

Trabajo de intensificación

Fertilización en cebada cervecera: evaluación del momento de aplicación y del nutriente aplicado



Alumna: Florencia Anahí López

Docente tutor: Dr. Presotto Alejandro

Docentes consejeros:

Dr. Pandolfo Claudio

Dr. Martínez Juan Manuel

Asesor externo: Supervisor IyD AmBev
Maltería Pampa SA, Sendra Marcelo

Departamento de Agronomía

Universidad Nacional Del Sur

Bahía Blanca, 2023



Agradecimientos

A mi familia. En especial a mis padres Oscar y Silvia, por educarme y formarme como persona. A toda su dedicación y esfuerzo. A mis hermanos y abuela, Federico, Jesica y Josefina. Sin su incondicional apoyo, nada hubiera sido posible.

A mi novio, por haberme acompañado a lo largo de estos años, apoyándome, dándome aliento y confianza en todo lo que me propongo.

A mis amigas y amigos, tanto los que me dejaron la universidad como los de mi vida, hicieron que el camino fuera un poco más fácil de transitar.

Al Dr. Alejandro Presotto, mi tutor y guía en esta recta final. Por el tiempo y ayuda brindada, estando siempre predispuesto a responder mis dudas e inquietudes.

A los consejeros, Dr. Claudio Pandolfo y Dr. Juan Manuel Martínez, por tomarse el tiempo para hacer sus aportes y correcciones.

Al grupo de trabajo de Investigación y desarrollo de Ambev (Maltería Pampa), por brindarme su espacio para llevar a cabo mi trabajo de intensificación.

A la Universidad Nacional del Sur y el Departamento de Agronomía por permitirme formar como profesional y por las múltiples herramientas que me brindo a lo largo de estos años.

¡Gracias a todos!

Índice general

Agradecimientos.....	1
Índice general.....	2
Índice de figuras.....	3
Indice de tablas.....	4
Resumen.....	5
Introducción.....	6
Hipótesis.....	17
Objetivos	17
Materiales y métodos	18
Resultados y discusión.....	25
Conclusión.....	39
Bibliografía.....	40
Anexo.....	44

Índice de figuras

Figura 1. Evolución de la producción de cebada en Argentina.....	7
Figura 2. Principales zonas de producción de cebada en Argentina estimado para la campaña 2021/22.....	8
Figura 3 - Representación de la espiguilla de cebada.....	9
Figura 4. Esquema del ciclo ontogénico del cultivo de cebada.....	10
Figura 5. Esquema teórico en donde se muestra la evolución del peso de grano, de agua y el porcentaje de humedad.....	12
Figura 6 Distribución varietal estimada en Argentina 2022.....	13
Figura 7 Mapa de la provincia de Buenos Aires, ubicación del establecimiento “La Lonja”	18
Figura 8 Vista del campo experimental en donde se realizó el ensayo (establecimiento agropecuario “La Lonja”).....	19
Figura 9 Riego por pivot.....	20
Figura 10 Diseño de los tres experimentos evaluados.....	21
Figura 11 Aro para realizar el conteo de plantas.....	23
Figura 12 A) Equipo NIR para determinar proteína (%) y humedad (%). B) Zarandas para determinar calibre. C) contador de granos para determinar el peso de 1000 granos.....	24
Figura 13 Fertilización de ensayos.....	25
Figura 14 Ensayo de nitrógeno. Altura final, interacción entre cultivar y tratamientos.....	27
Figura 15 Ensayo de nitrógeno. Número de granos por espigas diferencia entre cultivares.....	27

Figura 16 Ensayo de nitrógeno. Calibre, diferencia entre cultivares.....	28
Figura 17 Ensayo de nitrógeno. Macollos por unidad de área, diferencia entre tratamientos.....	31
Figura 18 Ensayo de nitrógeno. Rendimiento diferencias entre cultivares.....	32
Figura 19 Ensayo de nitrógeno. Rendimiento diferencias entre tratamientos.....	32
Figura 20 Ensayo de azufre. Calibre diferencias entre cultivares.....	33
Figura 21 ensayo de azufre. Proteína diferencias en la interacción.....	34
Figura 22 Ensayo de boro. Calibre diferencias entre cultivares.....	36
Figura 23 Ensayo de boro. Proteína diferencias entre cultivares.....	37

Índice de tablas

Tabla 1 Resultados del análisis de suelo del ensayo.....	21
Tabla 2 Ensayo de Nitrógeno	22
Tabla 3 Ensayo de Azufre.....	22
Tabla 4 Ensayo de Boro.....	23
Tabla 5 Resultados análisis de la varianza del nutriente Nitrógeno.....	26
Tabla 6 Promedios de proteínas y rendimientos en el ensayo de Nitrógeno...29	
Tabla 7 Resultados análisis de la varianza del nutriente Azufre.....	30
Tabla 7 Resultados análisis de la varianza del nutriente Boro.....	35

Resumen

El cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cereal producido en el mundo, detrás del maíz, arroz y trigo. En Sudamérica, Argentina es el mayor productor de cebada, especializándose en cebada cervecera, con un crecimiento notable y sostenido desde fines de la década del 90 y en mayor medida desde el 2005. La producción ha crecido de manera marcada, y para el año 2010 llegó a 3 millones de toneladas, equivalente al 20% de la producción de trigo. La demanda de cebada para malta es altamente específica en lo que a parámetros de calidad respecta. En relación a la nutrición del cultivo, el N es el elemento más importante, tiene efecto en la formación del área foliar y en la duración de esa área foliar la cual incide sobre la eficiencia fotosintética, determinante en la definición del rendimiento. El S es un elemento dinámico, susceptible a lixiviarse. Interviene en la expansión del área foliar y es un constituyente muy importante de la eficiencia fotosintética y de las proteínas. El B es un micronutriente que actúa sobre las estructuras reproductivas, favoreciendo la polinización y el cuaje de las flores, incrementando así el rendimiento del cultivo. Los objetivos del trabajo fueron evaluar el efecto del momento de aplicación de nitrógeno (N) y la fertilización con azufre (S) y boro (B) sobre la producción de diferentes cultivares de cebada. En el campo experimental de Coronel Suarez, donde llevaron a cabo los trabajos de investigación y desarrollo de Maltería Pampa, se realizaron tres ensayos uno correspondiente a cada nutriente, con cuatro variedades comerciales. El 15/07/2019 se sembró el ensayo en labranza cero, con una densidad de 250 plantas por parcela. Se fertilizó al voleo en tres momentos durante el desarrollo del cultivo, emergencia (30/07), macollaje (05/09) y floración (22/10). Para el ensayo de N se utilizó urea (46-0-0), para el de S (nitroazufrado), urea y sulfato de amonio y para el ensayo de boro, bortrac (15% B). El diseño experimental fue en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. Entre los principales resultados obtenidos del ensayo de N encontramos diferencias significativas entre cultivares, en las variables altura, granos por espiga y calibre. Con respecto al ensayo S, podemos decir que dichas diferencias las asociamos a la fertilización con N. En este caso se vieron diferencias entre tratamientos tanto en macollos.m² como en rendimiento; en calibre la diferencia fue entre cultivares, mostrando la respuesta genética que tienen los cultivares y en proteína fue en la interacción cultivar-tratamiento. Y en cuanto, al ensayo con Boro, vemos la diferencia entre los cultivares tanto en proteína como en calibre. Bajos las condiciones de estos ensayos, no hubo impacto del momento de aplicación nitrogenado sobre el rendimiento ni la proteína de cebada. Se encontraron diferencias en el calibre, asociadas al cultivar. En el ensayo de fertilización nitroazufrada (S), se asoció con incrementos en el rendimiento. En cuanto a boro, no hubo efecto del agregado sobre el rendimiento y/o calidad. Las diferencias encontradas se asocian al cultivar.

Introducción

La cebada (*Hordeum vulgare* L.), es una especie anual monocotiledónea, perteneciente a la familia de las poáceas; siendo de gran importancia alimenticia tanto para animales como para humanos. Es un cultivo ancestral cuyos orígenes se remontan a casi 10.000 años AP, y se supone que procede de dos centros de origen situados en el sudeste de Asia y África septentrional (De Bernadi, 2019).

La cebada ocupa el cuarto lugar en importancia entre los cereales, después del trigo, el maíz y el arroz. Representa las dos terceras partes de los granos forrajeros que demanda el mundo y en su mayoría es destinada a la alimentación del ganado, manteniéndose prácticamente estable el consumo industrial. Como principales productores mundiales podemos encontrar a Rusia, Alemania, Canadá, Francia, Ucrania, España, entre otros (FAO, 2022). Por otro lado, los países exportadores de cebada cervecera más importantes son Australia, Rusia, Ucrania, Argentina y Canadá, mientras que China, Arabia Saudita e Irán se destacan como países importadores (Cattaneo, 2022).

En Sudamérica, Argentina es el mayor productor de cebada, especializándose en cebada cervecera. Incrementó su producción de manera significativa hacia finales de la primera década del 2000, impulsada por las políticas desalentadoras para la producción de trigo y la apertura del mercado de cebada forrajera como consecuencia de la gran sequía que afectó Rusia y Ucrania en el año 2010 (Cattaneo, 2022).

La producción nacional anual se ubicó en los 5 millones de toneladas (Fig. 1) en la campaña 2021/22. Aproximadamente el 21% del total producido, se conserva para el mercado interno, y el 75% restante se exporta como grano cervecero o para forraje. En cuanto a la exportación, Brasil es el principal destino de cebada cervecera, seguido por China y Colombia; con respecto a la cebada forrajera el principal destino es China (Cattaneo, 2022).

