



Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca

Análisis sectorial y cadenas productivas
Temas de política
Estudios

ANUARIO 2020
opypa

Petrona Viera
1949



Ministerio
**de Ganadería,
Agricultura y Pesca**

Oficina de
Programación y
Política Agropecuaria

OPYPA
Oficina de Programación y Política Agropecuaria

ANÁLISIS SECTORIAL Y CADENAS PRODUCTIVAS

TEMAS DE POLÍTICA

ESTUDIOS

URUTRIGO: Estrategias para viabilizar el trigo uruguayo mediante la mejora de su calidad

Marcela Godiño¹

Carlos A. Pérez²

Silvia Pereyra³

Carolina Francia⁴

Daniel Vázquez⁵

La producción de trigo en Uruguay ha tenido una significativa disminución desde el año 2011, año en que se registró el máximo volumen histórico de 2.016.300 toneladas y la máxima área de siembra correspondiente a 593 mil hectáreas (DIEA, 2012). En los años sucesivos el área de siembra ha venido disminuyendo y se ha estabilizado a partir del 2016 en alrededor de las 200 mil hectáreas. La Mesa Nacional de Trigo buscando contribuir a la competitividad de la producción nacional, analiza continuamente los factores que determinan su evolución y prioriza aquellos factores de carácter tecnológico que pueden derivar en lineamientos de trabajo, que permitan levantar determinadas restricciones a lo largo de toda la cadena productiva. En este marco se entiende que hay dos aspectos tecnológicos fundamentales para apuntalar la producción y ellos son el rendimiento y la calidad del grano. El rendimiento en la actualidad es el pilar de la producción ya que, en el contexto actual, es quien determina en primera instancia la rentabilidad y proporciona viabilidad al cultivo. La calidad es el otro pilar fundamental porque determina la posibilidad de desarrollar mercados internacionales y brinda respuestas a las demandas de la industria nacional. Los integrantes de la Mesa consideran que los aspectos referidos al rendimiento están siendo bien atendidos por las instituciones de investigación nacional, principalmente INIA y la Facultad de Agronomía y por tanto su contribución debe focalizarse en los aspectos de calidad del grano. En el análisis realizado por la Mesa se consideraron las demandas que generalmente vienen de los eslabones finales de la cadena. La calidad y la inocuidad de trigo son muy importantes para la industria nacional; i) para la industria molinera porque deben hacer frente a una exigente normativa de inocuidad y porque en su especialización deben adaptarse a nuevos procesos que demandan mayor calidad; ii) para la industria elaboradora de productos la importancia radica en que los productos nacionales tienen que competir con productos importados que generalmente ingresan al país con muy buena calidad e inocuidad.

¹ MSc. Ing. Agr. Mesa Nacional de Trigo, mgodino@inia.org.uy.

² Dr. Ing. Agr. Carlos A. Pérez. Dpto. Protección vegetal - EEMAC - FAGRO, caperez@fagro.edu.uy.

³ Dra. Ing. Agr. Silvia Pereyra. Programa Nacional de Cultivos de Secano – INIA, spereyra@inia.org.uy.

⁴ Ing. Agr. Carolina Francia. Dpto. Protección vegetal - EEMAC - FAGRO, carofranciabent@gmail.com.

⁵ Dr. QF. Plataforma de Agroalimentos - INIA, dvazquez@inia.org.uy.

Estos dos aspectos son también muy importantes para el sector exportador porque tienen que contemplar requerimientos de los mercados internacionales cada vez más exigentes. Para atender las inquietudes planteadas la Mesa buscó la forma de plasmar los principales lineamientos de trabajo priorizados en un proyecto amplio, con financiamiento público-privado, que permitiera hacer un aporte integral a toda la cadena. Es en este marco que surgió el proyecto 'Urutrigo: estrategias para viabilizar el trigo uruguayo mediante la mejora de su calidad'.

