

Informe ensayo cebada cervecera

Comarca Andina



Autores: Juan Vago¹, Andrea Cardozo², Leandro Sisón Cáceres², Raul Reuque², Leonardo Claps³, Claudia Cobello².

Agradecimientos: *Federico Moreyra, Javier Ferrari, Roque Riza, Alberto Riza, Alberto Butó, Sebastián Debenedetti, Graciela Freddi, Matias Malbrán, Dante Marchoveccio, Saúl Delucchi, Ariel Mazzoni, Personal del Campo Forestal Gral. San Martín.*

1: Asesor privado, 2: AER INTA El Bolsón, 3: INTA Bariloche

Introducción:

La cebada cervecera o de 2 hileras (*Hordeum vulgare* L. convar. *Distichon* L.) es un cereal de invierno de gran similitud con el trigo. Se debe diferenciar de la cebada forrajera (*Hordeum distichum* L.), comúnmente llamada de 6 hileras, la cuál no es adecuada para la industria cervecera (Figura 1). Es común en la actividad agropecuaria que cuando una cebada de 2 hileras no cumple con los requisitos de calidad para malteado se la comercialice como cebada forrajera.



Figura 1: diferencias entre cebada de 2 hileras y de 6 hileras (msue.anr.msu.edu).

La producción de cebada cervecera a nivel nacional llegó a las 3.741.158 tn en la campaña 2017/2018 (MINAGRO, 2018), dándose principalmente en las provincias de la región pampeana (Bs. As., Sur de Entre Ríos, Córdoba y Sta. Fé y Este de La Pampa).

La zona de Trevelin, Esquel y Comarca Andina tuvo, hasta mediados del siglo pasado, un lugar destacado en la producción cerealera, fundamentalmente en trigos de calidad panadera. Sin embargo, en los últimos años en la zona de El Bolsón y alrededores la producción de cereales ha disminuido en escala y superficie según la información recolectada en recorridos y charlas con productores y técnicos vinculados. El objetivo de esta producción es prioritariamente para uso forrajero, a excepción de algo de trigo que se procesa para harina de uso personal. En ocasiones incluso se confeccionan fardos con el objetivo de comercializarlos como insumos para construcción.

El manejo de los cultivos, en general, se caracteriza por un uso nulo o bajo de insumos externos, a partir de la siembra en parcelas pequeñas de un acotado número de variedades que llevan varios años en el mercado.

En este contexto existe, sin embargo, un interés creciente de los productores de incrementar la producción de cereales tanto para grano como para forraje, a través de un manejo sustentable que incluya uso de nuevas variedades, rotaciones de cultivos y manejo eficiente de las herramientas y tecnologías disponibles.

La información disponible sobre los materiales comerciales de cereales surge a partir de ensayos realizados en su mayoría en región pampeana, en condiciones ambientales que difieren a las de la Patagonia. Teniendo en cuenta que los aspectos clave del manejo de un cultivo son la adaptabilidad genotípica del material seleccionado al ambiente elegido y su potencialidad de rendimiento sin afectar los parámetros de calidad comercial e industrial (Miralles *et al*, 2011) surge entonces la necesidad de generar información a nivel local que permita comparar el comportamiento de los materiales utilizados actualmente y de nuevos materiales disponibles en el mercado.

Objetivo:

El objetivo de este ensayo fue obtener una primera aproximación al comportamiento productivo de distintas variedades tanto comerciales como experimentales de cebada cervecera, en condiciones de alto uso de insumos en la región de El Bolsón. Para esto se consideraron parámetros tanto de rendimiento como de calidad, ya que este último ítem es de fundamental importancia en la industria cervecera.

El trabajo fue complementado con información obtenida de una prueba de siembra con manejo tradicional de la zona en el campo de un productor, a fin de obtener una aproximación de la brecha de rendimiento existente entre un manejo con considerable uso de insumos frente al manejo habitual de los productores de la zona.

Materiales y métodos:

El ensayo de alto uso de insumos se llevó a cabo durante la campaña 2017-2018 en el Campo Forestal General San Martín ubicado en la localidad de El Bolsón (41° 59' 55.87" S; 71° 31' 33.58" O, Figura 2). Se sembraron en tres fechas de siembra 6 variedades de cebada cervecera facilitadas por INTA Bordenave, 3 experimentales, (BV. 261-15, BV. 375-14 y BV. 72-07) y 3 comerciales, (Shakira, Andreia y Scarlett), siendo esta última la más difundida en la zona. En la primera fecha no pudo ser sembrada BV. 72-07 por no tener semilla.