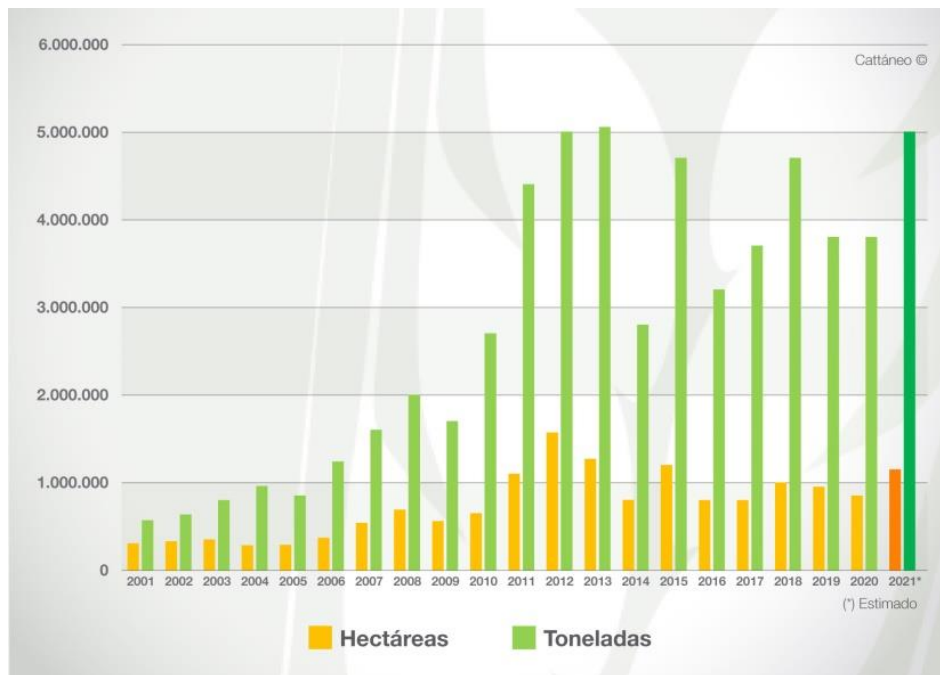


Figura 1. Evolución de la producción de cebada en Argentina. Fuente: <https://cebadacervecera.com.ar/produccion-argentina-de-cebada/>

Las áreas productoras se destacan por presentar las mejores condiciones agroecológicas. Están divididas en tres zonas de producción (Fig. 2): centro norte de la provincia de Buenos Aires (que incluye las localidades de Bragado y América), el sudeste (Tres Arroyos y Necochea) y el sudoeste (Puan y Tornquist). Las zonas más importantes cultivadas con cebada se encuentran en el sudeste y centro/norte de la Provincia de Buenos Aires, el resto se divide en sur de La Pampa y el restante entre el sur de Córdoba y la provincia de Santa Fe.

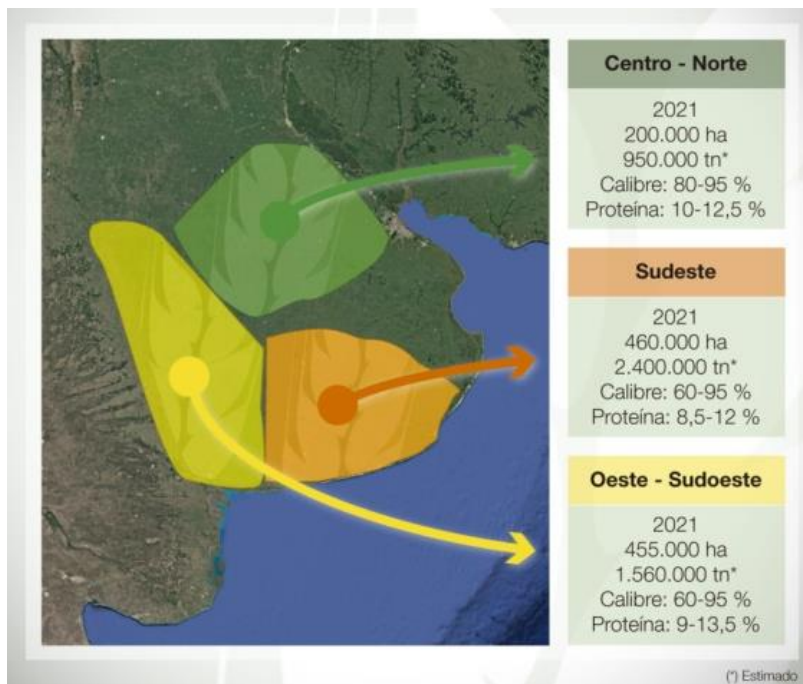


Figura 2. Principales zonas de producción de cebada en Argentina estimado para la campaña 2021/22. Fuente: <https://cebadacervecera.com.ar/cebada-principales-zonas-de-produccion-en-argentina/>

Los requerimientos de calidad de la industria maltera en Argentina son: elevado porcentaje de granos grandes (calibre alto), un porcentaje de germinación superior al 98 % y un porcentaje de proteína que puede oscilar entre 10 y 11%, con una tolerancia de hasta un 12%. En la actualidad, entre las firmas que se destacan por sus volúmenes de operaciones se encuentran: AB InBev (Maltería Pampa S.A. y Cervecería y Maltería Quilmes S.A.) y Boortmalt (ex Cargill SA). Entre las mayores exportadoras, están Oleaginosa Moreno, ACA, Maltería Pampa, ADM Agro, y Bunge entre otras, que también producen semilla fiscalizada y las entregan a los productores para las siembras por convenio. (De Benardi, 2019).

La cebada se divide en dos grupos: de seis hileras y dos hileras. En las primeras, las tres espiguillas unifloras son fértiles y pueden convertirse en granos. Las semillas centrales son redondas y bien llenas, pero las semillas laterales tienden a ser ligeramente asimétricas y, en algunas variedades, también son más pequeñas. Por otro lado, en la cebada de dos hileras, solo la espiguilla central es fértil mientras que las espiguillas laterales son estériles.

Cada espiga puede tener 25–60 granos en variedades de seis hileras o 15–30 granos en variedades de dos hileras (Australian Government, 2008)

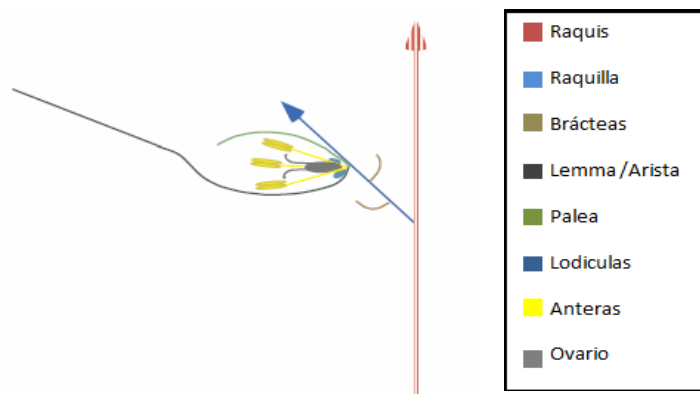


Figura 3 - Representación de la espiguilla de cebada (Williams - Carrier et al 1997)

También pueden clasificarse por su hábito de crecimiento en invernales y primaverales. Las variedades invernales requieren un período de estímulo frío (vernalización) para iniciar el desarrollo floral mientras que las variedades primaverales no requieren vernalización. La siembra generalmente ocurre entre fines de mayo y principios de julio, dependiendo de la variedad (invernal o primaveral) y la ubicación, de modo que la floración se produce cerca del momento ideal, que varía entre octubre y noviembre. (Australian Government, 2008).

El ciclo de crecimiento del cultivo puede dividirse en 3 etapas: vegetativa, reproductiva y llenado de granos.

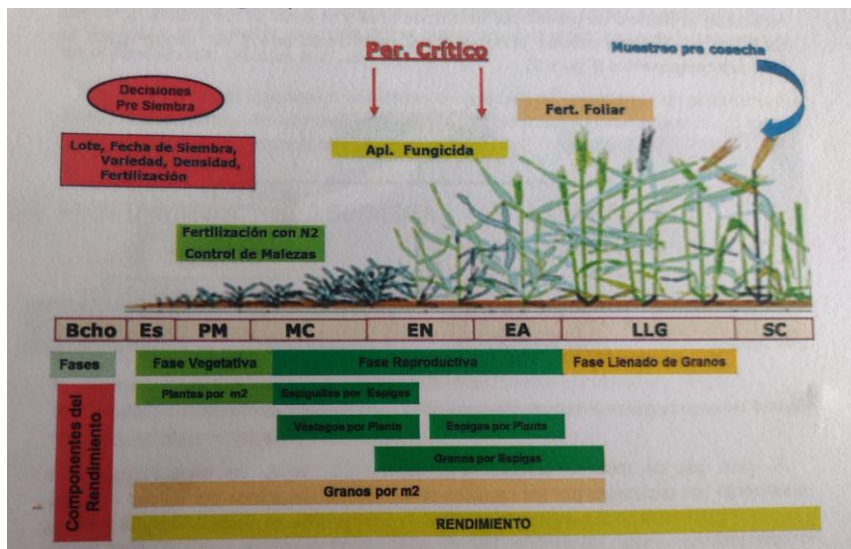


Figura 4. Esquema del ciclo ontogénico del cultivo de cebada, mostrando las etapas por las que transcurre el cultivo (Adaptado de Slafer & Rawson, 1994). Se indican en paralelo con la ontogenia los distintos componentes del rendimiento que se van iniciando y fijando a lo largo del ciclo del cultivo.

Dentro de la etapa vegetativa tenemos sub-etapas:

Establecimiento (Es) abarca desde la siembra a emergencia. Importante tener en cuenta, i) la disponibilidad de agua en el suelo para lograr la imbibición de las semillas en forma rápida, ii) la profundidad de siembra óptima para evitar que se prolongue demasiado el proceso de emergencia debido a un exceso de profundidad y por último iii) la temperatura del suelo, ya que temperaturas muy frías demorarán la etapa, exponiendo a las semillas a posibles ataques de plagas y enfermedades (Miralles et al., 2014)

Durante la etapa reproductiva, las sub-etapas que tenemos son:

Macollaje (MC) entre inicio de macollaje y detección del primer nudo. Es un proceso crítico en el crecimiento de los cereales, 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. A nivel interno el ápice meristemático cambia de vegetativo a reproductivo. La diferenciación de espiguillas dentro del meristema se produce desde la base hacia el ápice, siendo dicha diferenciación del tipo indeterminada (Miralles et al., 2011).

Encañazón (EN) entre detección del primer nudo y emergencia de aristas. Cuando comienza el proceso de enlongación del tallo, paralelamente cesa la producción de macollos y estos comienzan a morir o se estabilizan. A su vez, poco después comienza el crecimiento de la espiga, por lo que ambos órganos crecen en forma paralela, compitiendo en esta fase por asimilados y nutrientes (Miralles et al., 2011).

Espigazón/Antesis (EA) entre emergencia de aristas y fin de antesis. Luego de la emergencia de la hoja bandera, la espiga alcanza el estado de bota o vaina engrosada, donde se puede observar la espiga ubicada a la altura de la vaina de la última hoja aparecida. Cuando se observa el comienzo de la aparición de las aristas por encima de la vaina de la hoja bandera nos indica que las flores que se encuentran en la espiga han alcanzado el estado de flor fértil completamente desarrolladas para ser polinizada. La fecundación ocurre en general cuando la espiga se encuentra aún en estado de hoja bandera (Miralles et al., 2011). Una porción importante de primordios florales muere antes de alcanzar el estado de flor fértil. Dependiendo del cultivar y de las condiciones de crecimiento, la mortandad oscila entre 37 y 40% en cebada; debido a la limitada disponibilidad de asimilados para el crecimiento de la espiga debido a que en simultáneo se produce el del tallo (Miralles, 2014).

