

Bragachini (2001) postula que a bajas velocidades (4-5 Km/hora) la sembradora logra un mejor copiado del terreno, mejorando las condiciones de implantación y el rendimiento del cultivo. A mayores velocidades (8-9 Km/hora) la sembradora se expone a indeseadas vibraciones y a saltos, aumentando la desuniformidad de copiado del terreno.

A pesar de lo dicho anteriormente, el efecto de la velocidad no se hizo evidente en la profundidad de siembra. Si bien el promedio de la longitud del tallo etiolado disminuyó a medida que aumentó la velocidad de siembra, el test de Tuckey nos muestra que esas diferencias no fueron estadísticamente significativas en las condiciones del ensayo (ver Anexo 4). Un efecto similar se obtiene al analizar los desvíos estándares de la longitud del tallo etiolado (Tablas 4 y 5). En el Gráfico 4 puede verse el largo del tallo etiolado y la altura promedio de las plantas de cada tratamiento.

El suelo evidenció un buen contenido de agua al momento de la siembra. A esto se le sumó la baja presencia de rastrojos en superficie, dado que el cultivo antecesor fue soja. Se presentaron entonces condiciones de siembra óptimas que permitieron a los mecanismos de siembra realizar una correcta labor y lograr un buen copiado del terreno. Por ello no se vio, en este ensayo, el efecto de la velocidad de siembra que postularon Bragachini *et. al.* (2001) y Pellizi (1987).

Gráfico 4: Largo del tallo etiolado y de la parte aérea (en cm) para cada tratamiento.

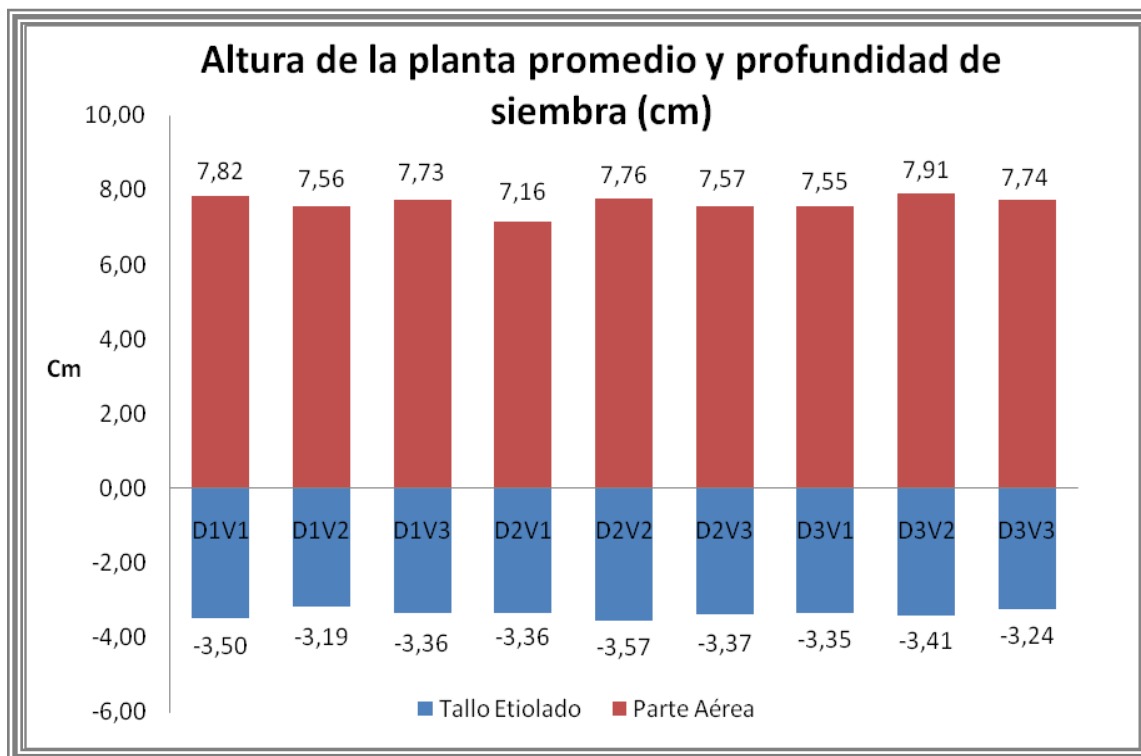


Tabla 4: Largo del tallo etiolado (cm).

| Densidad de siembra | Velocidad de siembra | | | Promedio densidad |
|---------------------------|----------------------|---------------|---------------|-------------------|
| | V1 | V2 | V3 | |
| D1 | 3,50 | 3,19 | 3,36 | 3,35 a |
| D2 | 3,36 | 3,57 | 3,37 | 3,43 a |
| D3 | 3,35 | 3,41 | 3,24 | 3,33 a |
| Promedio velocidad | 3,40 a | 3,39 a | 3,32 a | |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 5: *Desvíos estándares de la longitud del tallo etiolado (cm).*

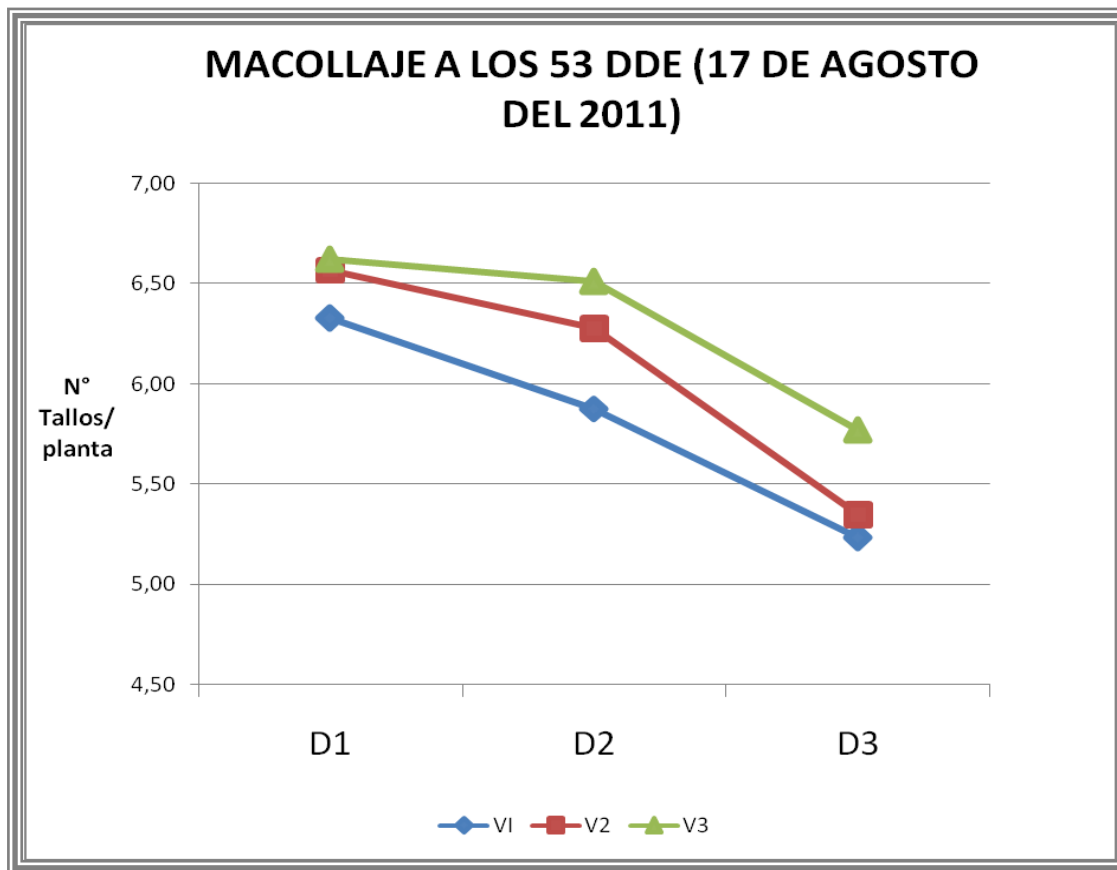
| Densidad de siembra | Velocidad de siembra | | | Promedio densidad |
|----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| | V1 | V2 | V3 | |
| D1 | 0,33 | 0,46 | 0,56 | 0,45 |
| D2 | 0,34 | 0,29 | 0,58 | 0,40 |
| D3 | 0,51 | 0,5 | 0,29 | 0,43 |
| Promedio velocidad | 0,39 | 0,42 | 0,48 | |

Efecto de los tratamientos sobre el macollaje.

En cuanto al macollaje, como dijimos antes, se hicieron dos mediciones de número de tallos/planta a lo largo del ciclo del cultivo. La primera medición se llevo a cabo el 17 de agosto (53 días desde emergencia) y la segunda el 3 de octubre (100 días desde emergencia). A continuación se presentan, en los Gráficos 5 y 6, los resultados obtenidos.