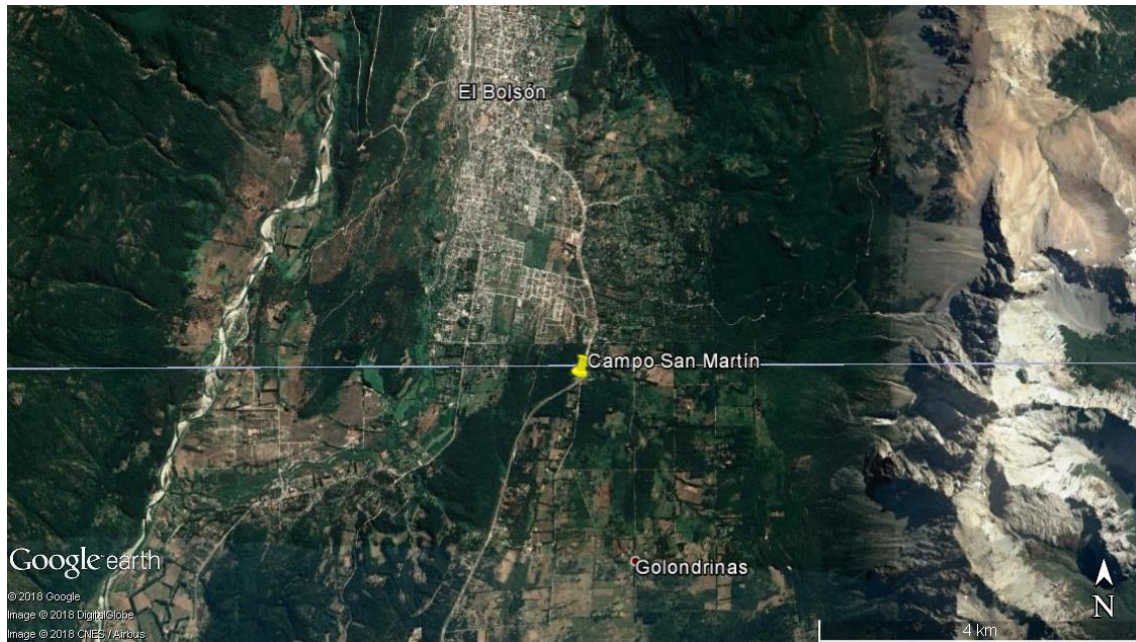


Figura 2: Ubicación campo forestal General San Martín.

El lote seleccionado posee un contenido de Materia Orgánica de 6,97%, 0,28% de Nitrógeno total, 244 ppm de potasio extractable y 17,8 ppm de fósforo Olsen, por lo que se puede afirmar que tiene contenidos de materia orgánica y nitrógeno medios a altos, una adecuada relación C/N, disponibilidad media de fósforo y está bien provisto de potasio.

El manejo previo a las siembras consistió en 2 pasadas de disco liviano y una pasada de rotovator, lo cual dejó a las parcelas en condiciones óptimas para la siembra (Figura 3). Debido a que el lote disponible no había tenido un uso agrícola previo, se tuvo que realizar control manual permanente de malezas durante el ciclo del cultivo, principalmente de nabo (*Raphanus campestris* L.), nabón (*Raphanus sativus* L.), avena negra (*Avena fatua*) y agropiro (*Agropiron repens* o *Elytrigia repens*). Este último debe considerarse como una maleza de difícil control dado que no sólo se reproduce por semilla sino también por rizoma y comparte el ciclo de crecimiento de la cebada.



Figura 3: Condiciones de siembra de la primera fecha.

Dado el momento del año en el que se pudo iniciar el ensayo se seleccionaron 3 fechas de siembra consideradas medias-tardías para la zona (17/10, 9/11 y 21/11). Teniendo en cuenta que el tamaño y peso de las semillas difería entre variedades se decidió recalculer la densidad de siembra, poniéndose como objetivo una densidad a lograr de 160 plantas/m². Las densidades calculadas se muestran en el cuadro 1. Las densidades sembradas fueron 20 % superiores a las calculadas originalmente por un error de estimación, pero se consideró que esto no afectaría en gran medida el rendimiento.

Cuadro 1: Densidad de siembra en kg/ha por material y fecha y Peso de 1000 granos (P 1000) en gramos.

Variedad	1° Fecha (17/10)	2° Fecha (9/11)	3° Fecha (21/11)	P 1000
Shakira	76	88	100	36
Scarlett	92	104	110	43
Andreia	80	90	100	37
BV. 261-15	106	116	116	43
BV. 375-14	92	100	100	43
BV. 72-07	--	80	90	--

El ensayo tuvo un diseño factorial de 3 fechas de siembra por 6 variedades de cebada cervecera, con 3 repeticiones, asignadas al azar. Cada repetición fue sembrada en sentido Norte-Sur con 6 surcos distanciados a 20 cm. por 3 mts. de largo (*figura 4*). Para la siembra se utilizó un implemento que imitaba el accionar de una sembradora mecánica. La misma se realizó de forma manual, tapando los surcos con un rastrillo una vez depositada la semilla y el fertilizante.