1. Hacia un sistema de calidad para los trigos uruguayos

En el ámbito de la Mesa Nacional de Trigo se piensa en un sistema de calidad para el trigo que se irá desarrollando e imponiendo paulatinamente, que no será en un principio para la totalidad de la producción, pero sí estará abierto a todas las empresas que quieran participar del mismo. En definitiva, que sea generalizado, pero no obligatorio. Para esto se debe pensar en un sistema que sea aplicable, lo cual implica que debe proporcionar ventajas, y a la vez resultar práctico y de fácil implementación para los usuarios. La clave de este sistema debe ser la segregación de la calidad deseada. La segregación en los últimos años ha venido aumentando y generalizándose. Hoy por hoy, la mayoría de las empresas hacen algún tipo de segregación; sin embargo, cada empresa utiliza el criterio que considera más importante y no hay criterios de segregación acordados, lo que resulta un inconveniente a la hora de considerar la calidad. No se trata de que los criterios utilizados sean incorrectos, sino de que lo ideal sería unificar el criterio de segregación. Para avanzar hacia esta unificación del criterio de segregación el problema es que no hay un único criterio bueno y en algunas zafas el criterio de segregación imperante debe cambiar según la problemática predominante. Segregar es clave, pero implica un desafío importante porque presenta una serie de complejidades. La primera de ellas es el costo que debe ser compensado, aunque existe plena confianza en que esto se logra. Otra es la necesidad de análisis rápidos y confiables que permitan tomar decisiones claras y bien fundamentadas, y la más importante es la necesidad de acordar un criterio unificado que tiene sus complejidades propias. Para definir el criterio primero se debe pensar en la calidad física, luego en las características particulares que puede haber tenido la zafra (especialmente si hubo problemas de inocuidad) y posteriormente en la calidad panadera. Si bien la calidad panadera estaría en tercer lugar es importante segregar por ella, porque sin segregación no hay calidad definida. A la hora de segregar por calidad panadera, lo primero a considerar sería el Falling Number en años con problemas, porque sin un buen valor en este parámetro no es posible hacer pan. La industria está acostumbrada a realizarlo y no hay mayores complejidades en esto. En segundo lugar, habría que considerar la fuerza panadera y el criterio propuesto es utilizar el porcentaje de proteína y el W del alveograma. Si bien las especificaciones de los compradores generalmente agregan otros parámetros, estos están directamente correlacionados con estos dos. Por ejemplo, el W está generalmente correlacionado con una buena estabilidad de la harina y una proteína alta está correlacionada con un mejor equilibrio P/L y con mayor cantidad de gluten. En definitiva, si podemos determinar la proteína y el W, y cumplir con las especificaciones referidas a ellos, seguramente estamos cumpliendo también con los demás parámetros que generalmente importan mucho a la industria molinera y manufacturera de productos. Una característica

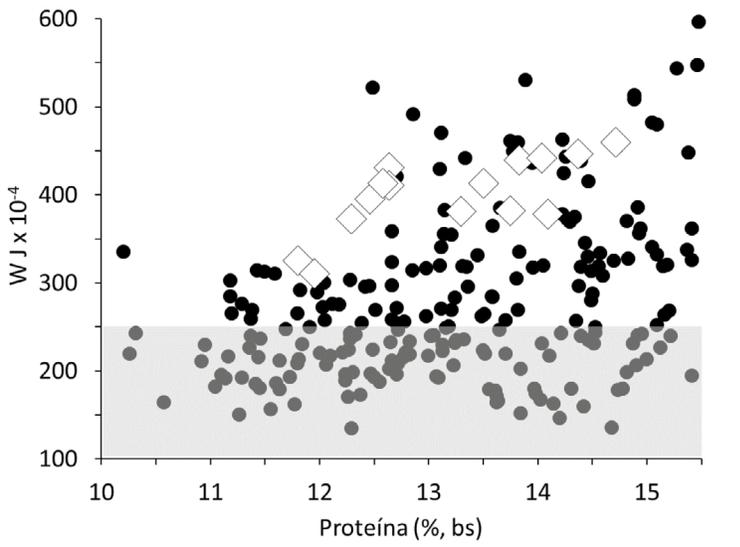
muy importante de estos parámetros y que ha contribuido a su selección es que sean viables de trabajar rápidamente en el recibo; la proteína es determinada con relativa facilidad en la mayoría de las empresas, ya que cuentan con tecnología infrarrojo cercano (conocida generalmente como NIR, NIRS o NIT), por lo que este parámetro no ofrece mayores problemas. El alveograma para determinar el W en cambio, no es un método rápido que pueda ser empleado en el recibo, pero la relación W - Proteína es variedad dependiente. Es decir que conociendo el comportamiento de la variedad en cuanto a la relación W-Proteína se puede utilizar la variedad para segregar en el recibo.