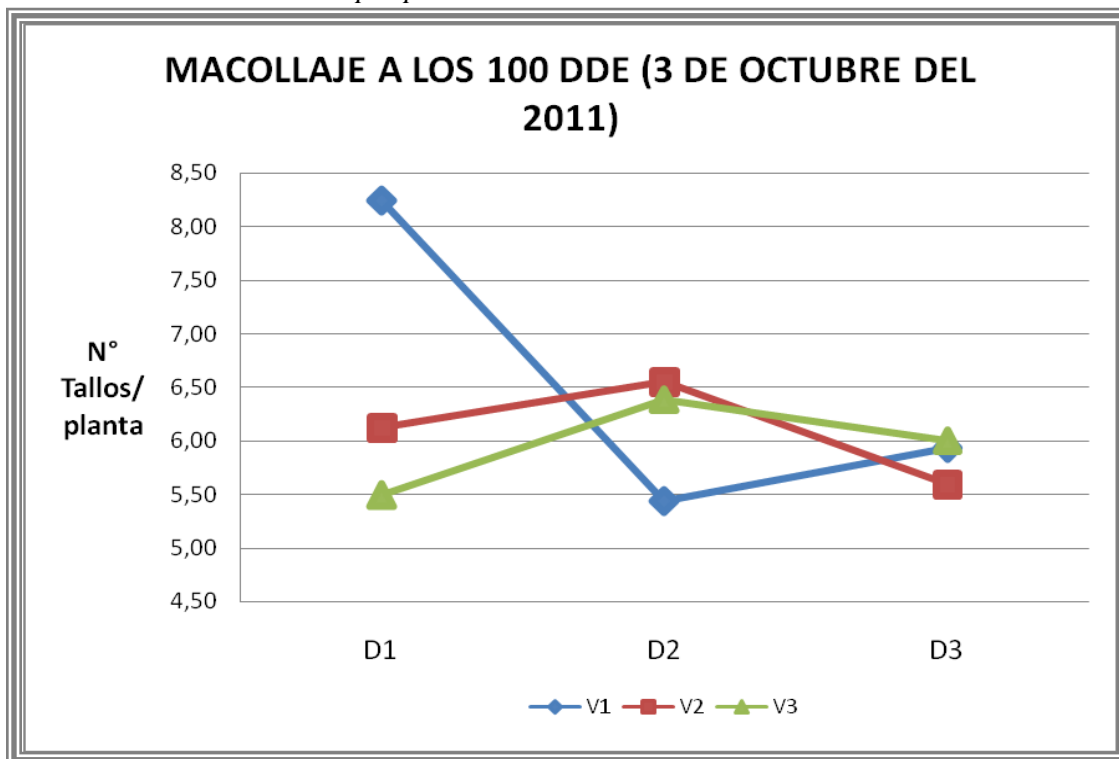
En el primer caso, es la densidad la variable que explica las repuestas del macollaje a los tratamientos, tal como se puede apreciar en el análisis de varianza. El Gráfico 5 nos muestra como, a medida que se aumentó la densidad de siembra, decreció el número de tallos por planta. Este efecto se basa en la menor disponibilidad de espacio que tienen para desarrollarse las plantas que fueron implantadas a mayores densidades, coincidiendo con los resultados obtenidos por Tollenar *et. al.* (2004), Prystupa *et. al.* (2003) y Kirby (1969).

Gráfico 5: Número de tallos por planta – 17 de agosto de 2011.



En cuanto a la segunda medición, el número de tallos por planta nos muestra una respuesta diferente al caso anterior. El análisis de varianza nos muestra que la densidad de siembra, la velocidad de siembra y la interacción densidad de siembra * velocidad de siembra resultan significativas para explicar los resultados obtenidos (ver Anexo 4). A pesar de esto, no se ve un patrón claramente establecido (Gráfico 6).

Gráfico 6: Número de tallos por planta – 3 de octubre de 2011.



El primer recuento se llevó a cabo en condiciones óptimas, por lo cual el patrón de macollaje resultó muy evidente de distinguir (Gráfico 5). El segundo recuento se realizó luego de que el cultivo se vio afectado por un leve déficit hídrico. Esta limitación en la disponibilidad hídrica produjo la muerte de macollos tardíos, hecho que complicó la diferenciación entre macollos muertos y hojas necrosadas (Gráfico 6).

Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes.

El modelo utilizado para explicar el rendimiento es el que analiza al rendimiento como el producto de sus dos principales componentes numéricos: el número de granos por unidad de área y el peso de los granos. A su vez, cada uno de los componentes principales del rendimiento puede ser desagregado en otros sub-componentes según su jerarquía, tal como se muestra en la Figura III.

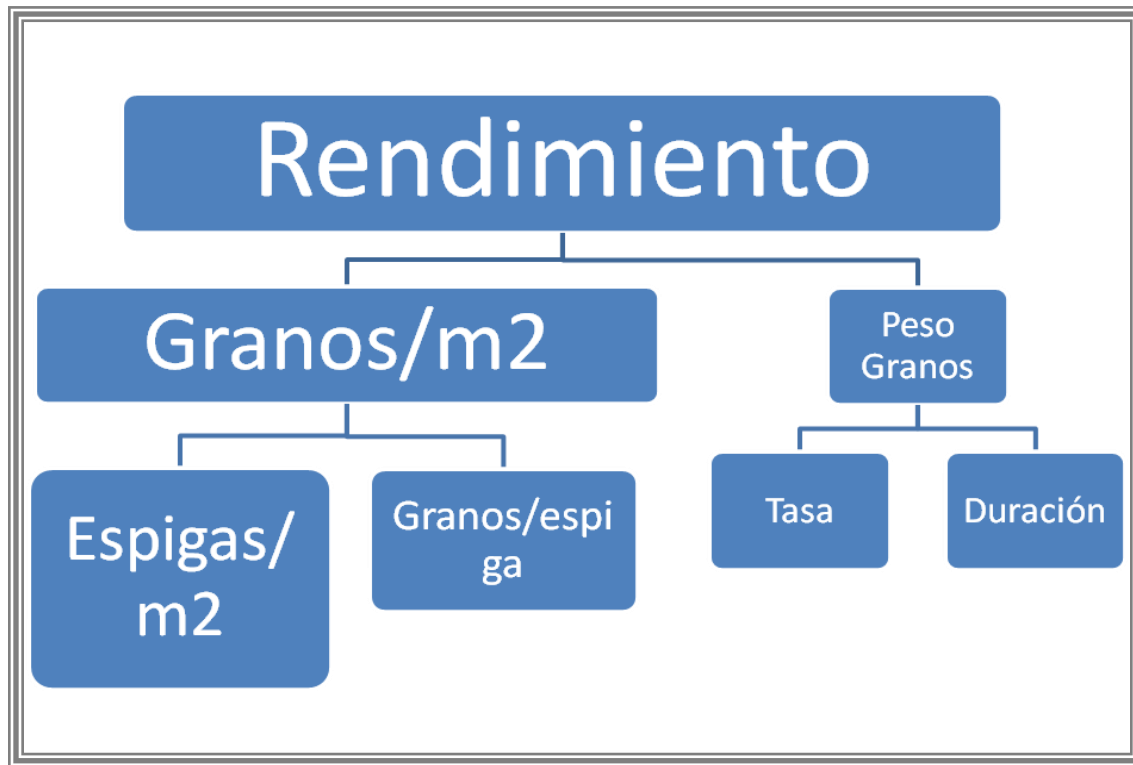
Como dijimos anteriormente, existe una alta exigencia en la calidad comercial de la cebada para la producción maltera. Debido a esto se ha realizado un análisis de los componentes de rendimiento, los cuales definen los parámetros de calidad de los granos de cebada.

Al igual que en otros cultivos extensivos (e.g. maíz, trigo, soja), las variaciones en el rendimiento son explicadas mayormente por los cambios en el número de granos por unidad de área, ya que la correlación entre rendimiento y peso de los granos es mucho más baja.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en el trigo donde cada espiguilla puede contener entre 9-12 primordios de flores, y de las que se establecen finalmente entre 0 y 4 flores fértiles por espiguilla, en cebada cada espiguilla diferencia un primordio que posteriormente podrá ser o no una flor fértil. Esto le otorga al cultivo de cebada baja plasticidad para modificar el número de granos por espiga. El peso del grano, que oscila entre 40-55 mg, resulta igualmente difícil de modificar.

Por lo mencionado anteriormente, en esta especie resulta muy importante tener un elevado número de espigas por unidad de área para evitar caídas en los rendimientos.

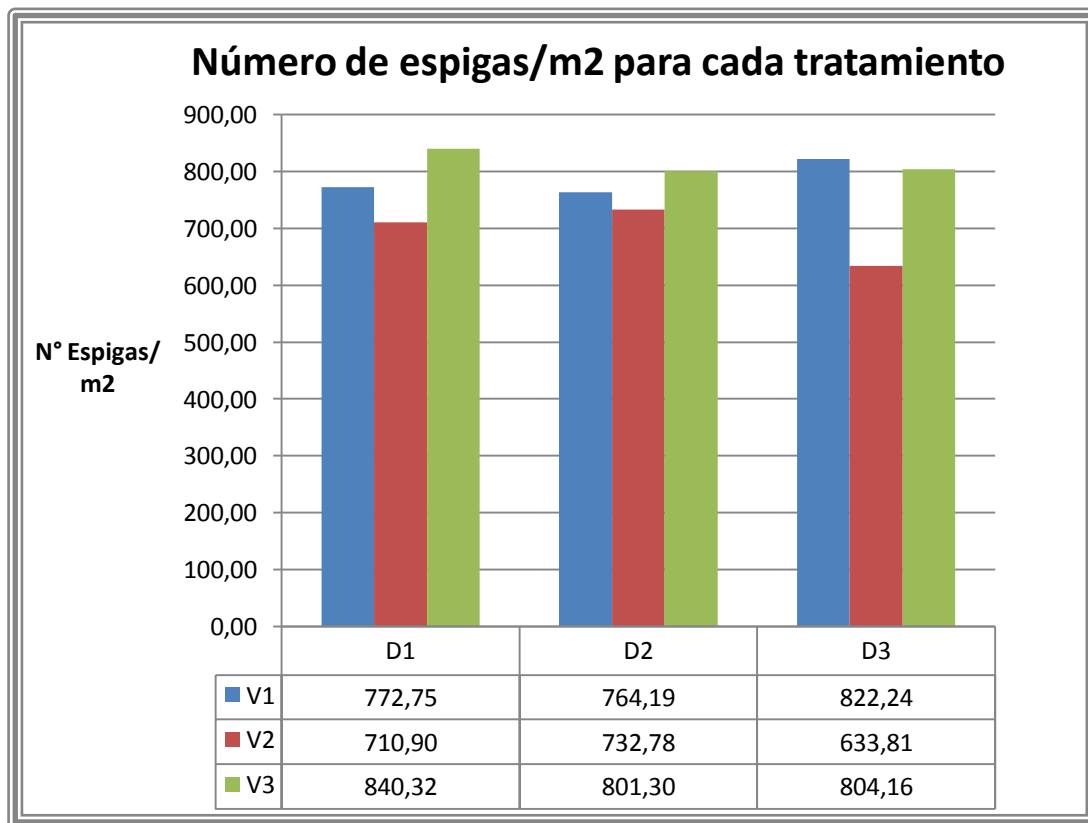
Figura III: Esquema de cajas indicando los subcomponentes que conforman el rendimiento.



