

RENDIMIENTO DE BIOETANOL EN HÍBRIDOS DE MAÍZ

Trabajo Final de Grado
del alumno



Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Pergamino.....

RENDIMIENTO DE BIOETANOL EN HÍBRIDOS DE MAÍZ

Trabajo Final de Grado

del alumno

MATIAS RAMOS

Aprobada por el Tribunal Evaluador

Seneglagliesi, Carlos
Evaluador

Lorea, Roberto
Evaluador

Sosa, Carlos
Evaluador

Eyherabide, Guillermo
Director

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Pergamino,.....

Agradecimientos

- A mi hija, por ser el motor de mi vida y el porqué de mis días.
- A mi familia, por enseñarme a ser una persona de bien y por el apoyo que me brindaron durante estos años de esfuerzo.
- A mis abuelos, que me iluminan desde el cielo.
- A la Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires, y a sus profesores por la formación profesional y personal que me han dado.
- Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Pergamino, especialmente al Sector Maíz por la calidad profesional y la calidez humana que me brindaron durante este trabajo.
- A Eyherabide, Guillermo, por su acompañamiento, apoyo y enseñanza en la realización de la presente tesina de grado.
- A Farace, Lujan, por la paciencia, la vocación y la ayuda brindada en los trabajos de campo para que este trabajo se lleve a cabo de la mejor forma.
- A Percibaldi, Mabel, por su capacidad y el tiempo dispuesto para que los trabajos de laboratorio se lleven a cabo en tiempo y forma.
- A mis compañeros y amigos de la Universidad por estos años juntos, en donde compartimos alegría y tristezas, pero siempre con un objetivo firme.
- A mis amigos de la infancia.
- Al Instituto de Biotecnología de Rosario (IN.DE.AR), por la predisposición y por el apoyo en estos últimos 2 años.

Índice de contenido

1 INTRODUCCIÓN	6
Origen del maíz	6
Biocombustible	9
Aplicaciones del bioetanol	9
Síntesis de bioetanol	10
Molienda húmeda para la producción de etanol	12
Molienda seca para la producción de etanol	13
Panorama mundial de la producción de bioetanol	15
Panorama nacional de la producción de bioetanol	15
2 HIPÓTESIS	18
3 OBJETIVOS	18
OBJETIVO GENERAL	18
OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
4 MATERIALES Y MÉTODOS	18
Diseño experimental	18
Germoplasma empleado	19
Cosecha y acondicionamiento del material	20
Variables morfofisiologías en estudio	21
Determinaciones analíticas	22
Análisis estadístico de los datos	24
Análisis de correlaciones de los datos	25
5 Resultados y Discusión	25
5. 1.1 Variables morfofisiológicas medidas en la localidad de Junín.	26
5. 1.2 Variables morfofisiológicas medidas en la localidad de Pergamino.	27
5. 1.3 Variables morfofisiologías promedio a través de localidades.	28
5 2.1 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en la localidad de Junín.	29
5 2.2 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en la localidad de Junín.	30
5 2.3 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en la localidad de Pergamino.	31
5 2.4 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en la localidad de Pergamino.	32
5 2.5 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en el promedio a través de localidades.	33
5 2.6 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en el promedio a través de localidades.	34

5 3.1 Variables físicas relacionadas con la producción de etanol en la localidad de Junín.....	35
5 3.2 Variables físicas relacionadas con la producción de etanol en la localidad de Pergamino.....	36
5 3.3 Variables físicas relacionadas con la producción de etanol a través de las localidades.....	37
5.4.1 Datos obtenidos de laboratorio de la producción de almidón, proteína y etanol de cada híbrido en la localidad de Junín. (Datos cedidos por Andrea Peñas Ballesteros y Luján Farace; TFG Lic. Genética A. Peñas Ballesteros) .	38
5.4.2 Datos obtenidos de laboratorio de la producción de almidón, proteína y etanol de cada híbrido en la localidad de Pergamino. (Datos cedidos por Andrea Peñas Ballesteros y Luján Farace; TFG Lic. Genética A. Peñas Ballesteros)	39
5.4.3 Datos obtenidos de laboratorio de la producción de almidón, proteína y etanol de cada híbrido a través de las localidades de Junín y Pergamino. (Datos cedidos por Andrea Peñas Ballesteros y Luján Farace; TFG Lic. Genética A. Peñas Ballesteros)	41
5.5.1 Correlación entre características físicas del grano, rendimiento de etanol y producción de etanol. Coeficientes de correlaciones de Pearson (Valores por debajo de la diagonal, y probabilidades de ser diferentes de cero (valores por encima de la diagonal)	42
5.5.2 Análisis de sendero del rendimiento de grano por hectárea y el rendimiento de etanol por unidad de peso de grano (variables independientes) con producción de etanol por hectárea (PEN) como variable dependiente.....	43
5.5.3 Análisis de sendero de los componentes de rendimientos con rendimiento de grano como variable dependiente	44
5.5.4 Análisis de sendero de los componentes físicos del grano con PEN como variable dependiente.....	45
5.5.5 Análisis de sendero de los componentes físicos del grano con rendimiento de etanol como variable dependiente.....	47
5.5.6 Análisis de sendero de los componentes físicos del grano con rendimiento de grano como variable dependiente.....	48
5.5.7 Análisis de sendero de los componentes químicos del grano con PEN como variable dependiente.....	50
5.5.8 Análisis de sendero de los componentes químicos del grano con rendimiento de etanol como variable dependiente	50
5.5.9 Comportamiento de los híbridos respecto a las variables rendimiento de grano, rendimiento de etanol y producción de etanol.....	51
6 Conclusiones.....	52
7 Observaciones	53
8 Bibliografía	54
9 Anexos	62