La relación entre la proteína y el W generalmente se comporta como se muestra en las gráficas 1 y 2. En ambas gráficas se presenta la dispersión de W versus proteína de un grupo de cultivares, cada uno cultivado en varios ambientes. La gráfica 1 representa una variedad de trigo con buen desempeño (rombos), es decir que a medida que la proteína aumenta, el W tiende a aumentar y siempre se mantiene por encima del valor de $250 \text{ j} \times 10^{-4}$ que se ha establecido como mínimo para lograr buenos resultados de panificación. La gráfica 2 representa otra variedad (triángulos), y en este caso a medida que aumenta la proteína, el W no se modifica sustancialmente y siempre se mantiene por debajo de 250. Lo que se busca es poder trabajar solamente con las variedades que logran mantenerse por encima de este umbral fijado.

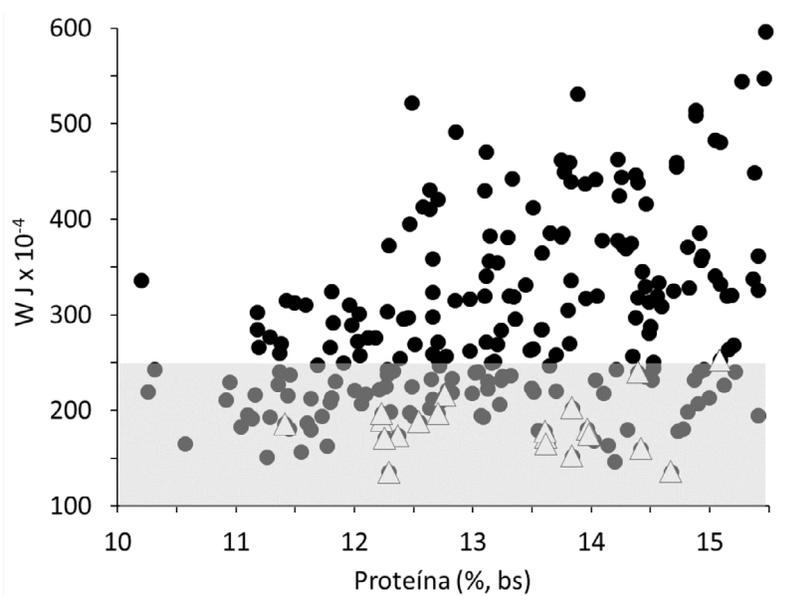
El valor de 250 de W se considera como base para lograr una buena panificación y fue discutido y acordado en un convenio llevado a cabo entre la Mesa de Nacional de Trigo y la Asociación Brasileña de la Industria del Trigo (ABITRIGO) que reúne a los principales compradores de trigos y harinas de Brasil. En diálogo con la industria nacional, se pudo verificar la utilidad de aplicar este valor.

En resumen, el sistema de calidad de trigo que se busca implementar debe ser simple, pero de alto impacto trabajando a nivel de recibo con el porcentaje de proteína y la variedad. Para implementarlo es fundamental conocer el comportamiento de las variedades comerciales. Es por esto que a través del proyecto URUTRIGO se buscó caracterizar el comportamiento de las variedades no solo por su relación W-proteína, sino también por otros aspectos relacionados a la inocuidad, como por ejemplo la acumulación de deoxinivalenol (DON), principal micotoxina asociada a la fusariosis de la espiga.