Y por último, la fase de llenado de granos:

Llenado de grano (LLG) entre fin de antesis y madurez fisiológica. En su fase inicial se produce el cuaje de las flores a granos y queda definido el número de granos por espiga. Luego de la floración y hasta la madurez fisiológica del cultivo se produce el llenado de los granos y se acelera progresivamente la senescencia foliar. Durante esta etapa se termina de definir i) cuantas flores fecundadas se establecerán como grano a cosecha (etapa de cuaje o fase lag) y ii) el peso del grano logrado (etapa de llenado efectivo) (Miralles, 2014).

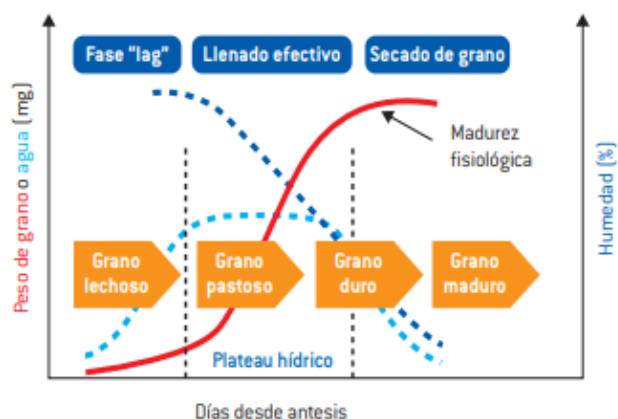


Figura 5. Esquema teórico en donde se muestra la evolución del peso de grano, de agua y el porcentaje de humedad.

En dicha etapa, se reconocen diferentes estados de los granos en crecimiento

- grano lechoso, cuando al presionar el grano se observa un líquido blanquecino, estando las envolturas del grano formadas y el tamaño potencial del mismo determinado,
- grano pastoso, cuando el grano comienza a perder su tonalidad verdosa y comienza a amarillarse, adquiere más consistencia de modo tal que al generar presión libera una sustancia pastosa; y en post maduración fisiológica
- grano duro, cuando es presionado no se puede romper, aunque se queda marcado en el pericarpio y
- grano maduro, presenta un color amarillento y no se aplasta bajo la presión de los dedo (Figura 5).

A diferencia de los que ocurre en trigo donde cada espiguilla puede contener entre 9-12 primordios de flor, 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. Por este motivo, el cultivo de cebada presenta muy poca plasticidad para modificar el número de granos por espiga y las variaciones se deben a los cambios en el número de espigas por unidad de área, más que por las variaciones en el número de granos por espiga. El periodo crítico en cebada se ubica entro 10 y 40 días previos a la espigazón del cultivo, debido principalmente a la contribución de espigas por unidad de área, siendo este uno de los principales componentes que explica las variaciones en el número de granos por unidad de área (Miralles et al.,

2014).

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 ya que por razones industriales requiere un calibre mínimo para ser malteada eficientemente. (Miralles et al, 2011).

Cuando se va a elegir que variedad sembrar, se debe tener en cuenta la fecha posible de siembra, la resistencia a enfermedades, vuelco y el potencial de rendimiento del lote. Cada variedad tiene un potencial de rendimiento. Esto se puede saber, gracias a los ensayos comparativos de rendimiento de la red convenio Cámara Cervecera Argentina y EEA Bordenave del INTA. En 2022, Andreia fue la variedad más sembrada, con un 34,2 % del área, y luego siguieron las variedades Montoya y Overture (Fig. 6).

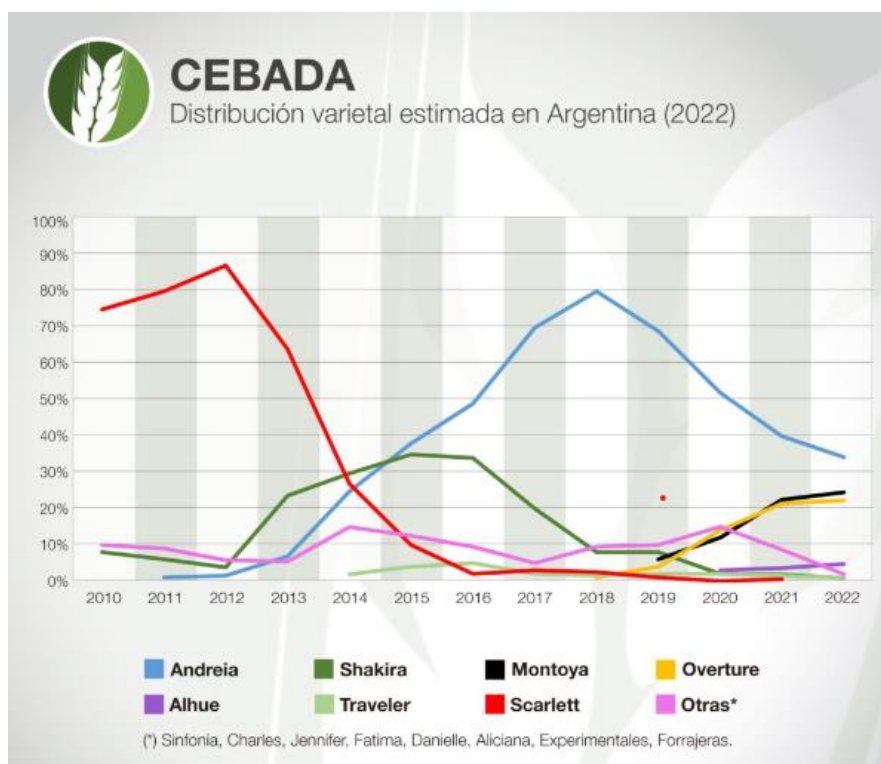


Figura 6 Distribución varietal estimada en Argentina 2022. Fuente: <https://cebadacervecera.com.ar/cebada-distribucion-varietal-estimada-en-argentina-2022/>

En relación a la nutrición del cultivo, el N es el elemento más importante, tiene

efecto en la formación del área foliar y en la duración de esa área foliar, lo cual incide sobre la eficiencia fotosintética, determinante en la definición del rendimiento (Ferraris, 2020; Boga, 2014). El N disponible para los cultivos comprende el amonio y el nitrato que se encuentran en el suelo a lo largo del ciclo. El cultivo puede absorber el nitrato y el amonio presente en el lote al momento de la siembra, el que se libera durante el ciclo por mineralización de la materia orgánica (MO) y por descomposición de los rastrojos del cultivo anterior, y el que se aplica en forma de fertilizante.

La absorción del N por el cultivo está regulada por la disponibilidad en el suelo y por la propia demanda del cultivo. Durante el macollaje la absorción del N es lenta, reflejando baja velocidad de crecimiento del cultivo. En las últimas etapas del macollaje y durante encañazón la absorción se acelera y llega a sus valores máximos. Durante espigazón y llenado de los granos, la absorción puede seguir a ritmos altos, o puede disminuir incluso, puede observarse una pérdida neta de N del cultivo (Prystupa y Ferraris, 2011).

A su vez, la respuesta a la fertilización nitrogenada depende de la disponibilidad del nutriente en el suelo, el nivel del agua útil acumulada en el suelo al momento de la siembra, de las condiciones ambientales, de la variedad empleada y de las características de la fertilización. Con dosis excesivamente altas, los cultivos se pueden volcar y el rendimiento puede disminuir; o además de incrementar los rendimientos, puede afectar marcadamente el contenido proteico de los granos. La concentración de proteínas en el grano es el resultado de la relación entre la acumulación de nitrógeno y de biomasa en el grano. La fertilización nitrogenada puede disminuir el calibre de los granos ya que aumenta el número de granos que provienen de macollos, generando más granos en posiciones distales de la espiga que se caracterizan por un menor calibre (Prystupa y Ferraris, 2011).

El S es un elemento con una dinámica en el suelo y en el cultivo parecido al nitrógeno ya que es móvil en suelo (dinámico, susceptible a lixiviarse) y su reservorio natural es la MO. Interviene en la expansión del área foliar y es un

constituyente muy importante de la eficiencia fotosintética y de las proteínas (Ferraris, 2020; Boga, 2014). También forma parte de los aminoácidos metionina y triptófano (esenciales), así como también cisteína y cistina, por lo que su deficiencia ocasiona problemas de malnutrición en humanos (Echeverría et al, 2015).

El S está íntimamente relacionado con el N en los procesos de absorción y síntesis de proteínas y enzimas. El adecuado suministro de S incrementa el desarrollo y la cantidad de N absorbido. La deficiencia de S causa plantas pequeñas y débiles con tallos cortos y delgados. La tasa de crecimiento se reduce y la maduración se retarda, especialmente en cereales. Las hojas jóvenes se tornan de color verde claro o amarillento, con nervaduras marcadas (Echeverría et al, 2015).

Finalmente, el B es un micronutriente que actúa sobre las estructuras reproductivas, favoreciendo la polinización y el cuaje de las flores, incrementando así el rendimiento del cultivo (Ferraris, 2020; Boga, 2014). También se asocia con el metabolismo de azúcares. La deficiencia repercute negativamente en la producción, tanto en el rendimiento como en la calidad. Por ejemplo, la deficiencia de B ocasiona un incompleto llenado de granos y, en casos más severos, se observa un acortamiento de entrenudos y escasa floración (Torri et al, 2015).

La estrategia de fertilización en cebada dependerá del uso al que se va a destinar la producción. La absorción de los nutrientes en las primeras etapas de desarrollo es lenta y se acelera recién a fines de macollaje o encañazón. Por lo que, si se fertiliza durante la siembra o emergencia, el fertilizante nitrogenado que permanece en el suelo sin ser absorbido por el cultivo puede perderse por lixiviación o desnitrificación, lo que representa una pérdida para el productor y un riesgo de contaminación de las aguas subsuperficiales con nitrato (Prystupa, 2014). Para evitar que suceda eso, una estrategia sería dividir la dosis a aplicar entre los primeros estadios del cultivo y el macollaje o

etapas posteriores (Miralles et al., 2014).

Hipótesis

La productividad de los diferentes cultivares de cebada es afectada por el momento y dosis de aplicación de los nutrientes N, S y B.

Objetivos

Los objetivos del siguiente trabajo fueron: i) evaluar el impacto del momento de fertilización nitrogenada en los componentes del rendimiento de cultivares de cebada cervecera. ii) analizar como los nutrientes N (nitrógeno), S(azufre) y B(boro) afectan los componentes del rendimiento en cebada cervecera.

Materiales y métodos

Descripción del sitio experimental

El ensayo (Fig. 7) se llevó a cabo en el establecimiento agropecuario “La Lonja” (37° 35' 49,88" y 62° 05' 25,60") ubicado a 30 km de Coronel Suarez y a 153 km de la ciudad de Bahía blanca por RN N° 33.