1 INTRODUCCIÓN

Origen del maíz

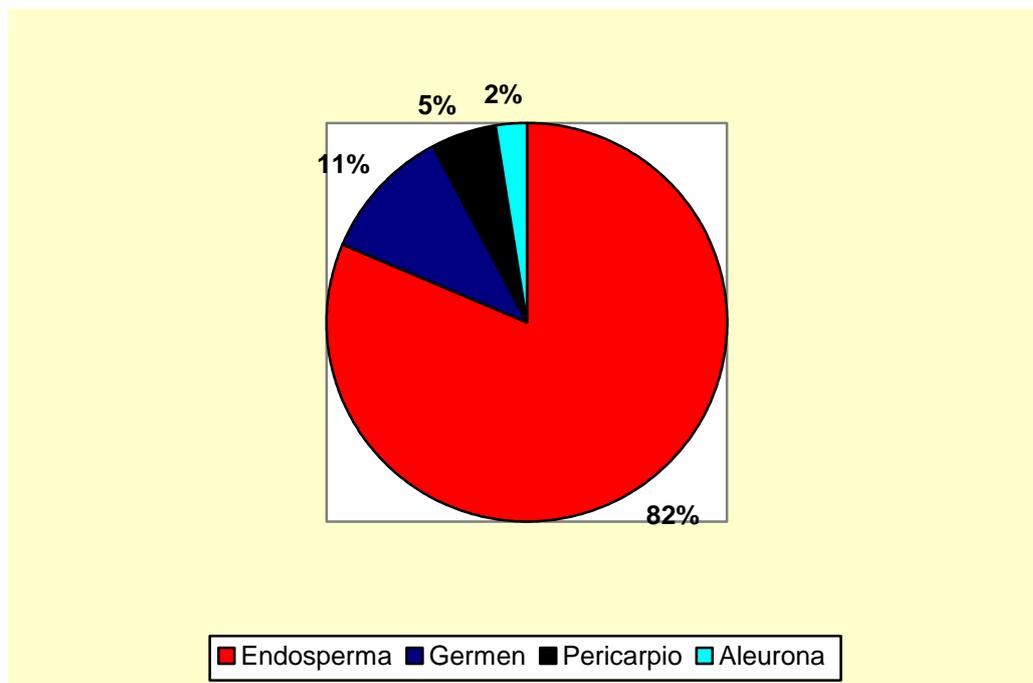
El maíz (*Zea mays L.*) es una gramínea originaria de América y su centro de origen se encuentra en América Central (Galinat, 1988). Fue domesticado en el período comprendido entre 7000 y 10000 años atrás, en el sur de México (Goodman, 1988). Se trata de una especie diploide, que consta de diez pares de cromosomas ($2n=2x=10$) (Rhoades and McClintock, 1935), pertenece a la familia de las *Poáceas*, se lo incluye en la tribu *Maydeas*, y su género es *Zea* (*Organization for Economic Co-operation and Development OECD, 2003*). Su reproducción es por semillas, resultantes de la fecundación cruzada de óvulos que están dispuestos en una inflorescencia femenina (espiga), generalmente única (aunque puede haber una secundaria) y ubicada en posición axial, por granos de polen producidos por una inflorescencia masculina (panoja) ubicada en la parte apical del tallo. La polinización es anemófila y el porcentaje de autofecundación en condiciones naturales es muy reducido (Eyhérabide, 2013).

Actualmente es la única especie cultivada de las *Maydeas* de gran importancia económica (Paliwal, 2001). Posee gran protagonismo en la economía internacional por sus múltiples usos, ya sea para alimentación humana, como alimento para el ganado, o como insumo de un gran número de productos industriales y más recientemente como cultivo energético.

En la Argentina es el segundo cultivo con mayor superficie de siembra. En la campaña 2016/17 el área sembrada fue de aproximadamente 5,8 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 79,22 qq/ha (superando el promedio de 75 qq/ha de la campaña 2015/2016) y una producción de 38 millones de Tn (Bolsa de Comercio de Rosario, 2017).

Los componentes del grano de maíz (Gráfico 1.1) son el endosperma, el germen, el pericarpio y la aleurona, los cuales representan aproximadamente el 80%, 10-12%, 5-6% y 2-3% del peso seco del grano, respectivamente (Álvarez, 2006).

Gráfico 1.1 Distribución en peso de las principales partes del grano de maíz.

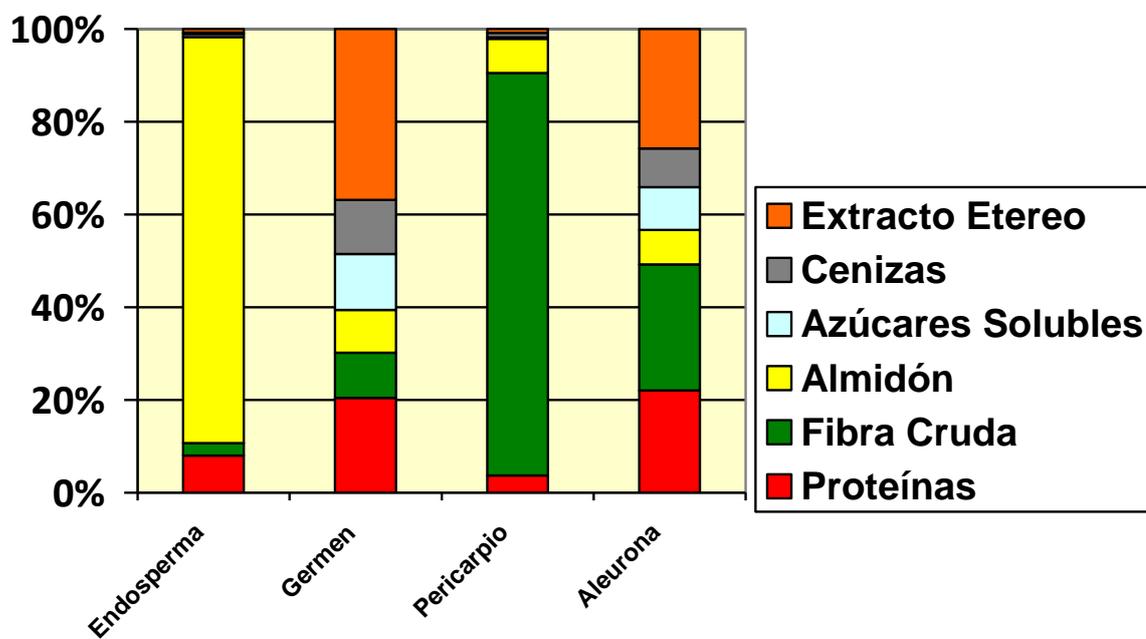


La dureza del grano de maíz está determinada por su composición química (Chandrashekar and Mazhar, 1999). Los componentes más abundantes de los granos son el almidón (aproximadamente 72%), seguido por las proteínas (aproximadamente 10 %, con funciones estructurales y de reserva), el almidón localizado mayoritariamente en el endosperma del grano, mientras que la mayor proporción de las proteínas están en el germen. Los lípidos (aproximadamente 5%) se encuentran principalmente en el germen (Gráfico 1.2).