En el Gráfico 7 puede observarse el número de espigas/m² para cada uno de los tratamientos. Esta variable no muestra evidencias de haberse visto afectada por la densidad y/o por la interacción densidad * velocidad de siembra, como se puede observar en el análisis de varianza (ver Anexo 4). En cambio, la velocidad de siembra sí resultó útil para explicar las diferencias entre los valores de espigas/m². Las velocidades 4 y 8 Km/hora no evidenciaron diferencias significativas entre sí, pero resultan

significativas las diferencias entre estos tratamientos y la siembra a 6 Km/hora, la cual arroja valores inferiores.

Gráfico 7: Número de espigas/m² en función de la densidad y velocidad de siembra.



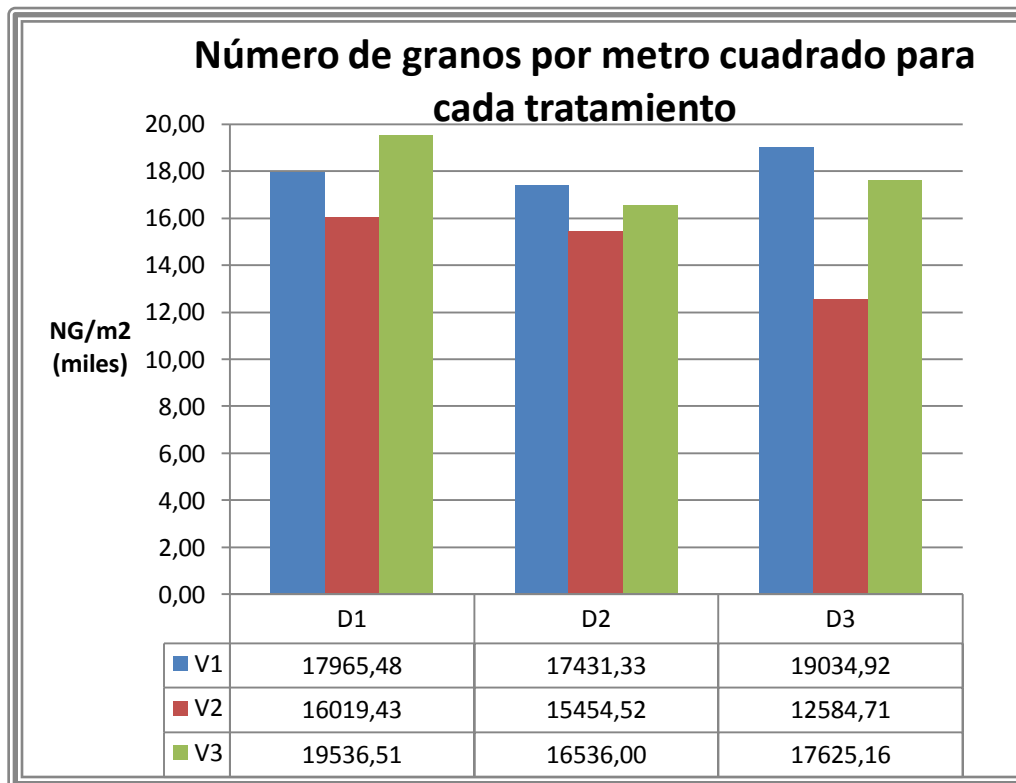
DMS=86 , 46

Número de Espigas/m² promedio = 764,72.

El menor número de espigas se obtuvo trabajando a densidad media. A baja densidad, el número de espigas resultó mayor que en la densidad media debido al gran aporte de espigas por parte de los macollos. A alta densidad se obtuvo igualmente un alto número de espigas por m^2 pero, en este caso, por el gran aporte de espigas de los tallos principales. La densidad media originó una menor población de tallos principales y no llegó a compensar con tallos secundarios por el menor número de macollos generados.

Como dijimos anteriormente, el número de granos por metro cuadrado es el resultado del número de espigas por metro cuadrado y del número de granos por espiga. Como este último es muy estable, es esperable que la respuesta del número de granos por metro cuadrado (NG/m^2) a los tratamientos sea similar a la respuesta del Número de espigas/ m^2 a los mismos (Gráfico 8). No obstante, esta variable no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (ver Anexo 4).

Gráfico 8: Número de granos/m² en función de la densidad y velocidad de siembra.



DMS=4293 , 31

Promedio de Número de Granos/m² = 16909,78.

El peso de mil granos en cebada oscila entre 40 y 55 gramos. Gracias a la capacidad que tiene el cultivo de movilizar y relocalizar sustancias de reserva, este componente es muy estable en diversas situaciones, tanto climáticas como de implantación. Puede verse en la Tabla 6 que el Peso de mil granos no muestra diferencias entre tratamientos, hecho que es apoyado por el ANOVA (ver Anexo 4).

Tabla 6: *Peso promedio de mil granos (gramos) para cada tratamiento.*

| Densidad de siembra | | Velocidad de siembra | | Promedio densidad |
|---------------------|---------|----------------------|---------|-------------------|
| | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | |
| | | | | |
| D1 | 39,07 | 40,40 | 39,73 | 39,73 a |
| D2 | 40,10 | 39,73 | 38,83 | 39,56 a |
| D3 | 39,43 | 40,30 | 39,17 | 39,63 a |
| | | | | |
| Promedio velocidad | 39,53 a | 40,14 a | 39,24 a | |

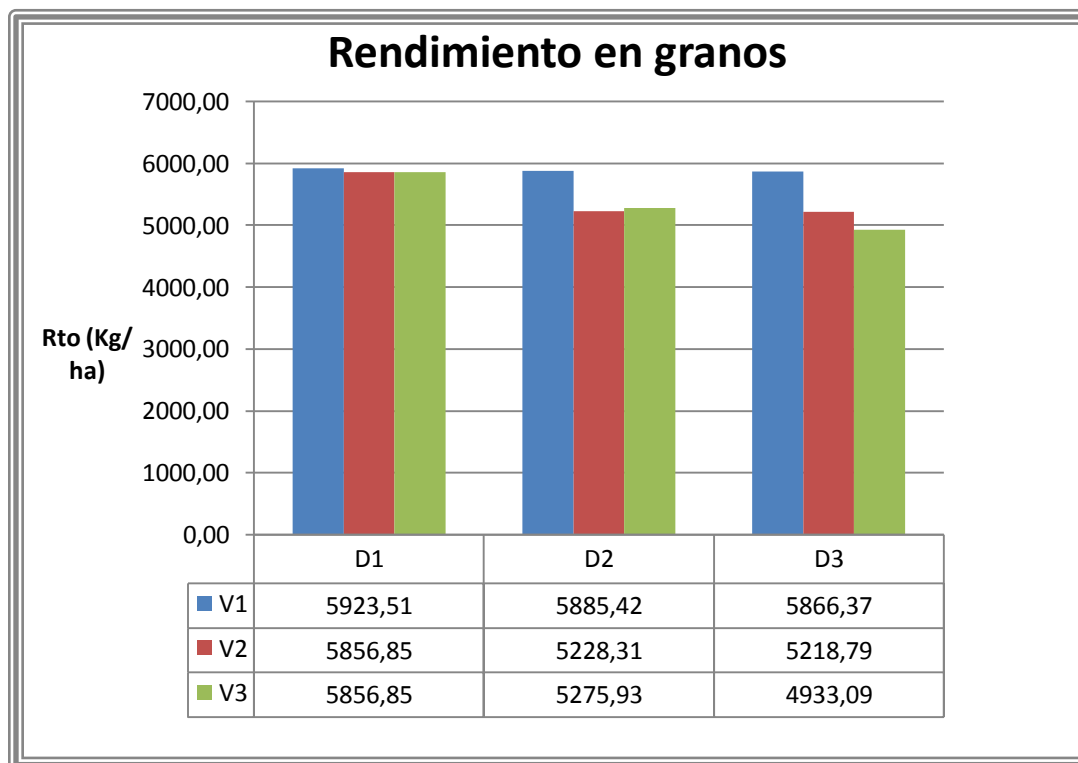
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

P1000 promedio = 39,64 g.