Figura 4: Distribución del ensayo.

Se realizó una fertilización base de 100 kg/ha de fosfato di-amónico a la siembra y 150 kg al voleo de urea a macollaje. Se hizo riego complementario por aspersion a partir de 30/11, dado que las precipitaciones fueron escasas durante el período de crecimiento.

A partir de la siembra se realizó una visita semanal al lote para tomar datos del desarrollo fenológico del cultivo. Para esto se utilizó la clave de Zadoks (1974) que es la metodología más común para la descripción de los cereales.

La cosecha de todas las repeticiones se realizó entre el 1 y 3 de Marzo, cuando los cultivos ya habían alcanzado la madurez de cosecha. Se recolectó el material de los 2 surcos centrales en un largo de 50 cm. Con cada muestra se hizo un recuento de número de tallos, granos en espigas 1° y 2°, peso de 1000 granos y peso en grano para estimación de rendimiento. Debido a fallas durante el procesado no se pudo obtener el número de espigas/m². Las muestras procesadas fueron remitidas a INTA Bordenave para realizarles los análisis correspondientes de calidad comercial.

La prueba de siembra en campo de productor se realizó en el establecimiento “La Promesa” (Mallín Ahogado) propiedad de la familia Riza el día 13/11, fecha que se correspondería con la 2° fecha de siembra del ensayo de alto uso de insumos. Se utilizaron las variedades Scarlett, BV. 72-07 y BV. 375-14. Se eligió la mitad de un lote recientemente disqueado, el trabajo lo realizó una sembradora conformada por un vibrocultivador y cajón sembrador con una densidad de 120 kg/ha. Las parcelas tenían 2 mts. de ancho por 20 de largo (Figuras 5 y 6), A su vez, con el sobrante de semilla Scarlett se sembró la mitad restante del lote con una densidad de 140 kg/ha que se tomó como un lote de producción. El manejo se puede considerar representativo del que se realiza en la zona, en seco y con una aplicación pre-siembra de Bio Organutsa (fertilizante orgánico). Una vez que los cultivos alcanzaron la madurez de cosecha se tomaron 3 muestras de 0,2 m² de cada parcela para realizar las mismas estimaciones de rendimiento y calidad industrial del ensayo de alto uso de insumos.



Figura 5: siembra en campo de productor.



Figura 6: Cultivos ya establecidos.

Resultados:



- *Rendimiento*

La variedad que mejor comportamiento demostró en el ensayo de alto uso de insumos fue Andreia, que en promedio superó a los demás materiales, tanto experimentales como comerciales (Figura 7). Scarlett, variedad más difundida en la zona, fue la de menor rendimiento dentro de los materiales comerciales en tanto que los 3 materiales experimentales tuvieron rendimientos similares.

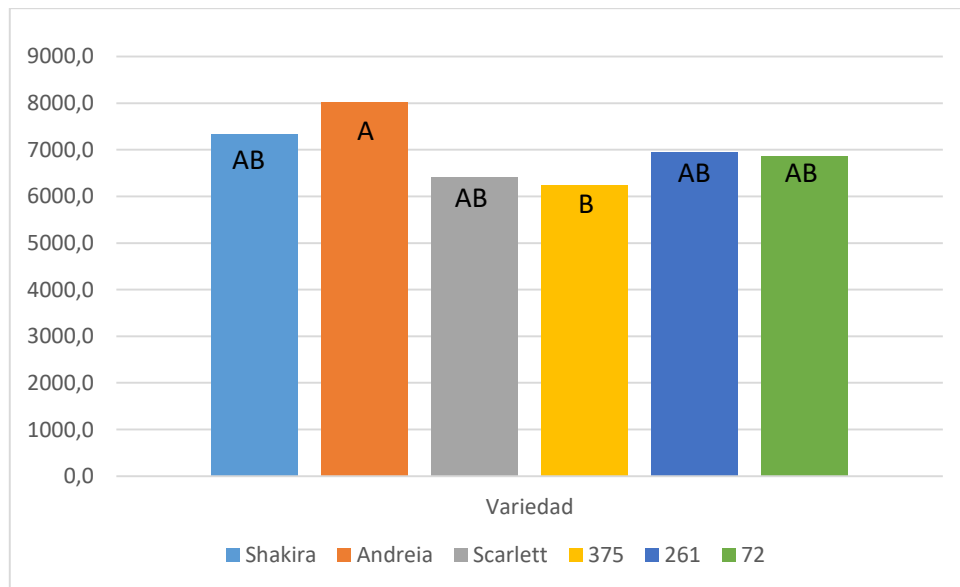


Figura 7: rendimiento promedio de las variedades de alto uso de insumos en kg/ha. Letras distintas indican diferencias significativas.