La fracción córnea del endosperma presenta mayor grado de interacción química entre almidón y proteínas y mayor proporción de éstas últimas que la fracción harinosa (Cirilo and Andrade, 1998). La proporción de ambas fracciones define la dureza del grano y es una característica intrínseca del genotipo, existiendo híbridos *Flint* (predomina la fracción córnea) e híbridos dentados (predomina la fracción harinosa), además de híbridos intermedios semi-flint y semi-dentados (Duarte et al., 2005). No obstante, la constitución final en cuanto a la proporción relativa y distribución de las fracciones córnea y harinosa del endosperma termina por definirse durante la etapa de llenado de granos (Cirilo and Andrade, 1996; Borrás et al., 2002), por lo que las

condiciones de crecimiento del cultivo pueden modificar el grado de dureza que puede ser alcanzado en los granos (Cirilo *et al.*, 2011; Cerrudo *et al.*, 2017).

Gráfico 1.2 Composición química proximal (%) de las fracciones principales de los granos de maíz



Fuente: Watson., 1987.

En maíz existe una estrecha relación entre el rendimiento del cultivo y su estado fisiológico durante un período de alrededor de 30 días centrado en la floración, denominado período crítico (Andrade *et al.*, 1999). Durante este período se determina el número de granos por unidad de superficie, componente que explica la mayor parte de la variación en rendimiento por unidad de superficie. Por otro lado, el estado fisiológico del cultivo durante la etapa de llenado de los granos explica la mayor parte de las variaciones en la composición de los granos, y en su número y peso final. (Borrás *et al.*, 2002).

Biocombustible

Un biocombustible, es aquel combustible que se obtiene a partir de biomasa. Biomasa, en el sentido amplio, se refiere a cualquier tipo de materia orgánica que haya tenido su origen inmediato en el proceso biológico de organismos recientemente vivos, plantas o animales, o sus deshechos metabólicos (por ejemplo, el estiércol). El concepto de biomasa comprende, entonces, materias primas tanto de origen vegetal como de origen animal. En la actualidad se ha aceptado este término para denominar al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se origina a partir de la materia prima orgánica formada por vía biológica (Salinas Callejas and Gasca Quezada, 2009).

El bioetanol producido actualmente a nivel industrial a partir de las materias primas sacaroideas y amiláceas forma parte de los denominados combustibles de primera generación. El principal problema derivado de la producción de bioetanol a partir de este tipo de biomasa es el elevado costo de la materia prima, ya que dichas biomásas están ligadas al mercado alimentario, lo que repercute en el precio final del producto. Por su parte el bioetanol obtenido de descartes agroalimentarios puede ser considerado bioetanol de segunda generación y se presenta como alternativa de futuro a los biocombustibles de primera generación (Sánchez and Cardona, 2008).

Los biocombustibles de 3ra generación son producidos a partir de la materia prima modificada genéticamente de modo que facilite los procesos subsecuentes. Los agentes de conversión (microorganismos, algas) que se emplean también son modificados genéticamente para que el proceso sea más eficiente (Machado, 2010).

Aplicaciones del bioetanol

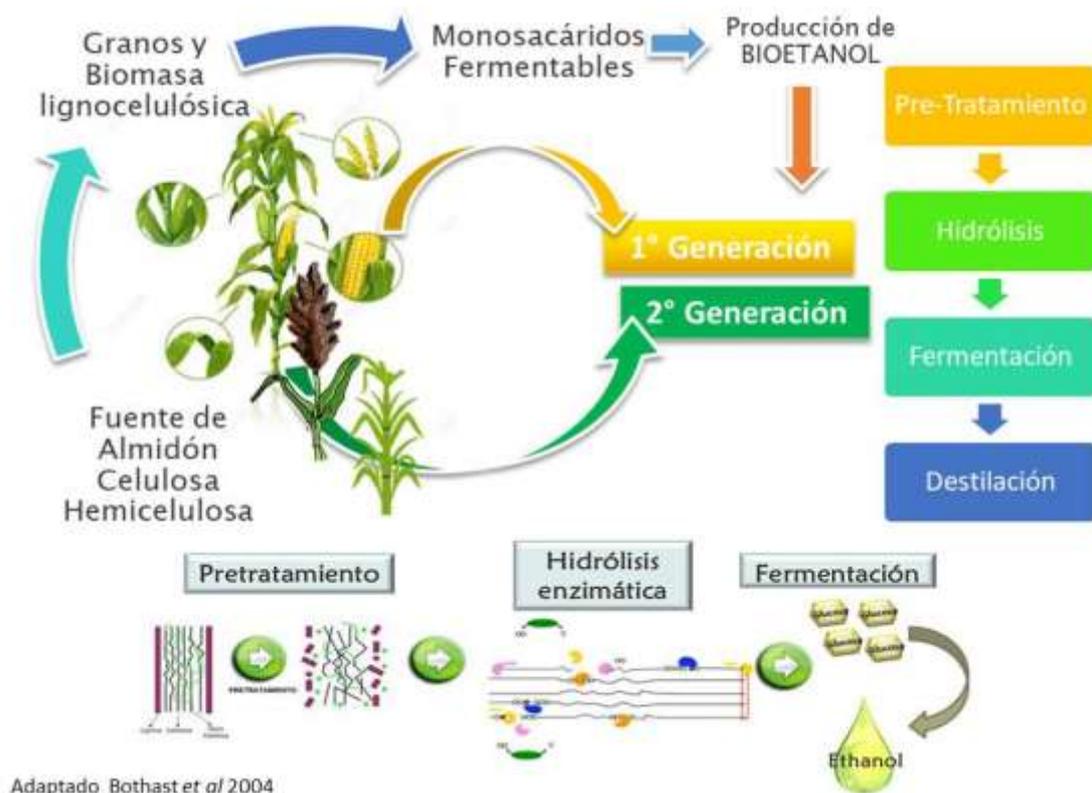
El biocombustible más importante es el alcohol carburante (etanol, EtOH), el cual puede ser utilizado para elevar el contenido de oxígeno en la gasolina, lo que permite una mayor combustión y reducción de las emisiones contaminantes de hidrocarburos no oxidados completamente. En países con clima tropical como Brasil e India, el EtOH se obtiene a partir de la caña de azúcar. En Francia y algunos otros países europeos se utilizan melazas de