A pesar de las sutiles diferencias encontradas en el número de espigas por hectárea, los rendimientos no evidenciaron esa misma respuesta (ver Gráfico 9). Los tratamientos evaluados no mostraron diferencias estadísticamente significativas en los rindes (ver Anexo 4). Estos fueron superiores al promedio de la campaña 2011-2012 que, de acuerdo con los datos publicados por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, ascendió a 4300 Kg/Ha. Gran parte de esta diferencia puede explicarse debido a que la cosecha se

realizó en forma manual, eliminando así las pérdidas de cosecha que se dan normalmente a campo.

Gráfico 9: Rendimiento en Kg/Ha en función de la densidad y velocidad de siembra.



DMS=1359,66

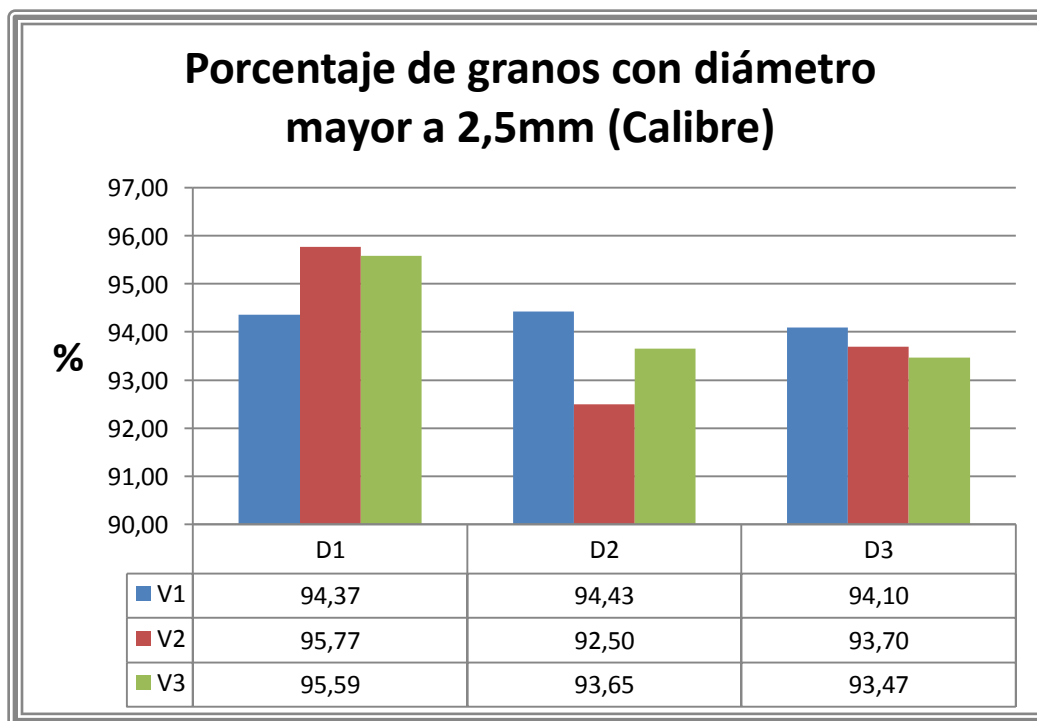
Rendimiento promedio = 5560,57 Kg/Ha.

Efecto de los tratamientos sobre el calibre de los granos.

En los gráficos 10 y 11 se muestran los porcentajes de granos de cebada que cumplen los requerimientos de comercialización. En todos los tratamientos los valores de los parámetros **Calibre** y **Bajo Zaranda** caen en la zona de tolerancia de recibo, no evidenciando, además, diferencias significativas entre densidades y velocidades de siembra distinta.

No obstante, puede verse que, sembrando a bajas velocidades, los valores resultan más estables ante cambios de la densidad de siembra. Este efecto se observa también en la respuesta del rendimiento ante los distintos tratamientos (Gráfico 11).

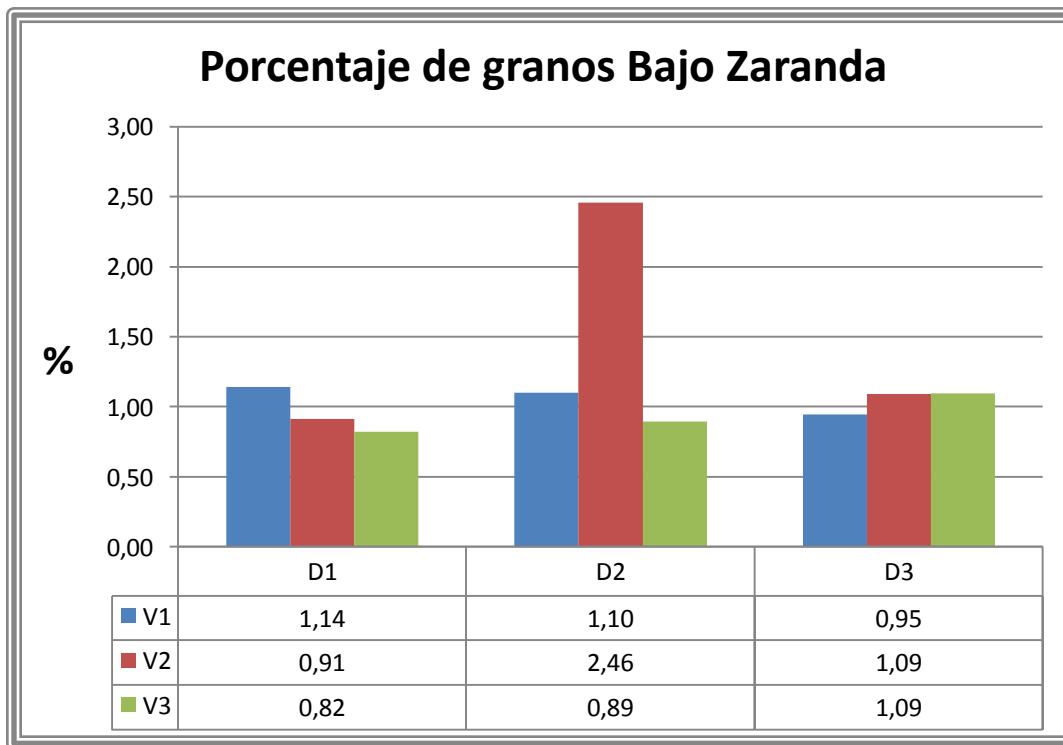
Gráfico 10: *Porcentaje de granos con diámetro mayor a 2,5 mm.*



DMS=5,25

Porcentaje Calibre promedio = 94,18%.

Gráfico 11: *Porcentaje de granos con diámetro menor a 2,2 mm*



DMS=2,49

Porcentaje Bajo Zaranda promedio = 1,16%.

Correlación entre las distintas variables.

A continuación se evaluó el grado de covariación existente entre las distintas variables analizadas en el ensayo. Se analizó la correlación lineal existente entre las variables de siembra, los componentes de rendimiento y los parámetros de calidad física del grano (matrices A y B). Para ello se usó el *Coefficiente de correlación de Pearson*.

Matriz A: *Correlación entre las variables que componen el rendimiento, el rinde y los parámetros de calidad física del grano.*

| | NG/esp | Nesp/m ² | NG/m ² | P1000 | Rend. | Calibre (%) | BZ (%) |
|---------------------|--------|---------------------|-------------------|-------|---------|-------------|---------|
| NG/esp | 1,00 | 0,00043 | 0,00 | 0,79 | 0,00067 | 0,34 | 0,11 |
| Nesp/m ² | 0,76 | 1,00 | 0,00 | 0,07 | 0,01 | 0,98 | 0,35 |
| NG/m ² | 0,94 | 0,94 | 1,00 | 0,43 | 0,00021 | 0,65 | 0,21 |
| P1000 | 0,05 | -0,35 | -0,16 | 1,00 | 0,80 | 0,0004 | 0,11 |
| Rend. | 0,75 | 0,50 | 0,66 | 0,05 | 1,00 | 0,18 | 0,08 |
| Calibre (%) | 0,19 | 0,00040 | 0,09 | 0,60 | 0,27 | 1,00 | 0,00013 |
| BZ (%) | -0,32 | -0,19 | -0,25 | -0,32 | -0,34 | -0,73 | 1,00 |

Referencias:

NG/esp = Número de granos por espiga.

Nesp/m² = Número de espigas por metro cuadrado.

NG/m² = Número de granos por metro cuadrado.

P1000 = Peso de mil granos.

Rend. = Rendimiento, en kilogramos por hectárea.

Calibre (%) = Porcentaje de granos de calibre superior a 2,5 milímetros.

BZ (%) = Porcentaje de granos de calibre inferior a 2,5 milímetros.

En la matriz anterior puede verse que el rendimiento está linealmente correlacionado, y en forma positiva, con el Número de Granos (por espiga y por m²) y con el Número de Espigas/m². La relación entre estas variables y el calibre de los granos de cebada resultó casi nula mientras que las mismas estuvieron relacionadas de manera inversa con el porcentaje de granos encontrados bajo zaranda.

La matriz siguiente muestra que de las dos variables que componen los tratamientos, la velocidad de siembra está mejor correlacionada con el calibre.