En la figura 8 se observa que Andreia, si bien en la 1° fecha tuvo comportamiento similar a las otras variedades comerciales, en las fechas restantes fue la que mayor rendimiento alcanzó. Scarlett (ciclo largo) y BV. 261-15 fueron las únicas variedades que no tuvieron diferencias significativas de rendimiento en las 3 fechas (figura 9). BV. 261-15 fue, de las experimentales, la que mejor performance logró en promedio, aunque fue superada por BV. 375-14 en la segunda fecha y por BV. 72-07 en la tercera. No se obtuvieron datos de BV. 72-07 en la primera fecha ya que no fue sembrada. Shakira, Andreia y BV. 375-14 tuvieron sus mayores rendimientos en la segunda fecha de siembra, a la vez que BV. 72-07 tuvo su mayor rendimiento en la tercera fecha.

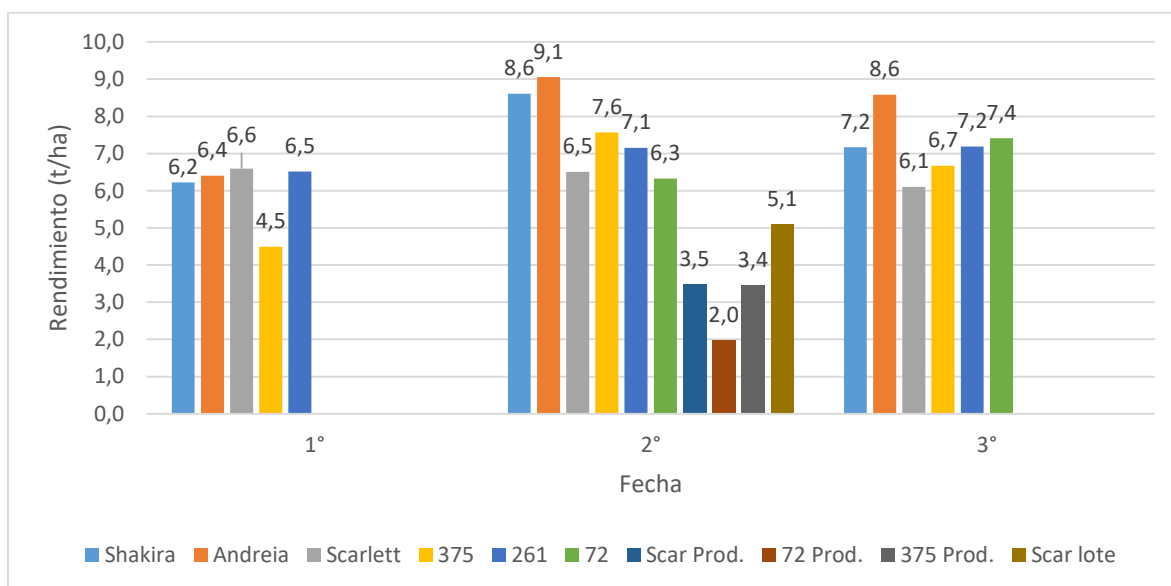


Figura 8: Rendimientos del ensayo de alto uso de insumos y de la prueba en campo del productor según la fecha de siembra.

Con respecto a la prueba en el campo del productor la que mejor rendimiento tuvo fue Scarlett para producción (Scar. Lote), que superó notablemente a las variedades sembradas en parcela (figura 10). Esta diferencia posiblemente se explique por una incorrecta regulación de la sembradora al momento de sembrar las parcelas, lo cual generó una deficiente implantación del cultivo. Más allá de esta circunstancia los rendimientos tanto de la prueba como del lote de producción fueron sensiblemente inferiores a los obtenidos en el ensayo de alto uso de insumos (cuadro 2). Al comparar los rendimientos promedio en cada fecha de siembra se observa que la 1° tuvo rendimientos sensiblemente inferiores a los de la 2° y 3° fecha.

Cuadro 2: Rendimiento promedio en kg/ha de cada fecha de siembra y de prueba en campo del productor (letras distintas significan diferencias significativas, $p < 0,05$).