remolacha azucarera. La materia prima principal para la obtención de EtOH en los EE. UU. es el almidón de maíz (Katzen *et al.*, 1995). Se considera que la denominada biomasa lignocelulósica, que incluye residuos agrícolas, forestales y sólidos urbanos, así como residuos agroindustriales, de la industria de alimentos y de otras, comprende aproximadamente el 50% de la biomasa en el mundo (Claassen *et al.*, 1999). Esta biomasa es un recurso que también puede ser procesado de diferentes formas para la obtención de una gran variedad de productos, además del EtOH, como gas de síntesis, metanol, hidrógeno y generación de electricidad (Chum and Overend, 2001).

Síntesis de bioetanol

La producción a gran escala de etanol puede ser realizada a partir de tres tipos de materias primas: las que contienen sacarosa (caña de azúcar, remolacha, melazas, sorgo dulce); las que contienen almidón (maíz, papa, mandioca); y las que contienen celulosa (madera y residuos agrícolas) (CEADS – CAI, 2008).

Fig 1.1 Diagrama ilustrativo del proceso de obtención de etanol a partir de monosacáridos fermentables.



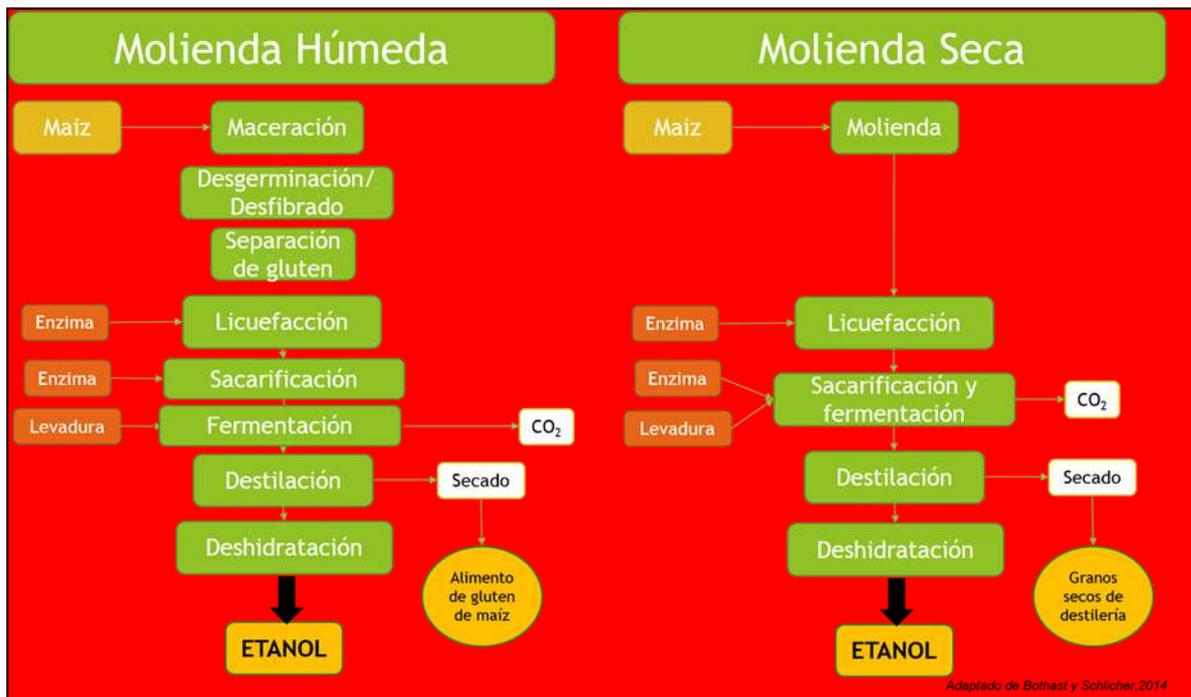
El cultivo de maíz es fuente de almidón (principalmente en sus granos), celulosa y hemicelulosa (principalmente en su fibra). Para el proceso de obtención de etanol a partir del grano de maíz es necesario hidrolizar las cadenas de amilosa y amilopectina presentes en el almidón hasta azúcares apropiados para la fermentación. La degradación del almidón se lleva a cabo por procesos enzimáticos después de una etapa de gelatinización donde se solubiliza con el fin de hacerlo más accesible al ataque de enzimas (amilasas). El jarabe de glucosa resultante es el punto de partida para la fermentación alcohólica donde se obtiene una solución acuosa de etanol que debe ser enviada a la etapa de recuperación de producto, tal como en el caso de la caña de azúcar (Cardona *et al.* 2005).

El etanol se obtiene mediante la fermentación alcohólica de su fracción amilácea (Maisch, 1987). Algunos autores demostraron que el rendimiento de etanol no depende exclusivamente del contenido de almidón del grano (Dien *et al.*, 2006; Eyhérbide and Alegre, 2012) sino que existen otras características de grano que inciden en el potencial teórico de etanol y que podrían considerarse en el proceso de selección (Lorenz *et al.*, 2009; Lewis *et al.*, 2010; Eyhérbide, 2013).

El bioetanol producido a nivel industrial a partir de las materias primas de maíz, ya sean sacaroideas o amiláceas forma parte de los denominados combustibles de primera generación. En cambio, el bioetanol obtenido de descartes agroalimentarios de maíz es considerado de segunda generación.