Matriz B: *Correlación entre las variables de siembra evaluadas (densidad y velocidad), el macollaje y los parámetros de calidad física del grano.*

| | BZ (%) | Calibre (%) | Dens | Veloc. | Macollaje 1 | Macollaje 2 |
|-------------|--------|-------------|-------|--------|-------------|-------------|
| BZ (%) | 1,00 | 0,00013 | 0,84 | 0,76 | 0,47 | 0,45 |
| Calibre (%) | -0,73 | 1,00 | 0,08 | 0,95 | 0,49 | 0,66 |
| Dens. | 0,04 | -0,34 | 1,00 | 1,00 | 0,00018 | 0,07 |
| Veloc. | -0,06 | -0,01 | 0,00 | 1,00 | 0,09 | 0,18 |
| Macoll 1 | 0,14 | 0,14 | -0,73 | 0,33 | 1,00 | 0,39 |
| Macoll 2 | 0,15 | -0,09 | -0,36 | -0,27 | 0,17 | 1,00 |

Referencias:

BZ (%) = Porcentaje de granos de calibre inferior a 2,5 milímetros.

Calibre (%) = Porcentaje de granos de calibre superior a 2,5 milímetros.

Dens. = Densidad de siembra.

Veloc. = Velocidad de siembra.

Macoll 1 = Primer recuento de macollos, 53 días desde emergencia.

Macoll 2 = Segundo recuento de macollos, 100 días desde emergencia.

La velocidad de siembra es la variable con el menor valor del estadístico *Cp de Mallows* (*i.e.* la que minimiza el sesgo y, por ende, el error cuadrático medio de predicción). A pesar de ello, al correr el análisis de regresión no se obtuvieron resultados satisfactorios con ninguna de las variables evaluadas en el ensayo (ver Anexo 4).

El tamaño de los granos de cebada no evidenció respuesta alguna frente a variaciones en la densidad y/o velocidad de siembra.

Conclusión

El número de plantas logradas se incrementó a medida que aumentó la densidad de siembra. La velocidad de avance de la sembradora no tuvo efecto en la emergencia de plántulas.

En las condiciones en las que fue llevado este ensayo no hubo respuesta en la profundidad de siembra frente a variaciones en la velocidad de siembra. No obstante, si se observó una mayor irregularidad horizontal cuando se trabajó a altas velocidades. Este hecho se hizo evidente cuando se analizó el desvío estándar de las distancias entre plantas.

Con respecto al macollaje, los resultados no fueron satisfactorios. En la primera medición se obtuvo el efecto esperado de acuerdo a los antecedentes evaluados en la bibliografía (disminución del número de tallos por planta a medida que se aumentó la densidad de siembra). Por el contrario, la segunda medición no arrojó una respuesta uniforme ante las distintas variables evaluadas.

En cuanto al rendimiento del cultivo, ninguno de los tratamientos generó diferencias significativas sobre aquel, ni sobre los componentes que lo definen. Las diferencias entre número de granos por metro cuadrado, número de espigas por metro cuadrado y peso de mil granos entre los distintos tratamientos resultaron menores a la diferencia mínima significativa.

Las condiciones ambientales durante el final del macollaje impidieron el desarrollo de espigas tardías. Esto produjo una reducción en el número de granos por m². Al experimentar una menor competencia, los granos no se vieron limitados por fuente y crecieron correctamente. Si bien trabajando a bajas velocidades de siembra el tamaño de los granos resultó mucho más estable, los tratamientos no tuvieron efecto estadísticamente significativo en el calibre de los granos de cebada.

En nuestro ensayo no se cumplió la hipótesis planteada.

Bibliografía

- Abeledo, L.G.; D.F. Calderini and G.A. Slafer.** 2004. Leaf appearance, tillering and their coordination in old and modern barleys from Argentina. *Field Crops Research* 86, 23-32.
- Adams, M.W.** 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. *CROP SCIENCE* – PDF/ American Society of Agronomy. (<http://www.agronomy.org>).
- Aguinaga, A.A.** 2004. Análisis de las relaciones entre proteína de reserva, calidad maltera y ambiente de cultivo en cebada cervecera. Tesis Magíster en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur.
- Anderson, P.M.; E.A. Oelke and S.R. Simmons.** 2002. Growth and development guide for spring barley. University of Minnesota.
- Arisnabarreta, S. and D.J. Miralles.** 2006. Radiation effects on potential number of grains per spike and biomass partitioning in two- and six-rowed near isogenic barley lines. *Field Crops Research* 107, 203-210.
- Baethgen, W.T.; C.B. Christianson and A. García Lamothe.** 1995. Nitrogen fertilizer effects on growth, grain yield and yield components of malting barley. *Field Crops Research* 43, 87-99.

-Bolsa de Cereales de Buenos Aires (<http://www.bolsadecereales.com>) – Informes Semanales.

-Bragachini, M.; Méndez, A.; Scaramuzza, F. 2001. Siembra directa de trigo con abundante rastrojo en superficie. Equipamiento de la sembradora. Proyecto de agricultura de precisión, INTA Manfredi.

-Brooks, P.A. 1980. The significance of pre-harvest sprouting of barley in malting and brewing. En: Proceedings of 30th Annual Australian Cereal Chemistry Conference RACI, Melbourne.

-Calderini, D.F. and M.F. Dreccer. 2002. Choosing genotype, sowing date and plant density for malting barley. En: G.A. Slafer; J.L. Molina Cano; J.L. Araus; R. Savin and I. Romagosa (eds.). Barley: Recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality. The Haworth Press, Inc. New York. pp. 413-443.

-Cámara de la Industria Cervecera Argentina. 2011. Producción y consumo de cerveza en el mundo. (<http://www.camaracervecera.com.ar>).

-Del Carmen, J. 1973. Efecto del nitrógeno y de la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad del trigo (*Triticum vulgare* L.). Echegaray. E. 1969.

-Ellis, R.P. and B. Marshall. 1998. Growth, yield and grain quality of barley (*Hordeum vulgare* L.) in response to nitrogen uptake. Plant development and rate of germination. J. Exp. Bot. 49: 1021-1029.

- Hough, J.** 1990. Biotecnología de la cerveza y de la malta. Editorial Acribia S.A., Zaragoza.
- Hummel, J.; Gray, L.; Nave, W.R.** 1981. Soybean emergence from field seedbed environments. Transaction of the ASAE v.24 (4): p. 872-878.
- Ibarra, R.M. y Adáme, G.** 1986. Comparación de métodos de siembra de trigo en temporal. Informe de investigación. Archivo técnico. CEGET-CIFAP-NL-INIFAP. Gral. Terán, N.L. México.
- Kirby, E.J.M.** 1969. The effect of sowing date and plant density on barley. Annals of Applied Biology 63: 513-521.
- Kruck, B. y E.H. Satorre.** 2003. Densidad y arreglo espacial del cultivo. En: Satorre et al. (eds.). Producción de granos. Bases fisiológicas para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía U.B.A., pp. 279-310.
- Lajoux, P.** 1998. Performance of wheat cultivars sown at different seeding rates under drought-stress conditions. (<http://www.tandfonline.com>).
- Maddoni, A. y De la Fuente, E.B.** 2003. ¿Qué se entiende por estructura del cultivo?, en Satorre, E.R.; Benech Arnold; Slafer, G.A.; De la Fuente; E.B.; Miralles, D.; Otegui, M.E. y Savin, R. (eds.). Producción de cultivos de granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía, Buenos Aires.
- MAGyP.** 2010. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estimaciones agrícolas. (<http://www.minagri.gob.ar>).

- Marshall, R.** 2005. Effects of Spacing Variability on Barley Grain Yield. Knoxville, Tennessee.
- Miralles, D.J.; I. Alzueta; L.G. Abeledo; S. Arisnabarreta Dupuy; A. Castellazi y D. De Abelleyra.** 2009. CRONOCEBADA. Sistema experto para predecir fenología en cebada cervecera. Dirección Nacional del Derecho de Autor. Exp. 783214. (<http://www.agro.uba.ar/cátedras/cerealicultura/servicios.htm>).
- Miralles, D.J.; L.B. Windauer y N.V. Gómez.** 2003. Factores que regulan el desarrollo de los cultivos de granos. En: Satorre et al. (eds.). Producción de granos. Bases fisiológicas para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía U.B.A., pp. 60-71.
- Pellizi, G.** 1987. Meccanica e meccanizzazione agricola. Edagricole, Bologna.
- Prystupa, P.; Slafer, G.A. y Savin, R.** 2003. Leaf appearance, tillering and their coordination in response to NxP fertilization in barley. Plant and soil 255, 587-594.
- SAGyP.** 2007. Normas de calidad y comercialización de cebada. Resolución 446/2007. Boletín oficial 31303, Primera Sección, pp. 15-18.
- Satorre, E.H.** 1999. Plant density and distribution as modifiers of growth and yield. En: E.H. Satorre and G.A. Slafer (eds.). Wheat: Ecology and physiology of yield determination. The Haworth Press, Inc. New York. pp. 141-159.
- Shafii, B. y Holmes, J.A.** 2005. Optimisation of design and operational parameters of a pneumatic seed metering for planting cottonseed. (<http://www.sciencedirect.com>).

- Slafer, G.A. y Rawson, H.M.** 1994. Sensivity of wheat phasic development to major environmental factors: a Re-examination of some assumptions made by physiologist and modellers. Australian journal of plant physiology 21, 393-426.
- Soriano, N.** 2005. Nota sobre los dosificadores y su desempeño. Informe técnico de Dosificadores. Buenos Aires.
- Tollenar, M.; Liu, W.; Stewart, G. y Deen, W.** 2004. Response of barley grain yield to spacial and temporal variability in emergence. Crop Sci 44: 847-854.
- Tomaso, J.C.** 2004. Cebada cervecera en la Argentina. Cereales. Revista Idia XXI N° 6, Junio de 2004. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Anexo 1

NORMA DE CALIDAD PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE CEBADA CERVECERA

NORMA V – CEBADA

1.- Se entiende por cebada cervecera, a los efectos de la presente reglamentación, a los granos de la especie “*Hordeum distichum* L”.