Siembra	Rinde promedio
1°	6046 B
2°	7187,22 A
3°	7535,56 A
Productor	3500 C

Si se compara por variedad, Shakira, Scarlett y 375 en el esquema de alto uso de insumos tuvieron sus menores rendimientos en la 1° fecha en tanto que BV. 261-15 y Scarlett no tuvieron diferencias en ninguna de las 3 fechas (Figura 9). Es posible que esta baja de rendimiento para la 1° fecha haya sido provocada por una serie de factores que afectaron el desarrollo del cultivo, como menor calidad en la siembra, aplicación más tardía de riego (al iniciarse la 1° fecha se encontraba en elongación de tallo, en tanto que la 2° iniciaba macollaje y la 3° estaba emergiendo), sombreo parcial del lote por un monte cercano, entre otras. Estas variables llevaron a una menor cobertura del cultivo, con la consecuente menor captación de recursos y menor desarrollo que no permitió expresar el potencial de las diversas variedades. Sin embargo, sería deseable repetir la experiencia para confirmar esta hipótesis.

Esta 1° fecha de siembra tuvo una mayor homogeneidad de rendimientos respecto a las otras dos (Figura 8), excepto por el caso de BV. 375-14 cuyo rinde fue sensiblemente inferior al resto. En las restantes fechas la diferencia entre variedades fue mayor.

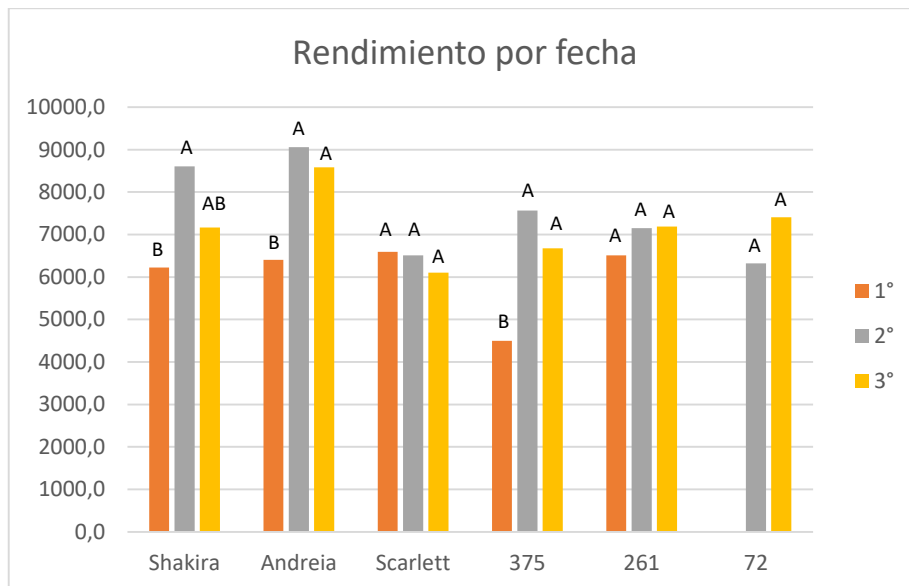


Figura 9: Rendimientos estimados por fecha de siembra. Letras distintas significan diferencias significativas para fechas de siembra en cada variedad.



Figura 10: Cebada Scarlett sembrada en lote (a la Izquierda).

- *Peso de 1000 granos*

El peso de 1000 gr. promedio fue similar para Shakira, Andreia y BV. 261-15 (Cuadro 3). Scarlett, al igual que para rendimiento, fue el que menor variación tuvo entre fechas de siembra pero su valor fue menor que las variedades antes mencionadas y apenas superior que BV. 375-14, en tanto que BV. 72-07 fue apenas inferior a las de mayor peso de 1000 granos. Las variedades sembradas en el establecimiento del productor tuvieron un peso de 1000 granos sensiblemente menor a los logrados en el ensayo, siendo el más alto el de Scarlett para producción.

Cuadro 3: *Peso promedio de 1000 granos (grs.).*

Variedad	Promedio
Shakira	52,5
Andreia	52,4
Scarlett	46,6
BV. 375-14	44,9
BV. 261-15	52,8
BV. 72-07	51,2
Scar Prueba.	30,1
BV. 72-07 Prueba.	31
BV. 375-14 Prueba.	29
Scarlett lote	39,1

- *Granos por espiga*

El número de granos por espiga primaria tuvo una variación apenas superior a 1 grano entre variedades (20,9 a 22,2) a excepción de BV. 375-14, cuyo promedio fue de 18,2 granos/espiga, en tanto que en las secundarias la diferencia fue un poco mayor (19,4 a 17), con BV. 375-14 demostrando la misma tendencia (15,3 granos/espigas). En ambos casos Andreia fue la de mayor número de granos/espiga (cuadro 4). En la mayoría de las plantas, sin embargo, el número de macollos/planta hacia que por cada planta se dieran más de 2 espigas, siendo las restantes de menor tamaño. No pueden ser presentados datos de espigas/m² o de plantas/m² por fallas en el procesado de los datos.