Para la obtención de etanol a partir del grano de maíz pueden seguirse dos caminos alternativos, la molienda húmeda y la molienda seca.

Fig. 1.2 Procesos para la obtención de etanol.



Tomado de Alegre, 2018., a partir de Bothast, R. J. y Schlicher, M. A, 2014.

Molienda húmeda para la producción de etanol

Los orígenes de la industria de la molienda húmeda de maíz se remontan al año 1842, cuando el americano Thomas Kingsford comenzó con la fabricación de almidón de maíz a nivel industrial (Inglett, 1970).

En nuestro país la industrialización del maíz comenzó en 1928 y su desarrollo en las últimas décadas ha sido muy acelerado (de Dios *et al.*, 1990).

La molienda húmeda de maíz involucra operaciones químicas, bioquímicas y mecánicas para separar el grano en sus principales componentes: almidón, gluten, germen y fibra. El proceso comienza con una maceración del grano con el fin de ablandarlo, seguido por operaciones de molienda y separación. Las fracciones tienen propiedades físicas diferentes por lo que pueden ser separadas por métodos basados en diferencias de densidad y tamaño de partícula. La característica básica de esta industria es lograr la separación de los principales componentes del maíz empleando grandes cantidades de agua,

lo que la diferencia de la molienda seca de maíz, la cual puede ser comparada con la molienda de trigo (Lasseran, 1973).

Los productos primarios finales obtenidos de la molienda húmeda del maíz son el almidón industrial de maíz, el cual es utilizado para edulcorantes, aceite de maíz y etanol (Johnson and May 2003). Los productos finales adicionales de la molienda húmeda incluyen varios co-productos alimenticios, como ser el gluten feed (CGF), el gluten meal (CGM), la harina de germen (CGM), y el aceite de maíz (CFCE) (Loy and Wright 2003).

Molienda seca para la producción de etanol

En la molienda en seco, el maíz limpio se muele y mezcla con agua para formar un puré. Una vez que el puré está cocido (o cocinado) se agregan enzimas para convertir el almidón en azúcar. Luego se incorporan levaduras para fermentar los azúcares, produciendo una mezcla que contiene etanol y sólidos. Esta mezcla es destilada y deshidratada para obtener etanol de grado combustible (Bothast and Schlicher, 2014).

Los avances de la tecnología aplicada al proceso de molienda seca han hecho que en la actualidad la conversión del maíz en etanol sea mucho más eficaz y productiva que en la primera generación de plantas de molienda seca que operaban en la década del '80. Se han reducido en forma considerable los requerimientos de energía, se incorporaron sofisticados procesos de automatización, las enzimas disminuyeron su costo, a la vez que incrementaron su poder de conversión, logrando con ello acortar el tiempo de procesamiento, y el desarrollo de procesos moleculares. Todos estos factores han contribuido a disminuir los costos y aumentar el volumen de etanol obtenible.

Los ocho pasos principales en la producción de etanol bajo este proceso son los siguientes:

Molienda: El proceso de molienda seca comienza con la limpieza del grano de maíz (puede ser cebada, trigo o sorgo), que una vez limpio pasa a través de los molinos que lo muelen en un polvo fino, la harina de maíz.

Licuefacción: La harina de maíz se insufla a grandes tanques donde se la mezcla con agua y las enzimas (amilasa alfa) y pasa a través de las cocinas

donde ocurre la licuefacción del almidón. A la mezcla se le agregan componentes químicos para mantenerla con un pH de 7. En esta etapa se aplica calor para permitir la licuefacción, en una primera etapa a alta temperatura (120-150°C) y luego a temperatura más baja (95°C). Estas altas temperaturas reducen los niveles de bacterias presentes en el puré o mosto que pudieran contaminarlo.

Sacarificación: El puré de las cocinas luego es “refrescado” –a una temperatura levemente debajo del punto de ebullición del agua- y se le agrega una enzima secundaria (glucoamilasa) para convertir las moléculas del almidón licuado en azúcares fermentables (dextrosa) mediante el proceso de sacarificación. Las enzimas funcionan como catalizadores para acelerar los cambios químicos.

Fermentación: El etanol es producto de la fermentación. Al puré se le agrega levadura para fermentar los azúcares. Por cada molécula de glucosa se producen dos moléculas de etanol y dos de dióxido de carbono. Usando un proceso continuo, el puré fluye a través de varios fermentadores hasta que fermente completamente. En este proceso el puré permanece cerca de 48 horas antes que comience el proceso de destilación. En la fermentación, el etanol conserva mucha de la energía que estaba originalmente en la molécula de azúcar, lo cual explica que el etanol sea un excelente combustible.

Destilación: El puré fermentado, ahora llamado cerveza, contendrá alcohol (cerca del 15%) y agua (85%), así como todos los restos sólidos no fermentables del maíz y de la levadura. El puré entonces será bombeado a un flujo continuo, en el sistema de la columna de destilación, donde la cerveza se hierve, separándose el alcohol etílico de los sólidos y del agua. El alcohol dejará la columna de destilación con una pureza del 90 al 96%, y el puré de residuo, llamado *stillage*, será transferido de la base de la columna para su procesamiento como subproducto.

Deshidratación: El alcohol pasa a través de un sistema que le quita el agua restante. La mayoría de las plantas utilizan un tamiz molecular para capturar las partículas de agua que contiene el etanol al momento de salir del sistema de destilación. El alcohol puro, sin el agua, se lo denomina alcohol anhidro.

Desnaturalizado: El etanol que será usado como combustible se debe desnaturalizar con una cantidad pequeña (2-5%) de algún producto, como nafta, para hacerlo no apto para el consumo humano.

Subproductos: Hay dos subproductos principales del proceso: el anhídrido carbónico y los granos destilados. El anhídrido carbónico se obtiene en grandes cantidades durante la fermentación. Muchas plantas lo recogen, lo limpian de cualquier alcohol residual, lo comprimen y lo venden para ser usado como gasificante de las bebidas o para congelar carne. Los granos destilados, húmedos y secos –DDGS-, se obtienen del *stillage*, el cual se centrifuga para separar los sólidos suspendidos y disueltos. Un evaporador se utiliza para concentrar los sólidos suspendidos y disueltos y después se envían a un sistema de secado para reducir el contenido de agua hasta aproximadamente un 10 a 12%. Los DDGS contienen el núcleo del maíz menos el almidón. Algunas plantas también elaboran un jarabe que contiene algunos de los sólidos que pueden ser comercializados juntos o en forma independiente de los granos destilados (<http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=246>).