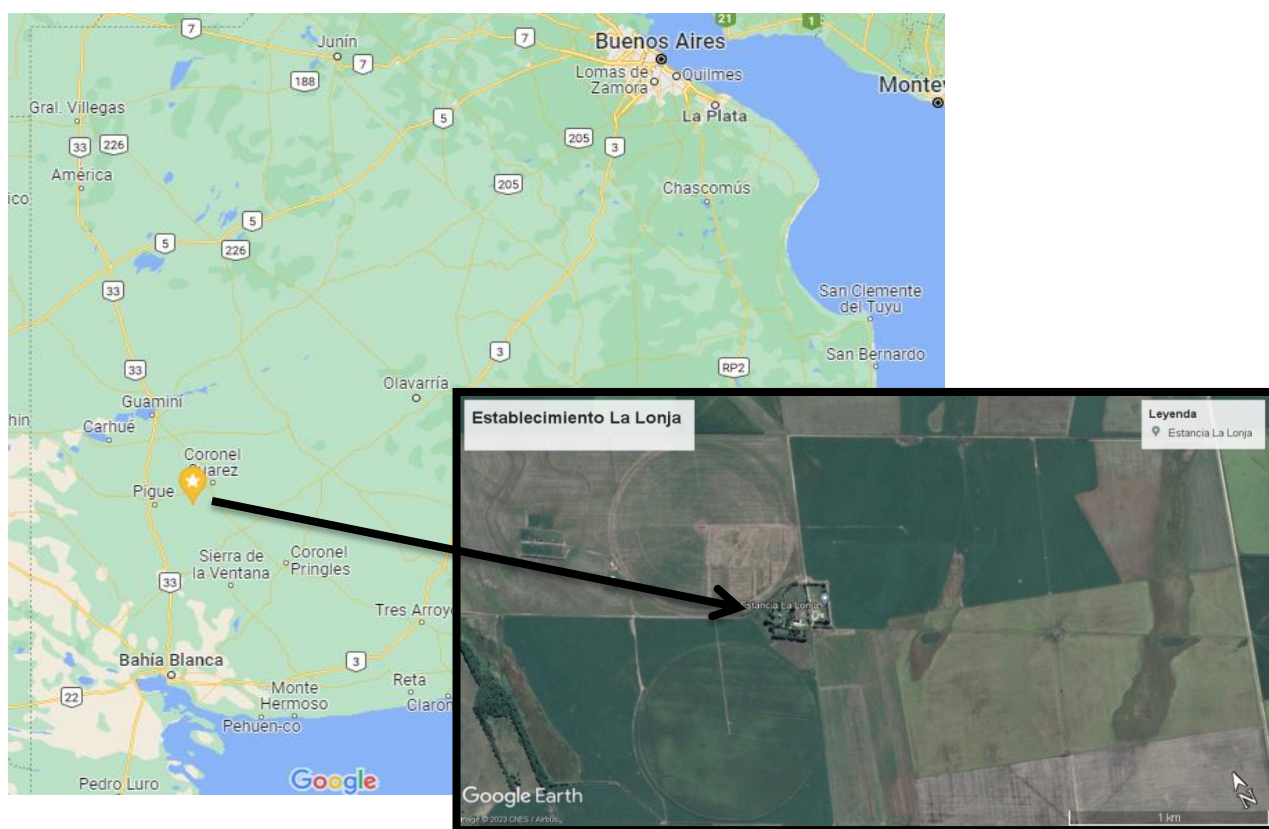


Figura 7 Mapa de la provincia de Buenos Aires, ubicación del establecimiento “La Lonja”

Según la clasificación climática de Thornthwaite, el clima de Coronel Suarez es subhúmedo-húmedo, con pequeña deficiencia de agua, mesotermal y concentración estival de la eficiencia térmica del 47% (Pereyra et al., 2001). Las precipitaciones medias anuales fluctúan entre 650-790 mm, la temperatura media anual es aproximadamente de 14°C, la temperatura media mínima es de 8,1°C, la temperatura media máxima es de 22°C y se registran en julio y enero, respectivamente. El periodo de heladas corresponde desde el mes de abril al

mes de octubre y los vientos rondan en una velocidad de 8 a 20 km h⁻¹ (Pereyra et al., 2001).

El ensayo se realizó en un lote que venía de maíz, por lo que el suelo presentaba una ventaja, tenía una alta cobertura lo que ayudo a conservar el agua en el perfil del campo (Fig. 8).



Figura 8 Vista del campo experimental en donde se realizó el ensayo (establecimiento agropecuario “La Lonja”)

Como primer manejo en el lote fue el barbecho químico, utilizaron glifosato (1,5 L/Ha), metsulfurón (8 gramos/Ha) y 2,4 D (0,75 L/Ha).

El 15/07/2019 se sembró el ensayo en labranza cero, utilizando una sembradora Baummer, con una densidad de 250 plantas por parcela de 7,7 m², distribuidos en 7 surcos.

Se fertilizó al voleo en tres momentos durante el desarrollo del cultivo, emergencia (30/07), macollaje (05/09) y floración (22/10). Para el ensayo de N se utilizó urea (46-0-0), para el de S, urea y sulfato de amonio y para el ensayo de boro, bortrac (15% B). Con respecto al manejo de enfermedades, no se siguió ningún plan ya que las variedades mostraron una sanidad favorable frente al ambiente, sin la necesidad de aplicar.

El ensayo contó con riego por pivot, por lo que el cultivo de cebada creció sin

limitaciones hídricas durante todo el ciclo (Fig. 9)



Figura 9 Riego por pivot

Finalmente la cosecha se realizó el 20/12/2019 y luego se continuó analizando los datos en el laboratorio.

Descripción de los ensayos

Diseño experimental

Se realizaron tres ensayos de fertilización, uno de nitrógeno (N), otro de azufre (S) y el último de boro (B). Se utilizó como un diseño experimental en bloques completos al azar con cuatro réplicas. En el ensayo de N se evaluó el fraccionamiento y el momento de fertilización; en el de S, como se comportan las variedades respecto a la disponibilidad de azufre. Y por último en el de boro, si el tratamiento que tenía la dosis más alta de ese nutriente, fue el que mostró un mejor desempeño. Cada parcela (réplica) presentó una superficie de 7,7 m². Se utilizaron cuatro variedades comerciales en el ensayo de N, Alhué , Danielle, Montoya y Yanara; y tres variedades en los experimentos de B y S, Alhué , Montoya y Yanara.

El ensayo de N contó con 16 parcelas por bloque (N=64) y 12 parcelas en los ensayos de S y B (N= 48) (Fig. 10), también por bloque.

Plano de siembra Nitrógeno								Plano de Siembra Azufre								Plano de siembra Boro							
8	4	12	9	16	1	11	13	6	4	10	9	12	1	6	4	10	9	12	1	BLOQUE 4	BLOQUE 4	BLOQUE 4	
7	2	10	3	15	5	6	14	2	5	8	7	3	11	2	5	8	7	3	11	BLOQUE 3	BLOQUE 3	BLOQUE 3	
12	10	6	11	4	16	7	2	4	6	7	2	12	9	4	6	7	2	12	9	BLOQUE 2	BLOQUE 2	BLOQUE 2	
14	5	13	8	3	1	9	15	10	5	11	8	3	1	10	5	11	8	3	1	BLOQUE 1	BLOQUE 1	BLOQUE 1	
11	5	15	10	7	4	16	3	11	5	1	10	7	4	11	5	1	10	7	4				
6	13	9	1	14	2	8	12	9	2	6	12	3	8	9	2	6	12	3	8				
16	15	14	13	12	11	10	9	12	11	10	9	8	7	12	11	10	9	8	7				
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6				

Figura 10 Diseño de los tres experimentos evaluados. Los números dentro de cada bloque indican los tratamientos.

Tratamientos

Previo a la siembra del ensayo, se tomaron muestras de suelo para hacer el análisis de fertilidad, a distintas profundidades 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm con la ayuda del barreno. Dichas muestras fueron analizadas en la EEA INTA Bordenave, por el Ing. Agr. Hugo Kruger.

Los métodos que se utilizaron para determinar el análisis del suelo fueron:

- pH: dilución en agua (1:2,5).
- Fosforo disponible: Bray y Kurtz N^o1.
- Materia orgánica: Walkley Black.
- Nitrógeno Total: Kjeldahl.
- Nitrógeno disponible: Mulvaney por microdestilación.
- Salinidad: conductividad.

Dicho análisis, nos arrojó que la proporción de boro presente en el suelo era de 0,74 ppm.

Tabla 1 Resultados del análisis de suelo del ensayo

Profundidad	pH	Fósforo disponible (ppm)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno disponible (kg ha ⁻¹)	Azufre disponible (kg ha ⁻¹)
0-20 cm	6,8	21	3,6	41,1	19,5
20-40 cm	-	-	-	9,3	-
40-60 cm	-	-	-	5,9	-

En el ensayo de nitrógeno, las parcelas recibieron de manera manual al voleo,

unas dosis de urea de 50 kg de N ha⁻¹ en diferentes momentos del cultivo y/o repartido. En el estadio de macollaje (D1), en macollaje y hoja bandera (D2), en macollaje y floración (D3) y en emergencia D4.

Tabla 2 Ensayo de Nitrógeno. Momento en que se realizó la aplicación de N a los cuatro cultivares ensayados. EM: Emergencia; M: Macollaje; HB: Hoja bandera; A: Antesis

Tratamientos	Kg N ha ⁻¹			
	EM	M	HB	A
D1		50		
D2		25	25	
D3		25		25
D4	50			

En el ensayo de azufre, se realizó una fertilización de urea a todas las parcelas al momento de la siembra y una de sulfato de azufre ((NH₄)₂SO₄); los testigos recibieron solamente 46,9 gr de N por parcela⁻¹, lo equivalente a 136 kg de N ha⁻¹ y las demás parcelas, 76 g de N parcela⁻¹ (145 kg de N ha⁻¹); más 32,1 g de (NH₄)₂SO₄ parcela⁻¹. En este caso la aplicación fue a chorrillo durante la siembra. Durante el desarrollo del cultivo los tratamientos recibieron 35,42 g de N parcela⁻¹, equivalente a 100 kg de N ha⁻¹. En macollaje, los tratamientos D2 recibieron la dosis en su totalidad, mientras que en D3 fue repartida entre macollaje y espigazón.

Tabla 3 Ensayo de Azufre; donde T: tratamientos, N: nitrógeno, S: azufre, Si: siembra, M: macollaje, E: espigazón.

Tratamientos	N Si (kg ha ⁻¹)	S (kg ha ⁻¹)	N M (kg ha ⁻¹)	N E (kg ha ⁻¹)
T	136	0	0	0
D1	145	10	0	0
D2	145	10	100	0
D3	145	10	50	50

Por último en el ensayo de Boro, al momento de la siembra el suelo tenía 166 kg de N ha⁻¹(N-NO₃ + N_{an} + N fertilizante (kg N/ha)). Se realizó una única aplicación

durante la etapa de macollaje de 84 kg de N ha⁻¹, utilizando urea, a todas las parcelas por igual. En cuanto al producto a base de boro, Bortrac, se dejó una parcela de cada variedad comercial como testigo y se aplicaron dosis de 0,15, 0,3 y 0,4 kg de B ha⁻¹.