Gráfica 1. Relación entre la fuerza panadera (W de alveograma) y el porcentaje de proteína (base seca) de un set de variedades de trigo de amplia gama de calidad (círculos negros) con los datos de una variedad de calidad panadera superior resaltados (rombos blancos)



Gráfica 2. Relación entre la fuerza panadera (W de alveograma) y el porcentaje de proteína (base seca) de un set de variedades de trigo de amplia gama de calidad (círculos negros) con los datos de una variedad de calidad panadera no deseable resaltados (triángulos blancos)



2. El proyecto

La idea del proyecto fue presentada a la convocatoria “Alianzas para la Innovación” de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y fue aprobada en 2017. La financiación fue un 70% con recursos públicos (ANII) y un 30% con recursos privados. El proyecto fue liderado por INIA con el apoyo de la Secretaría Técnica de la Mesa Nacional de Trigo. Del mismo participaron la Facultad de Agronomía, el Ministerio de Ganadería y Pesca (MGAP), la Cámara Mercantil de Productos del País (CMPP) a través de la Asociación de Comerciantes de Granos y la Comisión Gremial de Molinos, la Cámara Uruguaya de Semillas (CUS) y las Cooperativas Agrarias Federadas (CAF). El objetivo del proyecto fue romper las principales barreras para lograr trigos uruguayos de calidad, generando herramientas que viabilicen la producción, a través de una mejora en las propiedades reológicas (fuerza panadera) y un aumento de la probabilidad de lograr granos inocuos.

En el área de calidad industrial la principal restricción identificada es que, tanto el mercado nacional como el internacional están requiriendo trigos de masas con mayor fuerza panadera. La característica que diferencia el trigo de los demás cereales es su capacidad de formar una masa que absorbe agua y de crecer durante el leudado, manteniendo la forma del pan. Esta propiedad es la que se conoce como “fuerza panadera”. La forma más utilizada para determinarla es mediante el uso del alveógrafo y el parámetro que la cuantifica se denomina W. Desde INIA se propuso caracterizar las variedades comerciales por la respuesta de fuerza panadera al aumento de porcentaje de proteínas. Para esto se invitó a todas las empresas que quisieran participar aportando sus variedades de trigo y se realizaron ensayos específicos separando los materiales en dos ciclos (corto y largo), en dos localidades, con dos manejos diferentes, en dos años consecutivos. Lo que se buscó en el ensayo fue reproducir las condiciones de producción de Uruguay, rendimientos altos y la mayor variabilidad posible en la proteína, para tener datos con la proteína que se da a nivel de chacra y con la proteína que se podría llegar a lograr con un manejo más cercano al óptimo. Las muestras obtenidas de estos ensayos se analizaron por proteína (P), peso hectolítrico (PH) y alveograma (W y P/L).

Desde el punto de vista de la inocuidad, una de las limitantes más importantes que se presenta, es el contenido de micotoxinas en el producto final, asociadas a la fusariosis de la espiga (FE). Las especies de *Fusarium* que predominan en nuestro país pertenecen principalmente al complejo de especies de *Fusarium graminearum*, asociadas en su mayoría a la producción de deoxinivalenol (DON), entre otras. En los últimos años se han logrado importantes avances en el conocimiento de la biología y epidemiología de la FE en nuestros sistemas de producción, así como en las herramientas disponibles para minimizar el riesgo de tener grano contaminado con DON, incluyendo variedades con cierto grado de resistencia genética, ajustes en las estrategias para el control químico, sistemas de predicción y tests de cuantificación de DON que asisten a la segregación del grano, así como el empleo de prácticas de postcosecha que minimizan el riesgo. Sin embargo, al igual que en otras regiones donde esta problemática es endémica, no se dispone de soluciones totales. Para avanzar en este sentido el proyecto propuso caracterizar las variedades comerciales por la acumulación