Panorama mundial de la producción de bioetanol

A nivel mundial existe un gran interés en la búsqueda de nuevas energías renovables a partir de materia prima orgánica, como reemplazo de combustibles fósiles (recurso natural no renovable). El uso de etanol como combustible reviste especial importancia no solo para disminuir la dependencia de petróleo y enfrentar las crisis energéticas, sino también como una estrategia en la reducción del impacto ambiental que genera la combustión de derivados del petróleo (Montoya, 2006; Fernández, 2012) y las consiguientes emisiones de gases de efecto invernadero.

Hoy en día, la mayor parte del etanol combustible se sintetiza a base de maíz ya sea mediante el proceso de molienda en seco (67%) o molienda húmeda (33%) (Bothast and Schlicher, 2014).

Panorama nacional de la producción de bioetanol

Sobre las huellas de la crisis petrolera de los años '70, la Argentina apostó al Programa Alconafta de promoción del alcohol como combustible, en las

provincias del norte. Iniciado en 1979, en la provincia de Tucumán –en plena región azucarera–, el programa se extendió rápidamente a 12 provincias. En 1987, se llegaron a consumir 250 millones de litros de alcohol anhidro. Con la recuperación petrolera y el alza de precios del azúcar, el programa Alconafta fue relegado y terminó desapareciendo. (Carrizo, 2008)

Las primeras empresas en industrializar y comercializar dicho producto fueron Alconoa, subsidiaria del grupo Tabacal Agroindustria, ubicada en la provincia de Salta, y el ingenio azucarero La Corona S.A de la Provincia de Tucumán.

Para el año 2010, la oferta de dicho biocombustible crece significativamente con la apertura de 6 nuevas plantas. Todas continuando el camino marcado por Alconoa y La Corona S.A y utilizando la misma materia prima.

Recién en el año 2012 comienza la producción de etanol anhidro a base de maíz en Río Cuarto, Provincia de Córdoba, por parte de la empresa Bio4. Si bien en la actualidad la utilización de la capacidad instalada se encuentra limitada, entre otras razones debido a la baja del precio del barril de crudo y quita de las retenciones al maíz, encareciendo el *commodity* y trasladándose al costo, hay razones por las cuales la industria ve el futuro con buenas perspectivas. La continua tendencia de reemplazo del combustible fósil por energías renovables, son algunos de los motivos por los cuales la industria se mantiene optimista (Jayo, A. and Soza A., 2016).

Desde 2009 y hasta el año 2015 la producción de bioetanol en base a maíz ha seguido una tendencia al aumento, considerando que en el año 2011 la producción a través de este cereal era insignificante, en el año 2014 la producción de bioetanol a partir de maíz supera a la producción en base a caña de azúcar, y en 2017 una producción de 551.902 toneladas (INDEC,2017).

En la actualidad hay cinco plantas a nivel operativo elaboradoras de etanol: Bio4 (Río Cuarto, Córdoba), Vicentín (Avellaneda, Santa Fé), ProMaíz (Alejandro Roca, Córdoba), ACABio (Villa María, Córdoba) y Diaser (San Luis) y un número similar de empresas aún no operativas, pero con cupo de producción ya asignado (Fraguio, 2012). En la Tabla 1.1. podemos observar el

volumen productivo teórico de las plantas nacionales, detalladas sus producciones por trimestre, y diferenciadas según su origen.

En la actualidad existen políticas y tratativas para aumentar el corte obligatorio progresivamente, en principio, de un 12% a un 18%. A su vez, hay proyectos para disponer de un corte mínimo obligatorio exclusivo para maquinaria agrícola y transporte público al igual que sucede en Brasil.

Tabla 1.1 Capacidad de la producción teórica de las plantas industriales de bioetanol argentinas.

Período	Total	Producción		Despachos al mercado interno
		Bioetanol de caña	Bioetanol de maíz	
m ³				
2017				
Acumulado del año	1.105.107	553.143	551.964	1.076.875
1° trimestre*	247.237	112.097	135.140	263.274
2° trimestre*	257.808	130.567	127.241	259.396
3° trimestre*	304.711	164.980	139.731	267.889
4° trimestre*	295.351	145.500	149.851	286.316
Enero	84.345	37.794	46.551	90.931
Febrero	80.096	35.607	44.489	84.869
Marzo	82.797	38.696	44.100	87.474
Abril	80.573	35.355	45.218	86.437
Mayo	84.275	44.053	40.222	84.805
Junio	92.959	51.159	41.800	88.154
Julio	97.320	53.924	43.396	88.044
Agosto	104.563	55.711	48.852	90.469
Septiembre	102.828	55.345	47.483	89.375
Octubre	111.265	60.415	50.850	92.166
Noviembre	96.565	48.724	47.841	94.111
Diciembre	87.521	36.361	51.160	100.040
2018				
1° trimestre*	232.102	86.547	145.555	273.223
Enero	83.694	33.251	50.443	98.469
Febrero	80.921	35.328	45.593	88.479
Marzo	67.486	17.968	49.519	86.275
Variación porcentual respecto al mismo período del año anterior				
2017				
Acumulado del año	24,2	38,2	12,7	18,2
1° trimestre*	25,7	72,8	2,5	23,8
2° trimestre*	40,1	77,7	15,1	30,5
3° trimestre*	21,2	31,7	10,7	13,6
4° trimestre*	14,6	6,6	23,7	8,5
2018				
1° trimestre*	-6,1	-22,8	7,7	3,8

Fuente: Ministerio de Energía y Minería. Secretaría de Recursos Hidrocarbúricos. Subsecretaría de Refinación y Comercialización.
Nota: los totales por suma pueden no coincidir por redondeo en las cifras parciales.