Tabla 4 Ensayo de Boro. T: tratamientos, N Si: nitrógeno a la siembra, B M: Boro en macollaje, N M: Nitrógeno en macollaje

Tratamientos	N Si (kg ha ⁻¹)	B M (kg ha ⁻¹)	N M (kg ha ⁻¹)
T	166	0	84
D1	166	0,15	84
D2	166	0,3	84
D3	166	0,4	84

Variables evaluadas

Durante el ensayo se tomaron mediciones en cuatro fechas a lo largo del ciclo del cultivo y luego los granos fueron llevados al laboratorio donde se realizaron mediciones de calidad.

A campo se procedió de manera al azar con un aro de 0,25 m² (Fig. 11), se tomaron datos de altura con una cinta métrica, porcentaje de cobertura utilizando la aplicación SACHA, cantidad de plantas, número de hojas por macollo principal, cantidad de macollos, cantidad de espigas y número de granos por espigas. En cada una de las fechas se determinó el estado fenológico según la escala de Zadoks.



Figura 11 Aro para realizar el conteo de plantas

En el laboratorio, se evaluó la humedad (%), peso de 1000 granos, calibre y proteína de cada muestra (parcela).

Para la determinación de calibre, se utilizaron tres zarandas: 2,2 mm, 2,5 mm, y 2,8 mm. Considerando las dos últimas como primera calidad; En lo que respecta a proteína y humedad de grano, se determinaron por medio de un equipo NIR por espectroscopia infrarroja. Por último, el peso de 1000 granos, se determinó utilizando un contador de granos y luego pesando la muestra (Fig. 12).

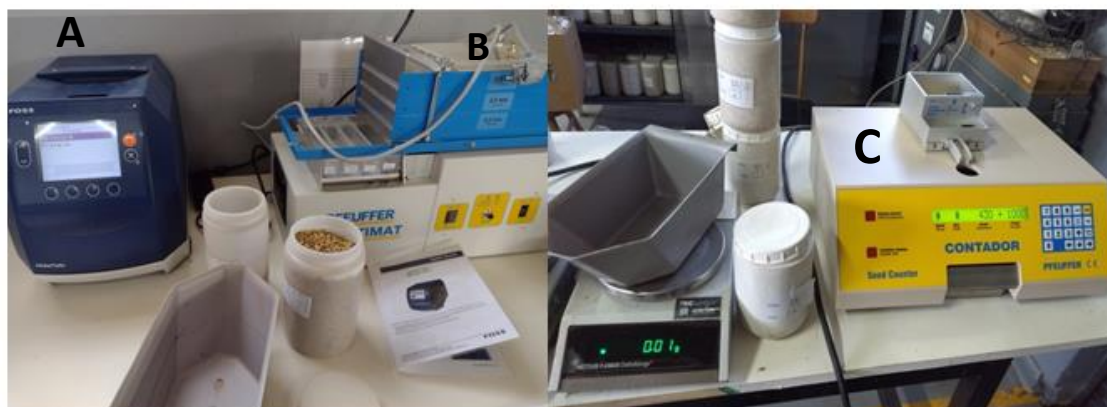


Figura 12 A) Equipo NIR para determinar proteína (%) y humedad (%). B) Zarandas para determinar calibre. C) contador de granos para determinar el peso de 1000 granos.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el software Infostat, mediante el análisis de la varianza y las medias fueron comparadas utilizando el test de comparación de medias conocido como Diferencia Mínima Significativa o Fisher (DMS o LSD) En los experimentos de nitrógeno, azufre y boro, las fuentes de variación fueron: bloque, cultivar y momento de aplicación (tratamiento) y dosis.

Resultados y discusión

Ensayo de fertilización nitrogenada

De las variables analizadas, el ANOVA solamente fue significativo para: altura, número de granos espiga⁻¹, y calibre. En ninguna de estas, se encontró un efecto significativo del tratamiento. Con respecto a las variables plantas.m⁻² cobertura, macollos m⁻², espigas m⁻², biomasa de granos y proteínas no se detectaron diferencias significativas con las fuentes de variación analizadas (Tabla 5).



Figura 13 fertilización de ensayos

Tabla 5 Resultados análisis de la varianza del nutriente Nitrógeno. Variables analizadas: plantas/m², cobertura, macollos/m², espigas/m², altura (cm), número de granos por espiga, rendimiento (kg/ha), calibre, biomasa de granos y proteína.

Fuentes de variación	Plantas m ⁻²		Cobertura		Macollos m ⁻²		Espigas m ⁻²		Altura (cm)		Granos (Nºespiga ⁻¹)		Rendimiento (kg ha ⁻¹)		Calibre		Biomasa granos (g)		Proteína	
	F		F		F		F		F		F		F		F		F		F	
Modelo	1,69	NS	0,83	NS	0,89	NS	1,56	NS	2	*	2,89	**	1,28	NS	4,17	**	1,78	NS	0,99	NS
Bloques	1,43	NS	0,51	NS	1,96	NS	1,74	NS	1	NS	9,48	**	4,48	**	4,86	**	4,03	*	0,96	NS
Cultivar (C)	4,29	**	0,59	NS	0,94	NS	1,56	NS	3,39	*	5,16	**	0,54	NS	15,50	**	2,93	*	1,20	NS
Tratamientos (T)	0,33	NS	1,6	NS	0,31	NS	1,91	NS	1,10	NS	0,84	NS	0,08	NS	1,82	NS	1,19	NS	0,98	NS
Interacción (C*T)	1,36	NS	0,76	NS	0,70	NS	1,37	NS	2,16	*	0,63	NS	0,86	NS	0,95	NS	0,84	NS	0,94	NS

Con relación a la altura de planta, se encontró un efecto significativo del cultivar y de la interacción cultivar x tratamiento (Tabla 5). El cultivar Danielle fue el cultivar más alto y mostro diferencias significativas con Montoya en el tratamiento 4 (Fig. 14).

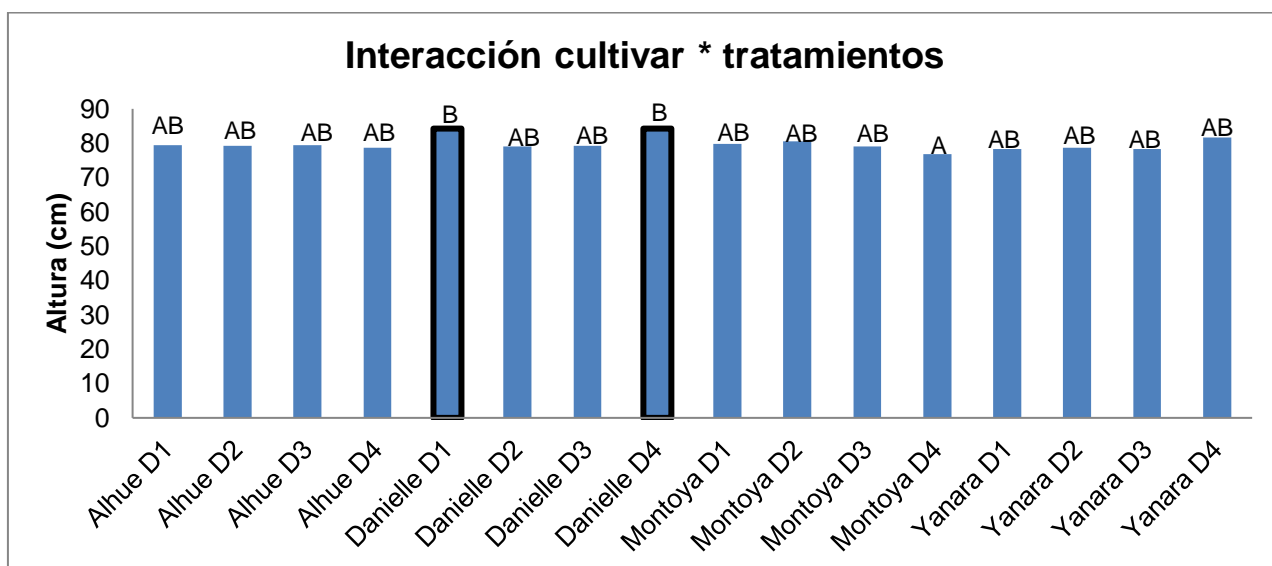


Figura 14 Altura final, interacción entre cultivar y tratamientos. Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Para el número de granos espiga⁻¹, solamente efecto cultivar fue significativo (Tabla 5), siendo el cultivar Danielle el que presentó mayor cantidad de granos espiga⁻¹ que las demás variedades (Fig. 15)

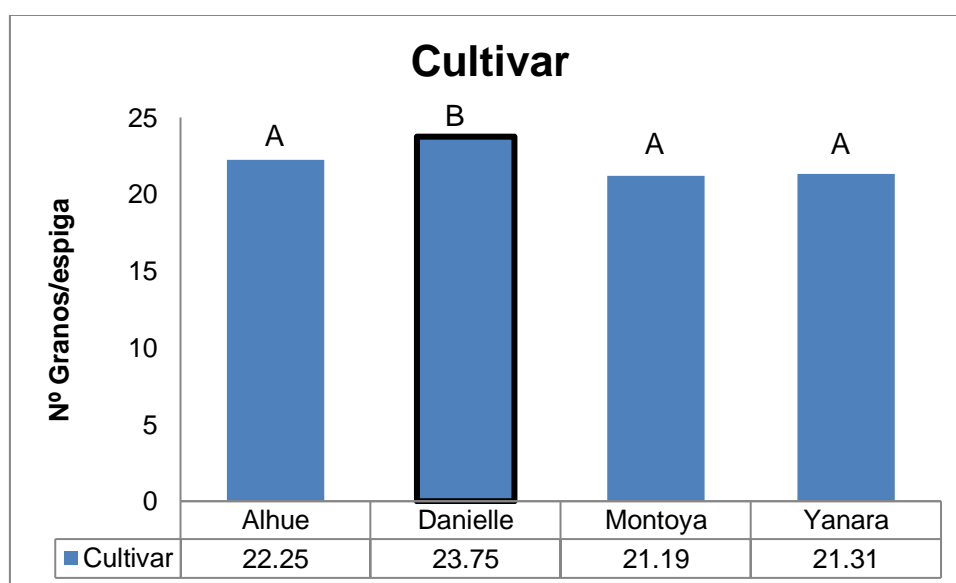


Figura 15 Número de granos por espigas. Diferencias significativas entre cultivares. Las letras

diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Con respecto a calibre, también cultivar fue el único efecto significativo (Tabla 5). Si bien en todos los cultivares el calibre fue superior a 80%, que es lo que requiere la industria (anexo), Danielle y Montoya presentaron los mayores valores, diferenciándose significativamente de Alhué y Yanara. Estas dos últimas también se diferenciaron entre sí (Fig. 16).