potencial de DON en el grano -producto de su interacción con el patógeno- y asociarlo a la caracterización frente a la FE que es realizada habitualmente por INIA en el marco del convenio INIA- INASE para la Evaluación Nacional de Cultivares (ENC). La intención fue verificar si existe una correlación significativa entre el nivel de infección por FE y el contenido de DON en grano, que sea realmente dependiente del cultivar. Para esto se realizaron cinco ensayos en dos localidades (La Estanzuela y EEMAC), en dos años consecutivos, utilizando los cultivares con al menos 2 años de evaluación en la ENC. La inoculación con *Fusarium* se realizó en forma artificial y con aspersión de agua, para lograr las condiciones favorables a la infección y contar con un nivel de enfermedad suficiente, independientemente de las características del año. Los ensayos fueron cosechados sin efecto viento para no perder granos infectados. A las muestras se les determinó: el porcentaje de incidencia de FE (I), el porcentaje de severidad de FE (S), el Índice de FE (IFE=IxSx100), el porcentaje de granos con *Fusarium* a postcosecha y el contenido de DON.

Por otra parte, el proyecto también intentó contribuir a la caracterización anticipada de la calidad de la zafra, con el objetivo de lograr la información lo más tempranamente posible y así poder contribuir a conservar la calidad lograda a través de una correcta segregación y manejo en los acopios. Para esto se estudió la viabilidad de realizar un muestreo de espigas dos semanas antes de la cosecha y verificar el comportamiento de algunos parámetros de calidad (peso hectolítrico, proteína, y los parámetros alveográficos W y P/L) en relación a estos mismos parámetros determinados en la caracterización de calidad de zafra en acopios realizada anualmente por el MGAP. La idea fue verificar si la metodología del muestreo de espigas se podía utilizar en lugar del muestreo de grano en acopio que se realiza actualmente, para acortar los tiempos de obtención de la información de calidad de la zafra. En resumen, en el proyecto se incluyeron 4 componentes bien diferentes, uno para atender la necesidad de aumentar la calidad industrial, que caracterizó a las variedades comerciales de trigo de acuerdo a su fuerza panadera (W del alveograma), otro que atendió la necesidad de mejorar la inocuidad del grano, que caracterizó las variedades de acuerdo a su relación entre el desarrollo de la Fusariosis de la espiga y la acumulación de toxina DON, un tercero buscó evaluar estrategias para conocer anticipadamente la calidad de la zafra y el último pretendió difundir no solo los resultados del proyecto, sino la sugerencia de buenas prácticas para lograr y conservar la calidad deseada. Se buscó que los resultados del proyecto se materializaran y confluyeran en una medida de manejo simple, de bajo costo adicional, y de fácil adopción por los productores: la elección de la variedad a sembrar.

3. Resultados obtenidos

En relación con el primer componente del proyecto, la Fuerza panadera (W) de una harina depende de un largo listado de factores, pero los más importantes son la variedad del trigo, su contenido de proteína y la calidad física del grano. Como ya se mencionó, en general las variedades de buena calidad panadera presentan un valor de W que se incrementa al aumentar el contenido de proteínas. Como resultado de este proyecto se logró caracterizar en relación con este parámetro un importante número de variedades provenientes de los principales semilleros nacionales. Se registró el término “Urutrigo”, nombre original del

proyecto, para denominar a las variedades que cumplen con ciertos requisitos y por tanto son de calidad panadera superior. Se acordó calificar URUTRIGO a toda variedad registrada cuyo W predecible sea al menos $250 \text{ j} \times 10^{-4}$, para una proteína de 11.5% (en base seca) y que no haya sido clasificada como altamente susceptible a la fusariosis de la espiga por la Evaluación Nacional de Cultivares de Trigo INIA-INASE. El listado de los materiales que cumplen con estas características es público desde marzo del 2019 y está disponible en una web diseñada a tales efectos: www.urutrigo.uy (Figura 1). Entre los trigos que integran el listado hay cierta variabilidad en el W, que está entre 250 y $395 \text{ j} \times 10^{-4}$ a 11.5% de Proteína, no obstante, en el listado aparecen ordenados en forma alfabética. Cabe destacar que todos ellos están participando con buen suceso a nivel comercial por su rendimiento y demás características. Se entiende que esta información será una valiosa herramienta disponible al productor a la hora de seleccionar la semilla a sembrar. De hecho, según la encuesta de invierno de DIEA, 2020 un 25% del área total está sembrada con variedades URUTRIGO.