En Argentina los cultivares híbridos que se utilizan no fueron seleccionados para rendimiento de bioetanol sino de grano (Eyherabide., 2018).

2 HIPÓTESIS

Las diferencias genéticas entre híbridos son causantes de la variabilidad en el rendimiento de grano del cultivo, en el rendimiento de etanol y en la producción de etanol.

Las diferencias entre híbridos para producción de etanol responden a diferencias en características físicas del grano que afectan el rendimiento de etanol y el rendimiento de grano por hectárea.

3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar el rendimiento de grano, sus componentes, el rendimiento de etanol y la producción de etanol por hectárea de una serie de híbridos de maíz.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar características físicas de los granos que eventualmente afectan el rendimiento y la producción de etanol.

Establecer la relación entre rendimiento de etanol y características físicas del grano.

Evaluar el rendimiento de grano y etanol en distintos ambientes.

Modelar las correlaciones entre caracteres productivos, de calidad física y química de los granos.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental:

El experimento se llevó a cabo en dos ambientes, en la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino (EEA Pergamino) y en el campo experimental de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA-

Junín) durante la campaña 2016/2017. Las fechas de siembra fueron 3 de noviembre de 2016 (Junín) y 11 de noviembre de 2016 (Pergamino). El diseño experimental fue de bloques completos al azar, el ensayo conto con dos repeticiones en cada localidad. La configuración de las parcelas fue de dos surcos de cinco m de largo distantes a 0,7 m entre sí, y la siembra se realizó manualmente (30 semillas por surco, que equivalen a 85.710 plantas/hectárea). Las muestras de granos destinadas a los análisis de calidad fueron obtenidas mediante polinizaciones controladas con el fin de evitar efectos de xenia debido a la alogamia del maíz. El surco restante se cosechó manualmente y destinó a la determinación del rendimiento de grano y sus componentes.

Germoplasma empleado:

El material genético empleado fueron catorce híbridos comerciales que difieren en ciertas características y texturas de grano, siete pertenecientes al criadero de semillas de la *Asociación de Cooperativas Argentinas S.A.* y siete híbridos pertenecientes a *DOW AgroScience (actual Corteva Agriscience)*. Adicionalmente se evaluaron diez híbridos experimentales desarrollados por INTA. Los híbridos experimentales fueron evaluados como parte de un proyecto más amplio (PDTS 494, CIN-CONICET) destinado a definir las características que deberían tenerse en cuenta en la selección de híbridos específicamente destinados a la producción de bioetanol. Las cinco líneas parentales de los híbridos de INTA poseen diferentes fondos genéticos y características fisicoquímicas del grano.

Tabla 4.2.1 Código numérico del híbrido, el genotipo que posee el mismo y el origen de ese material.

Código	Genótipo	Orígen
1	LP661 x LP29	I.N.T.A
2	LP29 x LP2542	I.N.T.A
3	LP923 x LP29	I.N.T.A
4	LP29 x LP214	I.N.T.A
5	LP214 x LP661	I.N.T.A
6	LP214 x LP2542	I.N.T.A
7	LP923 x LP2542	I.N.T.A
8	LP923 x LP661	I.N.T.A
9	LP923 x LP2542	I.N.T.A
10	LP661 x LP2542	I.N.T.A
11	ACA 470 VT3 PRO	A.C.A
12	ACA 496 MG	A.C.A
13	ACA 493 MGRR2	A.C.A
14	ACA 498 MGRR2	A.C.A
15	ACA 480 RR2	A.C.A
16	ACA 473 MGRR2	A.C.A
17	ACA 480 MG	A.C.A
18	DOW 512 PW	DOW
19	DOW 510 PW	DOW
20	DOW 505 PW	DOW
21	DOW 507 PW	DOW
22	DOW 575 PW	DOW
23	DOW BMR126HX	DOW
24	DOW 2A120 PW	DOW

Cosecha y acondicionamiento del material

Los materiales empleados poseen ciclo de madurez relativa similares, en el rango de los 120 a 130 días. La cosecha se realizó en madurez fisiológica (se hace visible una capa negra en la base del grano y la humedad de mismo es cercana a 35%) y en forma manual; por un lado, se cosecharon todas las espigas destinadas a los análisis de calidad, provenientes de polinizaciones controladas y por otro se cosecharon todas las espigas (primarias y secundarias) del surco restante para la determinación de rendimiento. El material fue debidamente rotulado por genotipo, y diferenciado por surco y por localidad.

Las fechas de cosecha fueron 6 de abril de 2017 (Junín) y 28 de abril de 2017 (Pergamino). Las espigas se secaron en condiciones de gabinete a

temperatura ambiente hasta humedad de equilibrio fisiológico y trilladas para posteriores análisis del grano.

Variables morfofisiologías en estudio:

Se registraron las siguientes variables:

- 4.4.1 Altura de planta (cm): se consideró la distancia desde el nivel del suelo hasta la lígula de la hoja superior;
- 4.4.2 Altura de inserción de la espiga superior (cm): se consideró la distancia desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la espiga superior.
- 4.4.3 Altura Relativa: Cociente entre la altura de inserción de la espiga superior en cm y la altura de la planta en cm.
- 4.4.4 Flor Fem: Floración femenina, medida en días desde la siembra del híbrido hasta la aparición de los primeros estigmas en cada parcela.
- 4.4.5 Flor Masc: Floración masculina, medida en días desde la siembra del híbrido hasta la aparición de las primeras anteras liberando polen en cada parcela
- 4.4.6 N° Total de pl: Número total de plantas por parcela cosechadas.
- 4.4.7 Quebradas: Porcentaje de plantas quebradas del total de plantas de la parcela.
- 4.4.8 Volcadas: Porcentaje de plantas volcadas del total de plantas de la parcela.
- 4.4.9 ASI: Diferencia medida en días entre la fecha de floración femenina y de floración masculina.
- 4.4.10 Rendimiento en granos por planta (RGP): las espigas granadas de cada planta se separaron del resto del material vegetal, se trillaron manualmente y se pesaron sus granos para obtener el rendimiento

promedio de cada planta. Previamente se censó el número de plantas cosechadas en cada parcela.