2. - BASES DE COMERCIALIZACION:

La compra-venta de cebada cervecera, estará sujeta a las siguientes bases de comercialización:

- 2.1. Capacidad germinativa: Mínimo NOVENTA Y OCHO POR CIENTO (98%).
- 2.2. Proteína Mínima (S.S.S.): Mínimo DIEZ COMA CERO POR CIENTO (10,0%).
- 2.3. Proteína Máxima (S.S.S.): Máximo DOCE COMA CERO POR CIENTO (12,0%).
- 2.4. Humedad: Máximo DOCE COMA CERO POR CIENTO (12,0%).

3. - TOLERANCIAS DE RECIBO:

Las entregas de cebada cervecera quedarán sujetas a las tolerancias de recibo que a continuación se establecen:

- 3.1. Capacidad germinativa: Mínimo NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95%).

3.2. Granos quebrados, partidos, pelados y granos dañados: Máximo UNO COMA CINCO POR CIENTO (1,5%).

3.3. Materias extrañas: Máximo CERO COMA CINCO POR CIENTO (0,5%).

3.4. Granos con carbón: Máximo CERO COMA DOS POR CIENTO (0,2%).

3.5. Granos picados: Máximo CERO COMA CINCO POR CIENTO (0,5%).

3.6. Material bajo zaranda de DOS COMA DOS MILIMETROS (2,5mm): Máximo TRES COMA CERO POR CIENTO (3,0%).

3.7. Calibre: sobre zaranda de DOS COMA CINCO (2,5) milímetros: Mínimo OCHENTA Y CINCO POR CIENTO (85%).

3.8. Proteína Máxima (S.S.S.): Máximo TRECE COMA CERO POR CIENTO (13,0%).

3.9. Humedad: Máximo DOCE COMA CINCO POR CIENTO (12,5%).

3.10. Libre de insectos y/o arácnidos vivos.

4. La cebada cervecera que exceda las tolerancias establecidas de recibo obligatorio, que presente olores comercialmente objetables o que por cualquier otra causa sea de calidad inferior que impida su uso para el fin específico, se considerará fuera de la presente normativa.

5. - BONIFICACIONES:

La comercialización de cebada cervecera quedará sujeta a las siguientes bonificaciones:

5.1. Granos quebrados, partidos, pelados y dañados: Para valores inferiores al UNO COMA CINCO POR CIENTO (1,5%) se bonificará a razón del UNO POR CIENTO (1%) por cada por ciento o fracción proporcional.

5.2. Material Bajo zaranda de DOS COMA DOS MILIMETROS: Para valores inferiores al TRES COMA CERO POR CIENTO (3,0%) se bonificará a razón de UNO POR CIENTO (1%) por cada por ciento o fracción proporcional.

5.3. Humedad: Para valores inferiores al DOCE COMA CERO POR CIENTO (12%) se bonificará a razón del UNO COMA DOS POR CIENTO (1,2%) por cada por ciento o fracción proporcional.

5.3. Humedad: Para mercadería que exceda el DOCE COMA CINCO POR CIENTO (12,5%) se aplicará una merma, conforme a la fórmula siguiente:

$$\text{Merma (\%)} = \frac{H_i - H_f}{H_i} \times 100 \quad H_i = \text{Humedad inicial}$$

$$100 - H_f \quad H_f = \text{Humedad final (12,0\%)}$$

Merma por manipuleo: adicionar CERO COMA VEINTE POR CIENTO (0,20%)

6. - REBAJAS:

La comercialización de cebada cervecera quedará sujeta a las siguientes rebajas:

6.1. Capacidad germinativa: Para valores inferiores a NOVENTA Y OCHO POR CIENTO (98%) y hasta NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95%), se rebajará a razón del UNO POR CIENTO (1%) por cada por ciento.

6.2. Granos quebrados, partidos, pelados y dañados: Para valores superiores al UNO COMA CINCO POR CIENTO (1,5%) se rebajará a razón del UNO POR CIENTO (1%) por cada por ciento o fracción proporcional.

6.3. Materias extrañas: Para valores superiores al CERO COMA CINCO POR CIENTO (0,5%), se rebajará a razón del UNO POR CIENTO (1%) por cada por ciento o fracción proporcional.

6.4. Granos con carbón: Para valores superiores al CERO COMA DOS POR CIENTO (0,2%), se rebajará a razón del UNO POR CIENTO (1%) por cada por ciento o fracción proporcional.

6.5. Granos picados: Para valores superiores al CERO COMA CINCO POR CIENTO (0,5%), se rebajará a razón del UNO POR CIENTO (1%) por cada por ciento o fracción proporcional.

6.6. Material bajo zaranda de DOS COMA DOS MILIMETROS (2,2 mm.): Para valores superiores al TRES COMA CERO POR CIENTO (3%), se rebajará a razón del UNO POR CIENTO (1%) por cada por ciento o fracción proporcional.

Anexo 2

Características sembradora Crucianelli Pionera Modelo 2717

| <i>Características</i> | |
|------------------------------|------|
| Número de líneas de siembra | 27 |
| Separación entre líneas (cm) | 17.5 |
| Ancho de Labor (m) | 4.7 |

| | |
|---|--|
| Unidades de siembra | Dos trenes de siembra con paralelogramos, separados 900 mm. Dobles discos de 16" montados sobre dobles rodamientos. Ruedas niveladoras envolventes. Ruedas tapadoras en V. Opción: Rueda compactadora de grano semineumática. |
| Cuchilla para el corte del rastrojo | De tipo onduladas - Opcional: Patines laterales. (Menos remoción, mejor corte rastrojo) |
| Fertilización fuera de línea | Con doble disco fertilizador para Pioneras. con separación entre líneas de 23,3 cm. |
| Dosificador de semilla | Alimentadores de roldana de doble boca. |
| Regulación dosis semilla | Caja de cambios de 54 marchas. |
| Dosificador fertilizante | Alimentadores chevrón. |
| Regulación dosis fertilizante | Variador continuo de velocidades 25 a 470 kg/ha de Fosfato Diamónico. |
| Dosificador semilla tolva alfalfa | Alimentadores de rodillo acanalado. |
| Regulación dosis fertilizante | Caja de cambios de 20 velocidades 5 - 21 kg/ha alfalfa. |
| Presión del sistema hidráulico (km/cm ² requerido) | 160 mínimo - 180 máximo |
| Nro. / tamaño rodado de transporte | rodados 400 / 60 - 15,5 |
| Nro. / tamaño rodado mando semilla y fertilizante en línea | 1 rod / 7,50-16 |

| | |
|--|---------------------------|
| Nro. / tamaño rodado mando semilla y fertilizante fuera de línea | 0 |
| Peso en vacío de la máquina estándar (Kg) | 6,850 |
| Peso en vacío con doble fertilización (Kg) | 0 |
| Kit de grano grueso | 7(70) - 9(52,5) 14(35) |

Anexo 3

Información climática complementaria

Gráfico A: *Precipitaciones medias mensuales del año 2011 y de la serie 1910-2010.*

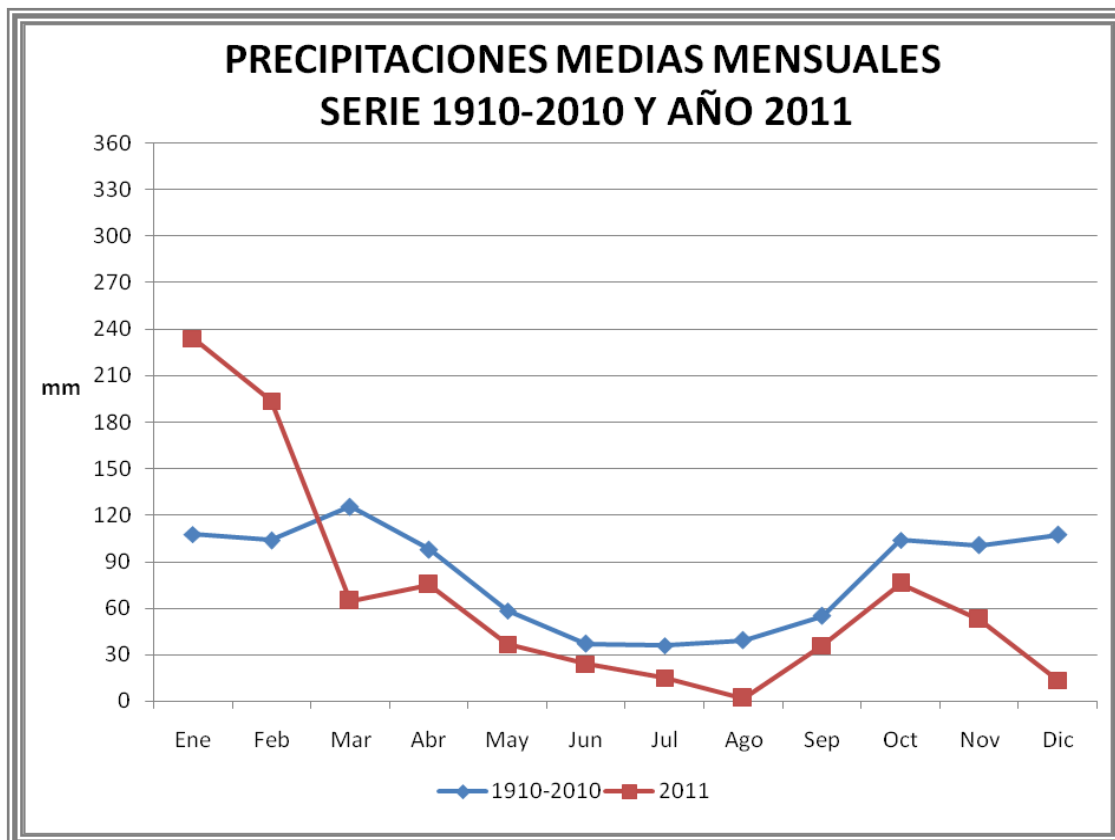


Gráfico B: Precipitaciones acumuladas del año 2011 y de la serie 1910-2010.