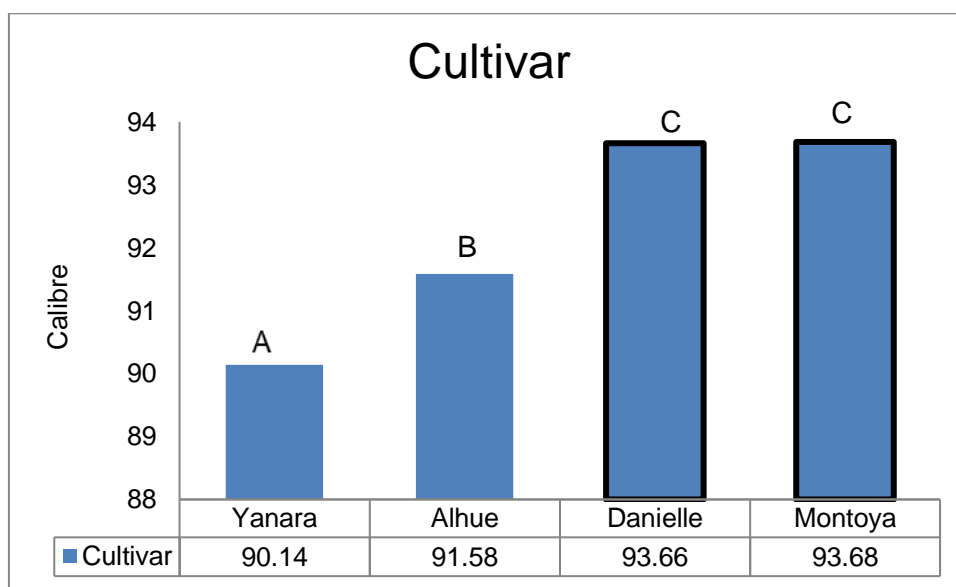


Figura 16 Variable: Calibre. Diferencia entre cultivares Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

De acuerdo con los datos recolectados y los resultados que nos brindó el análisis de la varianza (Tabla 5), podemos decir que no hubo efecto en el momento en que se realizó la fertilización nitrogenada. Las diferencias significativas fueron asociadas al cultivar. En general, Danielle presentó un mejor desempeño que los demás, tanto en altura final, número de granos por espiga, y calibre, esta última variable fue igual para el cultivo de Montoya.

El rendimiento, el contenido proteico de los granos y la respuesta a la fertilización nitrogenada dependen de la variedad empleada y del ambiente (Prystupa et al, 2008). Por eso si tenemos en cuenta la Tabla 6, se observan valores de rendimiento, que rondaron en promedio los 6200 kg ha^{-1} y de proteína entre 8,1 y 9,7. Podemos decir que, a rendimientos altos, menor es el porcentaje de proteína.

Tabla 6 Promedios de proteína y rendimiento del ensayo de nitrógeno

Cultivar-Tratamiento	Proteína %	Rendimiento kg ha⁻¹
Alhue D1	9,53	6.111
Alhue D2	9,73	6.190
Alhue D3	9,6	5.265
Alhue D4	9,18	6.021
Danielle D1	9,43	7.053
Danielle D2	8,1	6.785
Danielle D3	9,2	6.587
Danielle D4	9,3	6.781
Montoya D1	8,6	6.613
Montoya D2	8,65	6.220
Montoya D3	8,7	6.345
Montoya D4	8,43	6.306
Yanara D1	9,15	6.053
Yanara D2	9,48	5.865
Yanara D3	9,35	5.694
Yanara D4	9,5	6.007

Estos valores se pudieron obtener gracias al N disponible que tenía el lote (suelo + fertilización), sumado a que las plantas no sufrieron ningún tipo de estrés, ya que contaron con riego durante todo su ciclo. Trabajando con déficit de N notamos que ningún cultivar con su tratamiento, logro obtener el porcentaje requerido para calificar como cervecera. La mayoría califico como forrajera. Bajo estas condiciones, dividir o aplicar toda la dosis junta y el momento de aplicación no tendría impacto sobre el rendimiento ni en proteína. Por ello, desde el punto de vista práctico sería recomendable aplicar una sola dosis en emergencia o macollaje. Esto mismo se puede afirmar con un trabajo realizado en trigo, donde el fraccionamiento de las dosis se obtuvieron mejores resultados comparándola con la aplicación de la dosis única (Nabaes, 2021).

Ensayo de fertilización nitroazufrada

Para este experimento, el ANOVA fue significativo para las variables: macollos m⁻², rendimiento, calibre y proteína (Tabla 7). Salvo en calibre, el efecto tratamiento fue significativo y para rendimiento también hubo efecto del cultivar. La interacción cultivar x tratamiento fue solamente significativa para proteína (Tabla7).

Tabla 7 Resultados análisis de la varianza del nutriente Azufre. Variables analizadas: plantas/m², cobertura, macollos/m², espigas/m², altura (cm), número de granos por espiga, rendimiento (kg/ha), calibre, biomasa de granos y proteína.

Fuentes de variación	Plantas m ²		Cobertura		Macollos m ²		Espigas m ²		Altura (cm)		Granos (Nºespiga ⁻¹)		Rendimiento (kg ha ⁻¹)		Calibre		Biomasa granos (g)		Proteína	
	F		F		F		F		F		F		F		F		F		F	
Modelo	1,26	NS	1,28	NS	3,65	**	1,04	NS	1,43	NS	1,80	NS	4,09	**	2,75	*	0,71	NS	4,98	**
Bloques	3,11	*	2,44	NS	1,93	NS	1,95	NS	2,75	*	3,29	*	4,82	**	1,29	NS	0,70	NS	2,50	NS
Cultivar (C)	0,60	NS	1,03	NS	2,40	NS	0,19	NS	0,11	NS	4,83	*	4,27	*	13,89	**	1,02	NS	13,87	**
Tratamientos (T)	0,52	NS	0,88	NS	8,13	**	0,55	NS	0,99	NS	0,39	NS	8,28	**	1,11	NS	0,43	NS	6,50	**
Interacción (C*T)	0,93	NS	0,97	NS	2,68	NS	1,12	NS	1,42	NS	0,74	NS	1,57	NS	0,59	NS	0,74	NS	2,51	*

[Escriba texto]

Para la variable número macollos m^{-2} se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos. Sin embargo, no hubo diferencias entre estos últimos (Fig. 17).

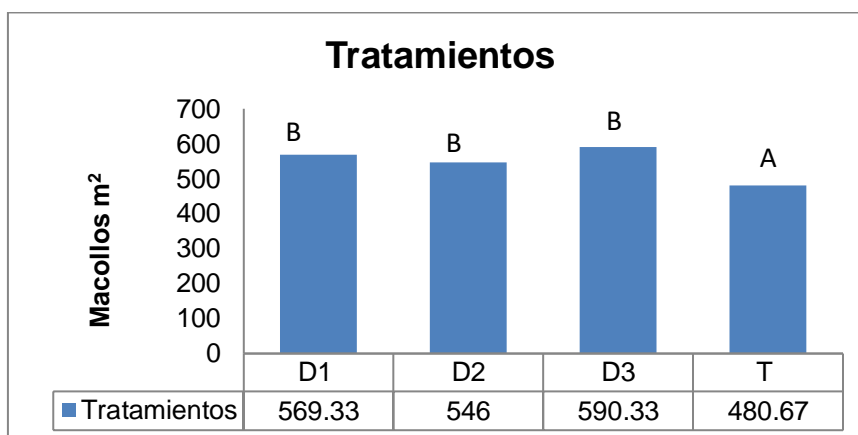


Figura 17 Variable: macollos por unidad de área. Diferencias entre tratamientos por medio del análisis de la varianza. Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$). T: testigo; D1: 10 kg S ha^{-1} ; D2: $10 \text{ kg S ha}^{-1} + 100 \text{ kg N ha}^{-1}$ en macollaje; D3: $10 \text{ kg S ha}^{-1} + 100 \text{ kg N ha}^{-1}$ repartidos en macollaje y espigazón.

Luego de la cosecha, comparando los rindes encontramos tanto diferencias entre cultivares (Fig. 18) como entre tratamientos, (Fig. 19). Entre cultivares, Montoya alcanzó, en promedio, mayores rendimientos que Yanara y Alhué. Con respecto a los tratamientos, los dos que recibieron una dosis de N luego de la siembra (D2 y D3) fueron los que presentaron rendimientos significativamente más altos que el testigo. Estos últimos no se diferenciaron entre sí ni con el tratamiento solo con S (D1).

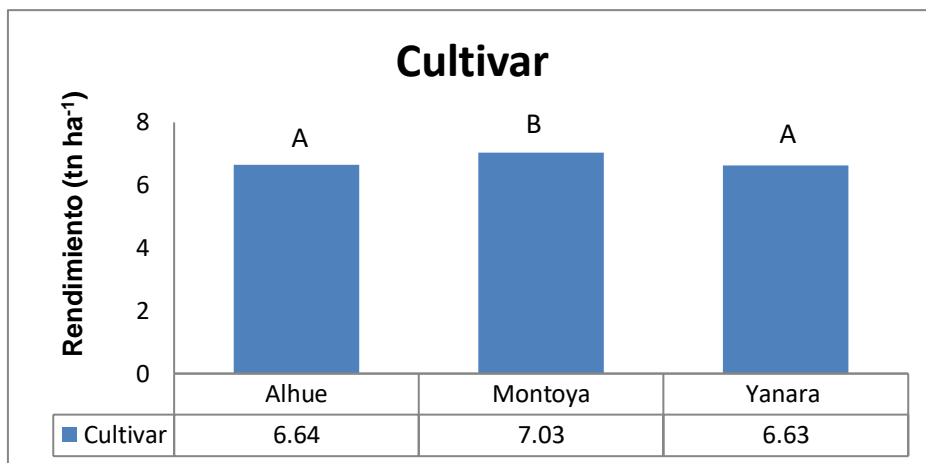


Figura 18 Variable: rendimiento. Diferencias entre cultivares por medio del análisis de la varianza. Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

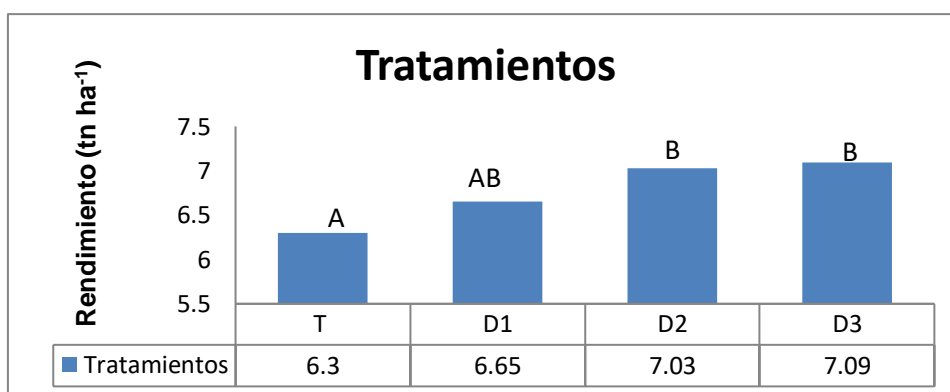


Figura 19 Variable: rendimiento. Diferencias entre tratamientos por medio del análisis de la varianza. Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$). T: testigo; D1: 10 kg S ha⁻¹; D2: 10 kg S ha⁻¹ + 100 kg N ha⁻¹ en macollaje; D3: 10 kg S ha⁻¹ + 100 kg N ha⁻¹ repartidos en macollaje y espigazón.