Cuadro 4: Número de granos por espiga primaria y secundaria.

Variedad	Esp. 1°	Esp. 2°
Shakira	21,0	17,0
Andreia	22,2	19,4
Scarlett	21,9	18,4
BV. 375-14	18,2	15,3
BV. 261-15	21,8	18,3
BV. 72-07	20,9	17,8
Scarlett Productor	20,52	18,21
BV. 72-07 Productor	19,31	14,31
BV. 375-14 Productor	16,28	14,36
Scarlett Lote	19,81	17,56

- *Fenología*

Se observó que Scarlett y BV. 375-14 tuvieron un ciclo adelantado respecto a las otras variedades, iniciando antes el macollaje, encañazón, espigazón y senescencia de las plantas (Figura 11), en tanto que las restantes especies tuvieron una evolución similar de su ciclo de desarrollo.



Figura 11: comparación del desarrollo entre BV. 375-14 (derecha, espigada) y Andreia (izquierda).

El macollaje en algunas de las plantas se inició con las plantas con 2 hojas emergidas, incrementándose su número a medida que se atrasaba la fecha de siembra. La bibliografía para la región pampeana cita que el macollaje se inicia con 3 o 4 hojas emergidas (Miralles *et al*, 2011). Se estima que la mayor temperatura del ambiente acelera las tasas de iniciación y aparición foliar, explicando este efecto.

En la primera fecha de siembra Scarlett y BV. 375-14 llegaron primero a aparición de las primeras aristas respecto a las demás especies, tendencia que se mantuvo en las dos siembras restantes (cuadro 5).

En cebada el periodo crítico del cultivo abarca aproximadamente entre los 40 y 10 días previos a la espigazón del cultivo (Arisnabarreta y Miralles, 2008), equivalente a unos 30 días previos a la aparición de las aristas por sobre la lámina de la hoja bandera. En dicho periodo se determinan los principales componentes del rendimiento (número de granos/m² y, en menor medida, peso de grano). Sin embargo, estos valores se manejan para siembras de la región pampeana que se realizan entre los meses de Junio a Agosto. Al ser las siembras en la Comarca Andina más tardías el ciclo del cultivo se dará con mayores temperaturas y fotoperiodos más amplios, lo que genera un acortamiento de las diversas etapas de desarrollo (Miralles *et al*, 2011), por lo que se puede inferir que, para las fechas de siembra elegidas, la duración del período crítico para cebada cervecera en la zona de la Comarca Andina es más corta en comparación a la observada para la zona pampeana.

Cuadro 6: Fecha aproximada de aparición de aristas para cada variedad

Variedad	1° Fecha	2° Fecha	3° Fecha
Scarlett	5/12	20/12	10/01
Shakira	14/12	5/01	10/01
Andreia	14/12	5/01	10/01
BV. 261-15	14/12	5/01	10/01
BV. 375-14	5/12	20/12	5/01
BV. 72-07	--	5/01	10/01

- Calidad comercial



Las normas de calidad para cebada cervecera son pre-establecidas por SENASA (NORMA V – ANEXO A – Resolución SENASA 27/2013) y se utilizan como referencia para la comercialización del grano. Como se mencionó previamente, es común que a aquellos granos que se encuentren por debajo de los estándares se los comercialice como cebada forrajera. Si bien las normas de calidad comprenden un número amplio de ítems, se destacan 3 fundamentales:

- Humedad de recibo igual a menor al 12%.
- Contenido de proteína entre 9 y 13%.
- 85 % de calibre bajo zaranda de 2,5 mm.

Estos parámetros son fundamentales para la elaboración de cerveza, ya que afectan directamente atributos inherentes a la calidad (Savín & Aguinaga, 2011). Se debe tener en cuenta, sin embargo, que los contenidos de proteína ideales para el malteado rondan entre el 10 y 11 %, con tolerancia hasta 12% (Minagri, 2016).

Cómo se observa en la figura 12, excepto para la segunda fecha del material BU-72, tanto los materiales del ensayo como los del campo del productor tuvieron contenidos proteicos dentro de los estándares fijados para comercialización. Sin embargo, BV. 261-15 estuvo por debajo del ideal de 10-12% en las tres fechas de siembra en tanto que BV. 72-07 estuvo por encima en sus dos fechas. Scarlett y BV. 375-14 se destacaron por estar las 3 fechas dentro del óptimo protéico, siendo sus contenidos crecientes a medida que se atrasó la fecha de siembra. Esta tendencia se observó en todos los materiales, a excepción de BV. 72-07 y de Andreia, en donde la tercera fecha tuvo un rendimiento intermedio respecto a la primera y segunda.