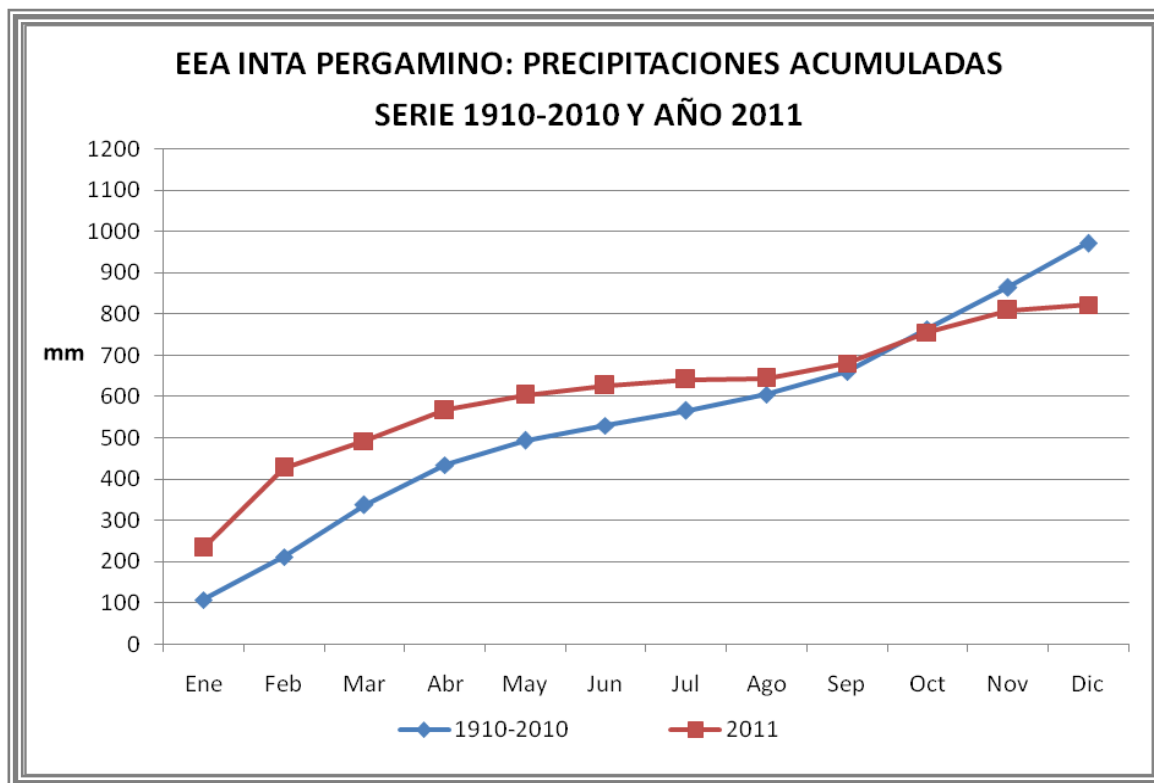


Tabla C: Temperaturas medias del suelo a lo largo del ciclo del cultivo.

| | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre |
|-------------------------------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|
| Temp. Media Suelo a 5 cm (°C) | 10,6 | 9,7 | 11,2 | 14,1 | 18,2 | 22,0 |

Anexo 4

Análisis estadísticos de las distintas variables evaluadas en el ensayo.

Análisis de la varianza Densidad (plantas/m²)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Plantas/m ² | 27 | 0,86 | 0,80 | 8,56 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|----------|----|----------|-------|---------|
| Modelo | 64446,77 | 8 | 8055,85 | 13,62 | <0,0001 |
| Densidad de siembra | 59724,41 | 2 | 29862,20 | 50,50 | <0,0001 |
| Velocidad de siembra | 1043,96 | 2 | 521,98 | 0,88 | 0,4308 |
| Densidad*Velocidad | 3678,40 | 4 | 919,60 | 1,56 | 0,2290 |
| Error | 10644,39 | 18 | 591,35 | | |
| Total | 75091,15 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=47,1265

Error: 13,4660 gl: 18

| Densidad | Medias | n | |
|----------|--------|---|---|
| 1,00 | 228,48 | 9 | A |
| 2,00 | 280,60 | 9 | B |
| 3,00 | 343,52 | 9 | C |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Análisis de la varianza Largo Etiolado en función de la Velocidad de siembra.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Promedio LE | 27 | 0,01 | 0,00 | 15,52 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0,03 | 2 | 0,02 | 0,06 | 0,9403 |
| Velocidad | 0,03 | 2 | 0,02 | 0,06 | 0,9403 |
| Error | 6,58 | 24 | 0,27 | | |
| Total | 6,61 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61635

Error: 0,2741 gl: 24

| Velocidad | Medias | n | |
|-----------|--------|---|---|
| 1,00 | 3,40 | 9 | A |
| 2,00 | 3,39 | 9 | A |
| 3,00 | 3,32 | 9 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Análisis de la varianza Largo Etiolado en función de la Densidad de siembra.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Promedio LE | 27 | 0,01 | 0,00 | 15,50 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0,05 | 2 | 0,03 | 0,10 | 0,9095 |
| Densidad | 0,05 | 2 | 0,03 | 0,10 | 0,9095 |
| Error | 6,56 | 24 | 0,27 | | |
| Total | 6,61 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61550

Error: 0,2733 gl: 24

| Densidad | Medias | n | |
|----------|--------|---|---|
| 2,00 | 3,43 | 9 | A |
| 1,00 | 3,35 | 9 | A |
| 3,00 | 3,33 | 9 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Análisis de la varianza N° de tallos por planta - 53 Días desde emergencia.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| Tallos/Planta | 27 | 0,70 | 0,56 | 6,63 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 6,63 | 8 | 0,83 | 5,14 | 0,0019 |
| Densidad de siembra | 5,40 | 2 | 2,70 | 16,71 | 0,0001 |
| Velocidad de siembra | 1,07 | 2 | 0,53 | 3,30 | 0,0600 |
| Densidad*Velocidad | 0,17 | 4 | 0,04 | 0,27 | 0,8965 |
| Error | 2,91 | 18 | 0,16 | | |
| Total | 9,54 | 26 | | | |

Análisis de la varianza N° tallos por planta - 100 Días desde emergencia.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| Tallos/Planta | 27 | 0,84 | 0,77 | 7,03 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 17,66 | 8 | 2,21 | 11,63 | <0,0001 |
| Densidad de siembra | 2,77 | 2 | 1,39 | 7,31 | 0,0048 |
| Velocidad de siembra | 1,65 | 2 | 0,83 | 4,35 | 0,0288 |
| Densidad*Velocidad | 13,24 | 4 | 3,31 | 17,43 | <0,0001 |
| Error | 3,42 | 18 | 0,19 | | |
| Total | | | | 21,08 | 26 |

Análisis de la varianza Número de espigas por m².

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Nesp/m ² | 27 | 0,79 | 0,26 | 9,96 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------------|-----------|----|----------|------|---------|
| Modelo | 99112,18 | 8 | 12389,02 | 2,13 | 0,0866 |
| Densidad | 2058,38 | 2 | 1029,19 | 0,18 | 0,8390 |
| Velocidad | 74165,15 | 2 | 37082,57 | 6,39 | 0,0080 |
| Densidad*Velocidad | 22888,65 | 4 | 5722,16 | 0,99 | 0,4402 |
| Error | 104496,75 | 18 | 5805,37 | | |
| Total | 203608,93 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=86,46382

Error: 53,4909 gl: 24

| Velocidad | Medias | n | |
|-----------|--------|---|---|
| 3,00 | 815,27 | 9 | A |
| 1,00 | 786,40 | 9 | A |
| 2,00 | 692,50 | 9 | B |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Análisis de la varianza Número de granos por m².