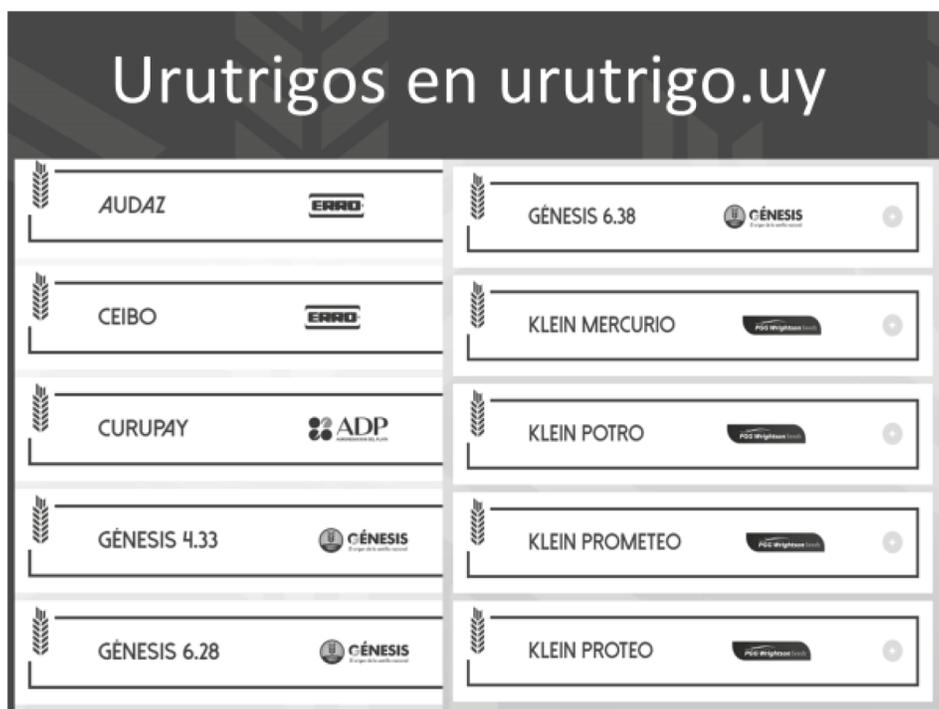
Figura 1. Página web del proyecto: www.urutrigo.uy



Fuera del marco del proyecto, las empresas tendrán la posibilidad de enviar sus materiales más promisorios, que se ensayarán durante un mínimo de dos años en INIA la Estanzuela, y podrán ingresar en el listado de URUTRIGOS (Figura 2). Como forma de alentar a las empresas a que envíen sus materiales a evaluar, el proyecto solo difunde aquellos materiales que cumplan los requisitos. Si un material no está en el listado puede ser porque: i) no cumplió los requisitos, ii) cumplió los requisitos, pero por otros motivos, como por ejemplo inadecuado comportamiento sanitario o decisiones comerciales de las empresas, quedó

afuera, iii) la empresa no lo incluyó en la evaluación. Para establecer la continuidad de este componente del proyecto se está trabajando en un convenio entre CUS, INIA y la Mesa Nacional de Trigo que define las bases que permitirá que todas las empresas semilleristas puedan registrar URUTRIGOS. El mismo prevé la existencia de un comité de coordinación integrado por representantes de las instituciones firmantes, que se ocupe de dar seguimiento a la implementación, ejecución y evaluación de las actividades a desarrollar, con el fin de asegurar la unidad de criterios y el correcto funcionamiento. Actores privados manifiestan que el mercado ya está buscando y premiando los granos cosechados de esos cultivares.