El nivel de proteína de un grano depende, si los demás factores permanecen constantes, de la disponibilidad de nutrientes (principalmente nitrógeno) y del estadio fenológico en que estén disponibles, y del rendimiento final del cultivo. Teniendo en cuenta que todas las parcelas del

ensayo tuvieron el mismo manejo nutricional se esperaría que, para una misma variedad, un incremento de rendimiento genere un efecto de dilución, con la consecuente disminución del contenido protéico. En las parcelas del ensayo esta relación inversa de rendimiento-contenido protéico se observó en Scarlett y BV. 72-0. El resto de las variedades del ensayo, sin embargo, no siguieron este patrón.

En el campo del productor Scarlett tuvo el mismo comportamiento que en el ensayo, la parcela de producción al ser la de mayor rendimiento tuvo menor contenido proteico respecto a la parcela de prueba (9,6 vs. 11,8). Por otro lado, en las parcelas de prueba si bien Scarlett y BV. 375-14 tuvieron rendimientos similares el % de proteína fue notoriamente mayor para Scarlett. BV. 72-07 tuvo el menor rendimiento pero un % de proteína intermedio entre las 2 variedades mencionadas anteriormente.

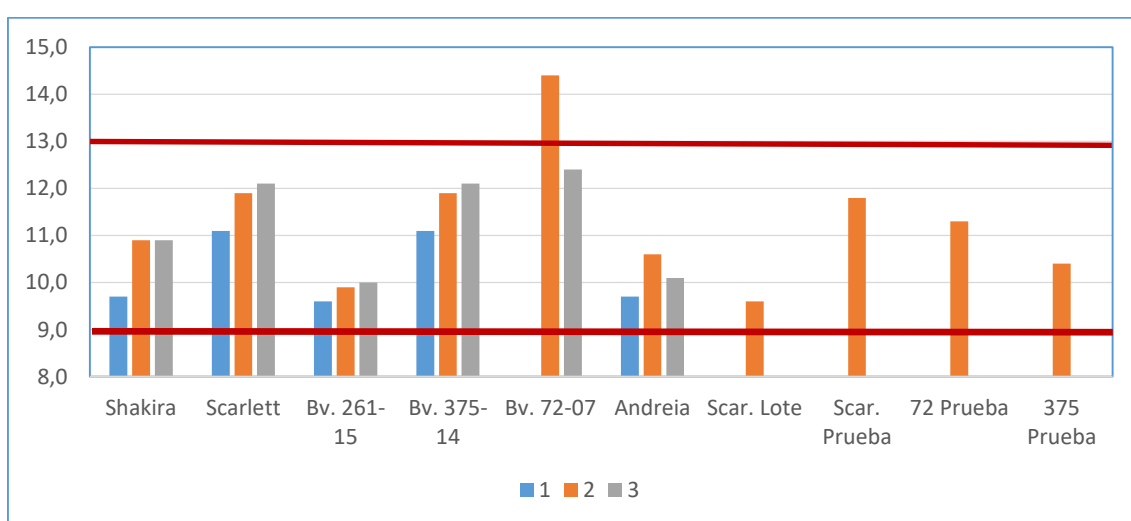


Figura 12: Contenido de proteína de los diversos materiales.

Al evaluar el calibre (figura 13) se observa que los materiales utilizados en el campo del productor estuvieron muy por debajo de los estándares establecidos. La única excepción fue la de Scarlett en lote de producción, con 86,6 % por sobre zaranda. Por otro lado, los materiales sembrados en el ensayo tuvieron un excelente desempeño, situándose todos por encima del 95 %.