El calibre fue significativamente superior para Montoya que para Yanara y Alhué. Aunque en los tres cultivares superaron el 80% que establece la norma comercial de cebada cervecera (Fig. 20).

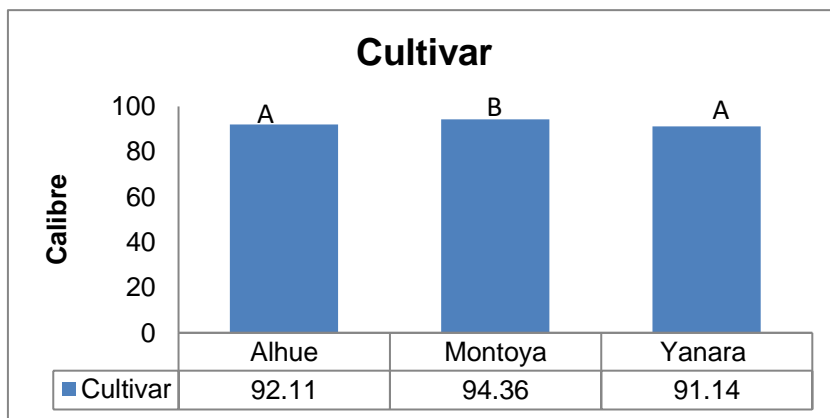


Figura 20 Variable: Calibre. Diferencias entre cultivares por medio del análisis de la varianza. Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Con respecto a la proteína, los materiales mostraron diferencias tanto entre cultivares, tratamientos e interacción cultivar x tratamiento (Tabla 6). El rango de las proteínas varió entre 8,58 (Montoya D1) y 9,95 (Alhué D3). El cultivar Alhue en el tratamiento D3 fue el que mostró mayores valores de proteína y se diferenció significativamente de Montoya D1, Montoya D3, Yanara D1 y Yanara T. De acuerdo a la norma V de cebada, los porcentajes de proteínas que se aceptan van desde un mínimo 9,5 hasta un máximo de 13%; proteínas fuera de ese rango no se aceptan por efectos adversos como por ejemplo, altos valores afectan la estabilidad coloidal e inciden directamente en el rendimiento maltero. Bajos niveles inciden negativamente en la actividad enzimática, dificultando la modificación de los adjuntos, también la naja proteína afecta la formación de espuma. En el grafico podemos ver las tres interacciones que están dentro del estándar comercial. Alhue con el tratamiento D1: 10 kg S ha^{-1} , Alhué y Yanara con el tratamiento D3: $10 \text{ kg S ha}^{-1} + 100 \text{ kg N ha}^{-1}$ repartidos en macollaje y espigazón (Fig.20).

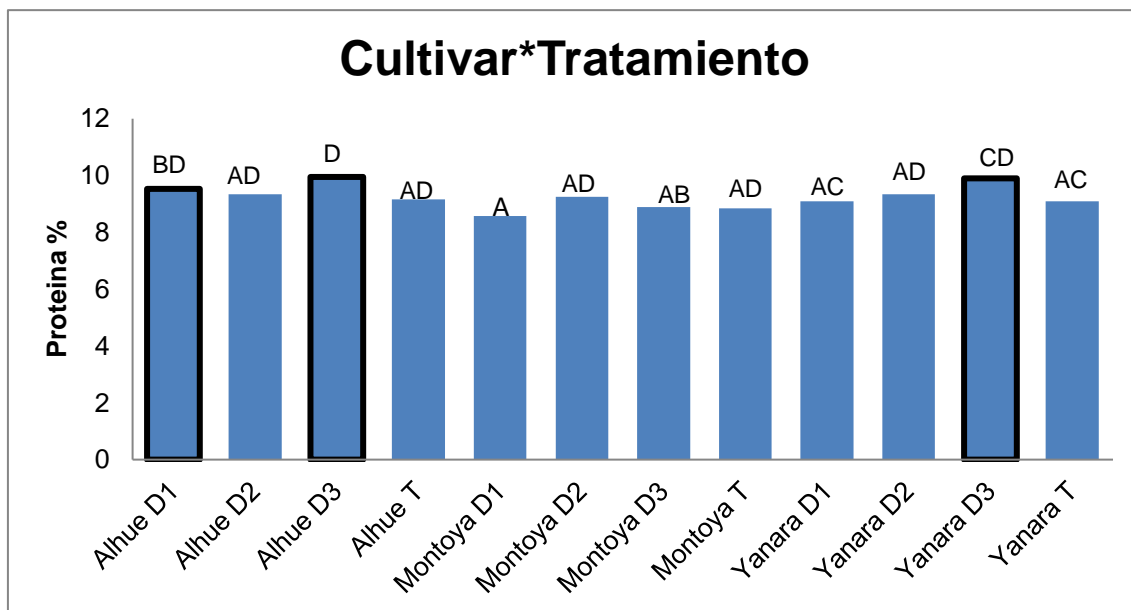


Figura 21 Variable: Proteína. Diferencias en la interacción C*T por medio del análisis de la varianza. Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Estos resultados demuestran que el agregado de S aumenta la eficiencia de uso del N (López et al, 2015).

Ensayo de fertilización con B

En este último ensayo, el ANOVA arrojó diferencias significativas solamente para calibre y proteína (Tabla 8). En ambos casos las diferencias se atribuyeron a variaciones entre cultivares, en lugar de a la fertilización con B.

Tabla 8 Resultados análisis de la varianza del nutriente Boro. Variables analizadas: plantas m⁻², macollos m⁻², espigas m⁻², altura (cm), rendimiento (kg/ha), calibre, biomasa de granos y proteína.

Fuentes de variación	Plantas m ⁻²		Macollos m ⁻²		Espigas m ⁻²		Altura (cm)		Granos (Nºespiga ⁻¹)		Rendimiento (kg ha ⁻¹)		Calibre		Biomasa de granos		Proteína	
	F		F		F		F		F		F		F		F		F	
Modelo	1,05	NS	5,39	*	1,71	NS	1,53	NS	1,25	NS	2,89	*	2,52	*	0,78	NS	6,48	**
Bloques	0,40	NS	20,98	*	2,15	NS	3,79	*	2,77	*	10,16	**	1,06	NS	0,18	NS	10,09	*
Cultivar (C)	2,47	NS	1,17	NS	1,20	NS	0,80	NS	0,02	NS	0,13	NS	11,9 5	**	2,10	NS	25,88	**
Tratamientos (T)	0,84	NS	2,35	NS	2,89	*	0,59	NS	1,15	NS	0,08	NS	1,34	NS	1,16	NS	0,50	NS
Interacción (C*T)	1,01	NS	0,53	NS	1,08	NS	1,11	NS	0,90	NS	1,57	NS	0,69	NS	0,46	NS	1,21	NS

En este ensayo no se encontraron diferencias entre la mayoría de las variables analizadas, solamente calibre y proteína, que tuvieron efecto significativo del cultivar.

Para la variable calibre, Montoya presentó nuevamente mayores valores que Alhué y Yanara (Fig. 22). De todas formas, las tres superaron ampliamente el 80% requerido por la industria maltera (Anexo).

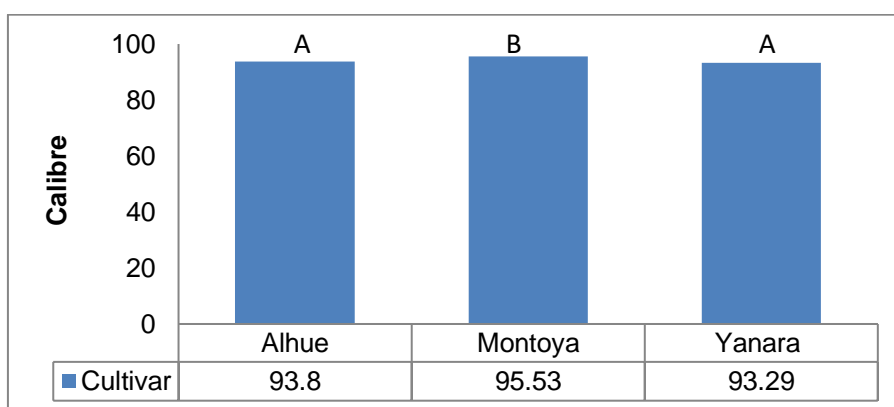


Figura 22 Variable: Calibre. Diferencias entre cultivares por medio del análisis de la varianza. Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Contrariamente, la proteína fue significativamente menor en Montoya que en los otros dos cultivares y Alhué tuvo más proteína que Yanara (Fig. 23). Sin embargo, ninguno de los valores alcanzó el mínimo requerido por la industria que es 9,5%. En las malterías se considera que las partidas de cebada que tienen bajo calibre, presentan alto contenido proteico. Esta relación negativa entre calibre y proteína es atribuida a que, dentro de una partida de cebada, los granos finos tienden a presentar un mayor contenido proteico que los granos gruesos (Magliano et al., 2014).