Figura 2. Listado de variedades Urutrigo en www.urutrigo.uy



Con relación al segundo componente, este proyecto generó una caracterización preliminar de los cultivares con dos o más años en la evaluación nacional, en relación a la acumulación de DON. Los resultados indican que el contenido de DON varió en cada cultivar según el ambiente. Las correlaciones entre el nivel de FE, porcentaje de granos con Fusarium postcosecha y contenido de DON son altamente dependientes del ambiente. La caracterización actual coincidió con los niveles de FE obtenidos por cultivar, pero no necesariamente con el contenido de DON. Esa gran variabilidad de respuesta a la producción de DON por cultivar implica la necesidad de concluir por ambiente y por tanto, de contar con información generada en un gran número de ambientes que asegure repetibilidad. Por esta razón, una caracterización confiable del comportamiento de variedades en relación a la

acumulación de DON sólo es posible en la medida que los valores de concentración de DON obtenidos sean consistentes, repetibles. Adicionalmente, se profundizó en el conocimiento de la relación entre las variables climáticas que llevan a ocurrencia de eventos infecciosos y la magnitud de la FE a campo, en condiciones locales. El trabajo llevado a cabo entre INIA y Facultad de Agronomía, permitió consolidar un grupo de trabajo en fusariosis de la espiga de trigo y sus consecuencias en la inocuidad del grano producido, además de las demás problemáticas sanitarias en las que el equipo venía trabajando. Un beneficio relevante de este proyecto fue dotar al grupo de Fitopatología de la Facultad de Agronomía con equipamiento, infraestructura y capacitación de recursos humanos en la temática. Este punto es de relevancia nacional, dado que incluye un sitio experimental en una zona agroclimática de importancia para el sector, y diferente al sitio de investigación de INIA, lo cual logra mayor representatividad de los ambientes productivos en la investigación, punto fundamental remarcado líneas arriba cuando se estudia fusariosis de la espiga. Los avances que se logren permitirán reducir los riesgos en la incidencia de esta enfermedad, así como su efecto en el resultado económico y en la inocuidad de la producción, para la comercialización, industrialización y exportación del cereal.

Como resultado del tercer componente del proyecto, se vio que se podrían determinar correctamente los parámetros peso hectolítrico y proteínas, aumentando el número de muestras inicialmente propuesto. No fue posible demostrar que el parámetro fuerza panadera (W) se pueda estimar en forma correcta, por lo que la calidad de la cosecha se podría estimar parcialmente. Por otra parte, el análisis de costos mostró que al tener que aumentar el número de muestras, el muestreo de espigas protocolizado resulta más costoso que el análisis de calidad en acopios que se utiliza actualmente. Por estas razones el protocolo que surge como resultado de este proyecto se podrá utilizar solo en años donde condiciones problemáticas especiales, ameriten un aumento en la utilización de recursos para evitar pérdidas. En definitiva, se pudo verificar que la evaluación de calidad industrial que se ha venido realizando hasta el momento, que muestrea granos en acopios, es la más adecuada y que no corresponde cambiarla. Se seguirá trabajando sobre ella para poder obtener resultados en menor tiempo.

4. *Consideraciones finales*

Esta alianza para la Innovación cofinanciada por ANII y el sector privado triguero, liderada por la Mesa Nacional del Trigo y con el aporte de INIA, Facultad de Agronomía de UdelaR y el MGAP logró resultados concretos que ya están siendo aplicados por el sector productivo, demostrando la utilidad de este nivel de cooperación.

5. *Referencias y fuentes consultadas*

- DIEA (MGAP). Encuesta Agrícola de Invierno, Serie encuestas 362. Agosto/2020.
- MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA (MGAP). DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS (DIEA) Anuario estadístico agropecuario 2012. 243 p.