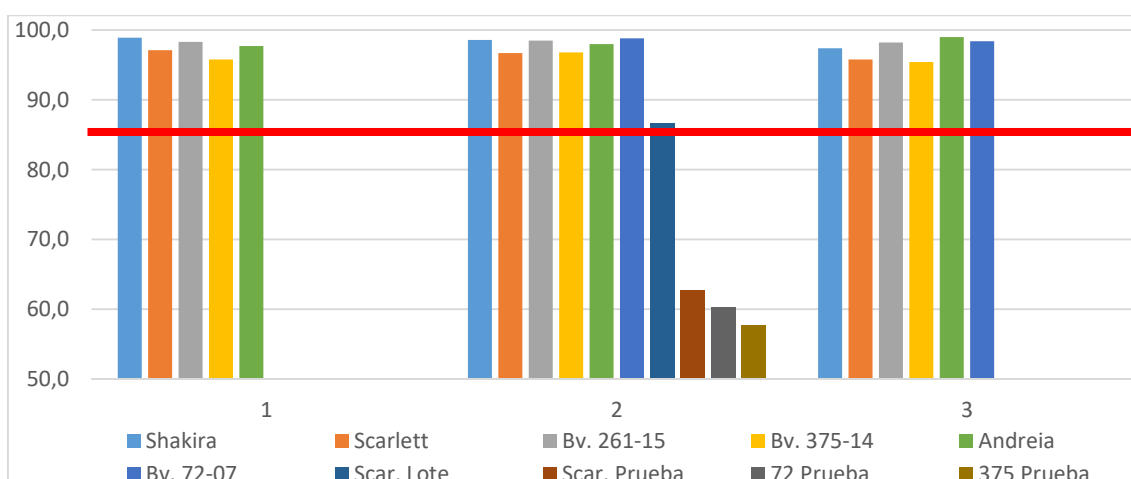


Figura 13: Calibre bajo zaranda de 2,5 mm.

Conclusiones:

Antes de plantear las conclusiones de los ensayos se debe remarcar que los valores obtenidos, en particular rendimiento, se han obtenido en condiciones de manejo que difícilmente se puedan repetir en lotes de producción, por lo que deben ser tomados como estimativos y utilizarse para realizar comparaciones entre materiales, pero no como valores que se puedan expresar a campo. Para obtener conclusiones definitivas estos ensayos deben ser repetidos en el tiempo y en diversas ubicaciones para obtener una mejor representatividad, optimizando a su vez la metodología del ensayo.

Estos datos permiten tener una orientación de las potencialidades del cultivo de cebada cervecera en la zona, como también de la brecha de rendimiento que se observa entre un cultivo con uso de insumos relativamente intensivo y otro con manejo tradicional de la zona. A partir de esto, se considera que el trabajo a realizar a futuro debe apuntar a reducir esta brecha productiva mediante la optimización del manejo del cultivo en un esquema de rotación sustentable tanto ambiental como económica. Para esto se debe considerar la idiosincrasia del productor y las herramientas de trabajo con las que hoy en día cuenta, y a partir de este punto generar en conjunto un esquema de trabajo.

A continuación se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- Los ensayos dan un indicio claro de la potencialidad de producción del cultivo de cebada cervecera para la zona de la comarca andina.
- Al contrario de lo esperado se observó que, en general, la primera fecha de siembra tuvo menores rendimientos respecto a la segunda y tercer fecha. Sería interesante continuar trabajando para confirmar este comportamiento o determinar que se debe a un caso aislado.
- Hubo una marcada diferencia en lo observado en el ensayo y en el campo del productor, tanto en rendimiento como en calidad industrial. Si bien los factores que afectan el desarrollo del cultivo son varios, aquí se puede remarcar 2 fundamentales: nivel nutricional del cultivo y riego complementario durante el período de crecimiento.
- Dentro de un esquema de secano con bajo nivel de insumos, quedó demostrada la importancia de una buena calidad de siembra en el desarrollo posterior del cultivo, para el caso de esta prueba significó estar dentro o fuera de los parámetros industriales de cebada para malteo.
- La sanidad del cultivo fue excelente, sin embargo la presencia de liebre como plaga del cultivo debe ser tenida en cuenta como una adversidad importante para el cultivo.
- En las parcelas del ensayo se observó una importante competencia de gramíneas, estas malezas deben considerarse como un factor importante a manejar teniendo en cuenta el esquema de no uso de agroquímicos que adoptan la mayoría de los productores de la zona.

Bibliografía:

- Arisnabarreta, S.; Miralles, D.J. 2008. Critical period for grain number establishment of near isogenic lines of two-and six rowed barley. Field Crop Research 107,196-202.
- MINAGRI, 2016. Cebada. En Web [<http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/Informe-de-cebada.pdf>]. Consulta 29/5/2018).
- MINAGRO, 2017. Datos agroindustriales. En web. [<http://www.agroindustria.gob.ar/datosagroindustriales/>](consulta 4/4/2018).
- Miralles, D., Arisnabarreta, S. y Alzueta, I. Desarrollo ontogénico y generación del rendimiento. En: Cebada Cervecera. UBA. 2011.
- Savin, R; Aguinaga A.A. 2011. Los requerimientos de la industria cervecera: Calidad comerciale industrial y sus determinantes. En: Cebada Cervecera. UBA. 2011.
- SENASA, 2013. Resolución 27/2013. En Web. [<http://www.senasa.gob.ar/resolucion-272013>](Consulta 29/5/2018).