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| NG/m ² | 27 | 0,31 | 0,01 | 21,11 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------------|--------------|----|-------------|------|---------|
| Modelo | 105212073,50 | 8 | 13151509,19 | 1,03 | 0,4482 |
| Densidad | 11709144,60 | 2 | 5854572,30 | 0,46 | 0,6387 |
| Velocidad | 67016745,09 | 2 | 33508372,55 | 2,63 | 0,0995 |
| Densidad*Velocidad | 26486183,81 | 4 | 6621545,95 | 0,52 | 0,7223 |
| Error | 229258735,82 | 18 | 12736596,43 | | |
| Total | 334470809,32 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4293,31073

Error: 91,4345 gl: 18

| Densidad | Medias | n | |
|----------|----------|---|---|
| 3,00 | 16414,93 | 9 | A |
| 2,00 | 16473,95 | 9 | A |
| 1,00 | 17840,47 | 9 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4293,31073

Error: 96,4345 gl: 18

| Velocidad | Medias | n | |
|-----------|----------|---|---|
| 2,00 | 14686,22 | 9 | A |
| 3,00 | 17899,22 | 9 | A |
| 1,00 | 18143,91 | 9 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Análisis de la varianza Peso de mil granos.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| P1000 | 27 | 0,77 | 0,00 | 2,67 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 7,47 | 8 | 0,93 | 0,83 | 0,5868 |
| Densidad | 0,14 | 2 | 0,07 | 0,06 | 0,9385 |
| Velocidad | 3,80 | 2 | 1,90 | 1,69 | 0,2119 |
| Densidad*Velocidad | 3,52 | 4 | 0,88 | 0,78 | 0,5500 |
| Error | 20,20 | 18 | 1,12 | | |
| Total | 27,67 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,27440

Error: 1,1222 gl: 18

| Densidad | Medias | n | |
|----------|--------|---|---|
| 2,00 | 39,56 | 9 | A |
| 3,00 | 39,63 | 9 | A |
| 1,00 | 39,73 | 9 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,27440

Error: 1,1222 gl: 18

| Velocidad | Medias | n | |
|-----------|--------|---|---|
| 3,00 | 39,24 | 9 | A |
| 1,00 | 39,53 | 9 | A |
| 2,00 | 40,14 | 9 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,03117

Error: 1,1222 gl: 18

| Densidad | Velocidad | Medias | n | |
|----------|-----------|--------|---|---|
| 2,00 | 3,00 | 38,83 | 3 | A |
| 1,00 | 1,00 | 39,07 | 3 | A |
| 3,00 | 3,00 | 39,17 | 3 | A |
| 3,00 | 1,00 | 39,43 | 3 | A |
| 2,00 | 2,00 | 39,73 | 3 | A |
| 1,00 | 3,00 | 39,73 | 3 | A |
| 2,00 | 1,00 | 40,10 | 3 | A |
| 3,00 | 2,00 | 40,30 | 3 | A |
| 1,00 | 2,00 | 40,40 | 3 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Análisis de la varianza Rendimiento (Kg/Ha).

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Rinde | 27 | 0,77 | 0,24 | 8,55 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------------|------------|----|-----------|------|---------|
| Modelo | 3624913,37 | 8 | 453114,17 | 2,01 | 0,1048 |
| Densidad | 1438465,36 | 2 | 719232,68 | 3,19 | 0,0654 |
| Velocidad | 1509206,59 | 2 | 754603,29 | 3,34 | 0,0583 |
| Densidad*Velocidad | 677241,42 | 4 | 169310,35 | 0,75 | 0,5709 |
| Error | 4064355,44 | 18 | 225797,52 | | |
| Total | 7689268,81 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=571,64343

Error: 22,5244 gl: 18

| Densidad | Medias | n | |
|----------|---------|---|---|
| 3,00 | 5339,42 | 9 | A |
| 2,00 | 5463,22 | 9 | A |
| 1,00 | 5879,07 | 9 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=571,64343

Error: 25,5433 gl: 18

| Velocidad | Medias | n | |
|-----------|---------|---|---|
| 3,00 | 5355,29 | 9 | A |
| 2,00 | 5434,65 | 9 | A |
| 1,00 | 5891,77 | 9 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1359,65980

Error: 27,5244 gl: 18

| Densidad | Velocidad | Medias | n | |
|----------|-----------|---------|---|---|
| 3,00 | 3,00 | 4933,09 | 3 | A |
| 3,00 | 2,00 | 5218,79 | 3 | A |
| 2,00 | 2,00 | 5228,31 | 3 | A |
| 2,00 | 3,00 | 5275,93 | 3 | A |
| 1,00 | 2,00 | 5856,85 | 3 | A |
| 1,00 | 3,00 | 5856,85 | 3 | A |
| 3,00 | 1,00 | 5866,37 | 3 | A |
| 2,00 | 1,00 | 5885,42 | 3 | A |
| 1,00 | 1,00 | 5923,51 | 3 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Análisis de la varianza Porcentaje de grano con diámetro mayor a 2,5 mm.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|
| Calibre (%) | 27 | 0,79 | 0,00 | 1,95 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 25,32 | 8 | 3,17 | 0,94 | 0,5094 |
| Densidad | 15,60 | 2 | 7,80 | 2,32 | 0,1274 |
| Velocidad | 0,48 | 2 | 0,24 | 0,07 | 0,9318 |
| Densidad*Velocidad | 9,24 | 4 | 2,31 | 0,69 | 0,6111 |
| Error | 60,64 | 18 | 3,37 | | |
| Total | 85,97 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,25203

Error: 3,3691 gl: 18

| Densidad | Velocidad | Medias | n | |
|----------|-----------|--------|---|---|
| 2,00 | 2,00 | 92,51 | 3 | A |
| 3,00 | 3,00 | 93,47 | 3 | A |
| 2,00 | 3,00 | 93,66 | 3 | A |
| 3,00 | 2,00 | 93,70 | 3 | A |
| 3,00 | 1,00 | 94,10 | 3 | A |
| 1,00 | 1,00 | 94,37 | 3 | A |
| 2,00 | 1,00 | 94,43 | 3 | A |
| 1,00 | 3,00 | 95,60 | 3 | A |
| 1,00 | 2,00 | 95,77 | 3 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Análisis de la varianza Porcentaje de grano con diámetro menor a 2,2 mm.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| BZ (%) | 27 | 0,70 | 0,00 | 75,12 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 5,98 | 8 | 0,75 | 0,98 | 0,4821 |
| Densidad | 1,45 | 2 | 0,72 | 0,95 | 0,4058 |
| Velocidad | 1,49 | 2 | 0,74 | 0,97 | 0,3966 |
| Densidad*Velocidad | 3,05 | 4 | 0,76 | 1,00 | 0,4339 |
| Error | 13,74 | 18 | 0,76 | | |
| Total | 19,72 | 26 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,49989

Error: 0,7633 gl: 18

| Densidad | Velocidad | Medias | n | |
|----------|-----------|--------|---|---|
| 1,00 | 3,00 | 0,82 | 3 | A |
| 2,00 | 3,00 | 0,89 | 3 | A |
| 1,00 | 2,00 | 0,91 | 3 | A |
| 3,00 | 1,00 | 0,95 | 3 | A |
| 3,00 | 2,00 | 1,09 | 3 | A |
| 3,00 | 3,00 | 1,10 | 3 | A |
| 2,00 | 1,00 | 1,11 | 3 | A |
| 1,00 | 1,00 | 1,14 | 3 | A |
| 2,00 | 2,00 | 2,46 | 3 | A |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Análisis de regresión lineal Calibre (%) en función de las variables de siembra y los componentes de rendimiento.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | ECMP | AIC | BIC |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|--------|--------|
| Calibre (%) | 27 | 0,24 | 0,06 | 5,88 | 114,56 | 123,63 |

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

| Coef | Est. | E.E. | LI (95%) | LS (95%) | T | p-valor | CpMallows |
|---------------------|----------|--------|----------|----------|-------|---------|-----------|
| const | 51,64 | 32,32 | -15,57 | 118,84 | 1,60 | 0,1250 | |
| Densidad | -0,47 | 0,45 | -1,39 | 0,46 | -1,04 | 0,3089 | 6,08 |
| Velocidad | 0,41 | 0,49 | -0,61 | 1,44 | 0,84 | 0,4084 | 5,72 |
| NG/esp | 2,33 | 1,55 | -0,90 | 5,55 | 1,50 | 0,1485 | 7,19 |
| NEsp/m ² | 0,05 | 0,04 | -0,04 | 0,13 | 1,11 | 0,2800 | 6,22 |
| NG/m ² | -0,00026 | 0,0019 | -0,01 | 0,0015 | -1,31 | 0,2032 | 6,69 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 20,45 | 5 | 4,09 | 1,31 | 0,2974 |
| Densidad | 3,39 | 1 | 3,39 | 1,09 | 0,3089 |
| Velocidad | 2,22 | 1 | 2,22 | 0,71 | 0,4084 |
| NG/esp | 7,02 | 1 | 7,02 | 2,25 | 0,1485 |
| NEsp/m ² | 3,84 | 1 | 3,84 | 1,23 | 0,2800 |
| NG/m ² | 5,38 | 1 | 5,38 | 1,72 | 0,2032 |
| Error | 65,52 | 21 | 3,12 | | |
| Total | 85,97 | 26 | | | |

Análisis de regresión lineal Calibre en función de la Velocidad de Siembra.

| Variable | N | R ² | R ² Aj | ECMP | AIC | BIC |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|--------|--------|
| Calibre (%) | 27 | 0,017 | 0,00 | 3,92 | 113,89 | 117,77 |

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

| Coef | Est. | E.E. | LI (95%) | LS (95%) | T | p-valor | CpMallows |
|-----------|-------|------|----------|----------|-------|---------|-----------|
| const | 94,24 | 0,94 | 92,29 | 96,18 | 99,82 | <0,0001 | |
| Velocidad | -0,03 | 0,44 | -0,93 | 0,87 | -0,07 | 0,9478 | 1,04 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------|-------|----|------|---------|---------|
| Modelo | 0,02 | 1 | 0,02 | 4,4E-03 | 0,9478 |
| Velocidad | 0,02 | 1 | 0,02 | 4,4E-03 | 0,9478 |
| Error | 85,95 | 25 | 3,44 | | |
| Total | 85,97 | 26 | | | |