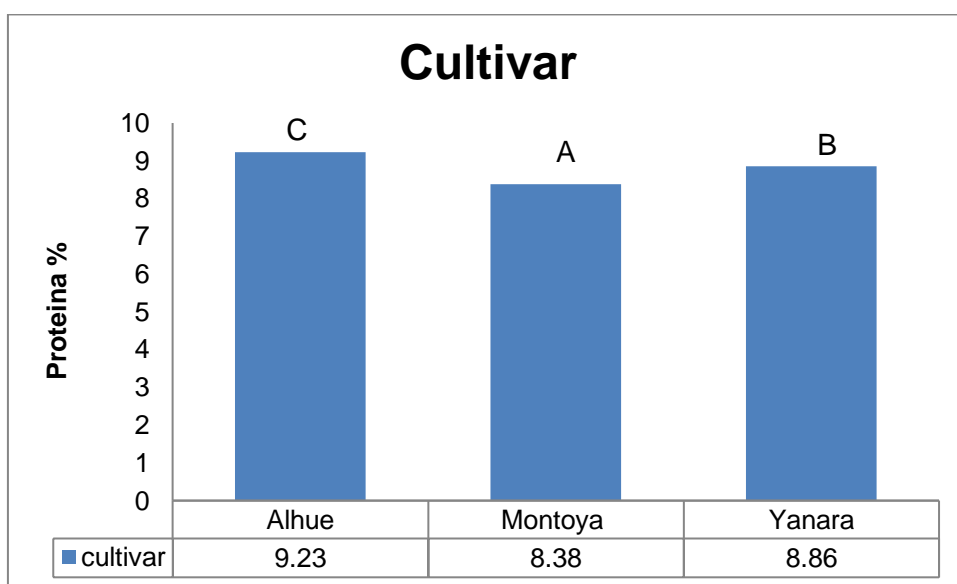


Figura 23 Variable: Proteína. Diferencias entre cultivares por medio del análisis de la varianza. Las letras diferentes significan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

La asociación negativa entre calibre y contenido proteico ha sido observada en diversos experimentos donde se comparan cultivares, niveles de disponibilidad hídrica o de N. Esta asociación puede tener dos explicaciones. En primer término, las sequías y las altas temperaturas ocurridas durante la etapa de llenado de grano provocan una reducción del calibre de los granos y un aumento en su contenido proteico. Por lo tanto, partidas de cebada que provienen de cultivos que sufrieron estrés hídrico o térmico durante el llenado de grano tienen menor calibre y mayor contenido proteico de granos que aquellas partidas que provienen de cultivos que no los sufrieron. En segundo término, la fertilización nitrogenada, en cultivos deficientes en este nutriente, provoca simultáneamente aumentos en el contenido de proteína y reducción en

el calibre. La reducción en el tamaño de grano se debe a que, cuando se fertiliza con N u otro nutriente, aumenta el número de granos que provienen de macollos ya que se generan granos en posiciones más distales de la espiga que se caracterizan por un menor calibre (Magliano et al., 2014).

Conclusiones

Bajos las condiciones de estos ensayos, no hubo impacto del momento de aplicación nitrogenado sobre el rendimiento ni la proteína de cebada. Se encontraron diferencias en el calibre, asociadas al cultivar.

Para obtener rendimientos de 6000 kg ha^{-1} y niveles de proteínas aceptables dentro del estándar comercial, el cultivo requiere extraer entre 146 a 189 kg ha^{-1} de N.

En el ensayo de fertilización nitroazufrada, se asoció con incrementos en el rendimiento. En el caso del contenido proteico de los granos, ningún cultivar logro los rangos de proteínas establecidos por la norma de comercialización.

En cuanto a boro, no hubo efecto del agregado sobre el rendimiento y/o calidad. Se volvieron a encontrar diferencias asociadas al cultivar.

En general, en los tres ensayos la proteína estuvo por debajo de lo requerido para la industria maltera. Por lo que calificarían como cebadas forrajeras.

Siempre realizar un testigo de cada ensayo, así se pueden comparar más datos y obtener mejores respuestas.

También incorporar en las prácticas del campo, el análisis del suelo. Para saber desde donde partimos y que dosis de fertilización vamos a utilizar para obtener mejores rendimientos.

Bibliografía

Echeverría, H. E., & García, F. O. (2014). Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos. Buenos aires, Argentina. INTA. Cap. 7: Nitrógeno (pág. 187-196)

Echeverría, H. E., & García, F. O. (2014). Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos Buenos aires, Argentina. INTA cap. 10: Azufre (pág. 287-312)

Echeverría, H. E., & García, F. O. (2014). Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos Hernán Buenos aires, Argentina. INTA. Cap. 12: Micronutrientes (pág. 357-358; 364-365)

Echeverría, H. E., & García, F. O. (2014). Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos. Buenos aires, Argentina. INTA. Cap. 19: cebada, avena y alpiste (pág. 537-549)

Miralles, D. J., Benech-Arnold, R. L., & Abeledo, L. G. (2011). Cebada Cervecera. Editorial Faculta de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Cap. 1: Desarrollo ontogénico y generación del rendimiento (pág. 1-34)

Miralles, D. J., Benech-Arnold, R. L., & Abeledo, L. G. (2011). Cebada Cervecera. Editorial Faculta de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Cap. 2: nutrición mineral y fertilización (pág. 35-54).

Bunge, produciendo juntos. Agro expedientes. 2016. Disponible en: https://www.bungeargentina.com/sites/default/files/expedientes/2019-08/bunge_e001_cebada.pdf consultada mayo 2022

Cebada cervecera. 2016. Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. Disponible en: <https://magyp.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/Informe-de-cebada.pdf> consultada 20/03/2022

De Bernardi, Luis, 2019, Perfil de la cebada. Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/per

[fil-de-cebada-2019.pdf](#) consultada 20/03/2022

FAO. Cultivos y productos de ganadería. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize> consultada: 24/03/2022

Magliano P.N., P. Prystupa, F.H. Gutiérrez Boem, 2014. Contenido proteico en granos de distinto tamaño en cebada cervecera. Disponible en: <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2014/06/14.pdf>. Consultada: diciembre 2023

Nabaes J., 2021. Trabajo de intensificación. Evaluación de la fertilización nitrogenada continua en trigo bajo siembra directa. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5617/Nabaes%20Jos%C3%A9%20Trabajo%20de%20Intensificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Consultada: diciembre 2023

“NORMA V - CEBADA” ANEXO A - CEBADA CERVECERA. Disponible en: https://www.cac.bcr.com.ar/sites/default/files/2019-01/norma_v_-_res_27-2013_-_anexo_a_-_cebada_cervequera.pdf consultada: diciembre 2023.

Prystupa Pablo, 2005. Fertilización Nitrogenada y Azufrada en Cebada Cervecera. Módulo de Investigación del Proyecto Fertilizar A. C. – INTA. Disponible en: <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/Fertilizacio%CC%81nNSCebadaC.pdf> consultada: 8/09/2022

Cebada cervecera. Producción y comercialización. Disponible en: <https://cebadacervequera.com.ar/produccion-argentina-de-cebada/> consultada última vez septiembre 2023

Department of Health and ageing Office of the Gene Technology Regulator, Australian Government, 2008. Biology of *Hordeum vulgare* L. (Barley) Disponible en: <https://www.ogtr.gov.au/resources/publications/biology-hordeum-vulgare-l-barley> Consultada marzo 2022

G. Ferraris, 2020. Aspectos claves para la nutrición de trigo y cebada cervecera en el período siembra-macollaje. Pdf.

H. Fontanetto; S. Gambaudo; O. Keller; J. Albrecht; E. Weder; M. Sillón; G. Gianinetto , G. Meroi ; G. Berrone ; M. Meyer ; C. Cánepa y P. Ruffino. 2011. FORMAS DE APLICACION, DOSIS y FUENTES NITROGENADAS EN CEBADA Disponible en http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/107/misc107_0007.pdf Consultada agosto 2022

Lopez de Sabando, M Redolatti, P. Calviño. 2015. Fertilización con azufre según zonas de productividad. Disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-b7_fertilizacin_con_azufre_seg_n_zonas_de_product.pdf consultada 25 de junio del 2022.

P. Prystupa, G. Ferraris, L. Ventimiglia , T. Loewy , L. Couretot , R. Bergh y F.H. Gutiérrez-Boem.2016. Fertilización nitrogenada y azufrada de cebada cervecera cv. Scarlett en la provincia de Buenos Aires. II. Efectos sobre el calibre y los componentes del rendimiento. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/891> consultada octubre 2022

P. Prystupa, G. Ferraris, L. Ventimiglia , T. Loewy , L. Couretot , R. Bergh y F.H. Gutiérrez-Boem.2016. Fertilización nitrogenada y azufrada de cebada cervecera cv. Scarlett en la provincia de Buenos Aires. I. Efectos sobre el rendimiento y el contenido proteico de los granos disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/903> consultada en octubre 2022

Pereyra F, Tchilinguirian P, Copolecchia M, Cavallaro S, Fratalocchi C, Borello L, Milanese JB, Suriano JM. 2001. Carta de Línea de Base Ambiental 3763-IV CORONEL SUÁREZ. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Disponible en: <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/2099>

Salvagiotti F.; Castellarín J. y Ferraguti F 2012. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-respuesta-a-fertilizacin-con-zinc->

[y-boro-cultivo-trig.pdf](#) consultada abril 2022

Anexo

1) Variedades comerciales

Yanara

- Alto potencial de rendimiento
- Buen comportamiento frente a escaldadura (*R. secalis*)
- Resistente al vuelco

Alhue

- Alto potencial de rendimiento
- Buen comportamiento frente a escaldadura (*R. secalis*) y a mancha en red (*D. teres*)
- Resistente al vuelco
- Excelente calidad maltera

Danielle

- Muy alto potencial de rendimiento
- Baja susceptibilidad a mancha en red (*D. teres*)
- Alta resistencia al vuelco

Montoya

- Altísimo potencial de rendimiento
- Baja susceptibilidad a escaldadura (*R.secalis*)
- Resistente al vuelco

2) Normativa de comercialización de cebada cervecera



Norma de calidad para la comercialización de cebada cervicera

NORMA V - ANEXO A - Resolución SENASA 27/2013



BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO
CÁMARA ARBITRAL DE CEREALES

RUBROS	BASES %	TOLERANCIA DE RECIBO %	BONIFICACIONES	REBAJAS
Capacidad Germinativa (mínimo)	98	95	----	Para valores inferiores al 98% y hasta el 95% a razón del 0,5% por cada por ciento.
Materias Extrañas (máximo)	0,5	1,0	----	Para valores superiores al 0,5% y hasta el 1% a razón del 1,0% por cada por ciento o fracción proporcional.
Granos Dañados (máximo)	0,5	1,5	Para valores inferiores al 0,5% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.	Para valores superiores al 0,5% y hasta el 1,5% a razón del 0,5% por cada por ciento o fracción proporcional.
Granos quebrados y/o pelados (máximo)	1,5	4,0	Para valores inferiores al 1,5% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.	Para valores superiores al 1,5% y hasta el 4% a razón del 0,5% por cada por ciento o fracción proporcional.
Carbón (máximo)	----	0,2	----	Para valores superiores al 0,2% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.
Granos Picados (máximo)	----	0,5	----	Para valores superiores al 0,5% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.
Bajo Zaranda de 2,2 mm (máximo)	----	4,0	Para valores inferiores al 4% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.	Para valores superiores al 4% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.
Calibre sobre zaranda 2,5 mm (mínimo)	85	80	----	Para valores inferiores al 85% y hasta el 80% a razón del 0,5% por cada por ciento.
Proteína Mínima S.S.S.	----	9,5	----	----
Proteína Máxima S.S.S.	----	13,0	----	----
Humedad (máximo)	12,0	12,5	Para valores inferiores al 12,0% a razón del 1,2% por cada por ciento o fracción proporcional.	Para mercadería que exceda el 12,5% se aplicará una merma conforme a fórmula: Merma (%) = $\frac{(Hi - Hf)}{100 - Hf} \times 100$ Hi: Humedad inicial Hf: Humedad Final (12,0%) Merma por manipuleo, 0,20%

Libre de insectos y ácaros vivos