4.4.11 Número de granos por planta (NGP): se obtuvo a través del recuento manual de los mismos, sin distinción entre espiga superior y secundaria.

4.4.12 Peso individual de los granos (PIG): en mg, se calculó como el cociente entre el RGP y el NGP.

4.4.13 Longitud de espiga: Longitud promedio de diez espigas.

4.4.14 Diámetro de espigas: Diámetro promedio de diez espigas.

4.4.15 Número de hileras por espigas: Número promedio de hileras de diez espigas.

4.4.16 . Rendimiento de grano por hectárea: en Tn ha-1 Se calculó a partir de la densidad de plantas por hectárea y el RGP.

Determinaciones analíticas

Los análisis físico-químicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Calidad de Alimentos, Suelos y Agua (LCASyA) de la EEA Pergamino, en los sectores Química Húmeda, Física de Granos, e Instrumental, colaborando con el personal especializado. Las determinaciones físicas de granos contemplaron características asociadas a dureza endospermica como:

4.5.1 Peso hectolítrico (Kg (HI) es el peso de una masa de granos de maíz que ocupa el volumen de 100 litros, como el volumen es muy grande para su manipulación, en el laboratorio se determina utilizando un recipiente de 1 litro y se realiza la extrapolación. El cereal se coloca hasta el enrase del envase previamente tarado y se pesa.

4.5.2 Prueba de flotación según SENASA Norma XXVI

número de granos flotantes

Índice de Flotación de la prueba □ número de granos sumergidos

La prueba se repitió cinco (5) veces.

El índice de flotación será la media aritmética de los índices de flotación de las pruebas realizadas, exceptuando los DOS (2) valores extremos expresados en por ciento al décimo.

4.5.3 Densidad del grano, según Correa *et al.*, 2002, densidad aparente de los granos, evaluada en 5 repeticiones de partidas de 50 granos de cada híbrido.

4.5.4 Peso de 1000 semillas: se realizó mediante estimación, con el recuento de 100 semillas por quintuplicado.

4.5.5 La determinación de relación de molienda se efectuó siguiendo el protocolo de (Robutti *et al.*, 2000), Se pesan 100 g de maíz en matraz aforado, al cual se le agregan 500 ml de solución de NaH₈O₃, correspondiente a una concentración de SO₂ de 0.25%; el pH de la solución resultante estuvo comprendido en el rango de 3.5-4.0. El proceso de maceración se realizó en estufa a 52 ± 1 °C durante 48 hr. Al cabo de ese tiempo la solución de maceración se decanta y se mide el volumen total remanente de la misma para su posterior análisis. Los granos macerados se molieron en una licuadora comercial con 100 ml de agua destilada, durante 3 minutos. De esta manera se logró romper el endosperma, para facilitar la separación de los distintos componentes que la integran.

4.5.6. Rendimiento de etanol. Volumen de etanol obtenible por unidad de peso de grano (ml/kg, o l/Tn). Las determinaciones de rendimientos de etanol se realizaron mediante método gravimétrico y NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) (Di Martino, 2014)

4.5.7. Producción teórica de etanol (litros de etanol / ha). Se obtuvo a partir de multiplicar el rendimiento de grano por hectárea por el rendimiento de etanol.

Análisis estadístico de los datos

Para cada variable se efectuaron análisis de variancia por ambiente y combinado a través de ambientes (o localidades). Además, se compararon las medias de tratamientos (prueba de Tukey). Las asociaciones entre los caracteres se expresaron mediante el coeficiente de correlación de Pearson y dichas correlaciones se analizaron mediante el coeficiente de sendero. Para el análisis de los datos se utilizó el programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2010).

El modelo lineal aditivo empleado para el análisis de variancia por ambiente fue el siguiente:

$$Y_{jk} = U + B_k + G_j + E_{ijk}$$

Y_{jk} = valor observado para cada carácter analizado correspondiente al j-ésimo híbrido, en el k-ésimo bloque.

U = Media general.

B_k = es el efecto del k-ésimo bloque.

G_j = es el efecto del j-ésimo genotipo o híbrido.

E_{jk} = es el error correspondiente a la jk-ésima observación.

El modelo lineal aditivo empleado a través de ambientes fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B(a)_{ik} + G_j + (AG)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = valor observado para cada carácter analizado correspondiente al j-ésimo híbrido, en el i-ésimo ambiente y el k-ésimo bloque.

U = Media general.

A_i = es el efecto del i-ésimo ambiente.

$B(a)_{ik}$ = es el efecto del k-ésimo bloque anidado en el i-ésimo ambiente.

G_j = es el efecto del j-ésimo genotipo o híbrido.

$(AG)_{ij}$ = es efecto de interacción entre el i-ésimo ambiente y el j-ésimo genotipo o híbrido.

E_{ijk} = es el error correspondiente a la ijk-ésima observación.

Análisis de correlaciones de los datos

Para el análisis de correlaciones entre las variables, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Posteriormente los coeficientes de Pearson se descompusieron en efectos directos e indirectos mediante la técnica de coeficiente de sendero. Este análisis resulta conveniente para modelar las asociaciones entre caracteres múltiples, y aproximarse a interpretarlas en términos causales.

5 Resultados y Discusión

Las condiciones climáticas (precipitaciones y temperaturas) ocurridas durante el ciclo del cultivo en los ambientes evaluados (Junín y Pergamino) durante la campaña 2016/2017 (ver anexo) fueron propicias para un buen desarrollo del cultivo y se obtuvieron rendimientos acordes a los de una buena campaña agronómica en las localidades de Junín y Pergamino.

Las temperaturas registradas durante el ciclo del cultivo fueron las típicas a las medias de la región evaluada en este trabajo y no ocurrieron limitantes térmicas para un desarrollo óptimo del cultivo.

Las precipitaciones registradas para los dos ambientes fueron más que favorables para un buen desarrollo de la gramínea, sin registrarse ningún estrés hídrico de importancia en los períodos críticos del cultivo en ninguna de las dos localidades.

En Junín se registraron 458 milímetros de precipitaciones en el periodo siembra-floración, de los cuales 180 milímetros cayeron durante el periodo crítico del cultivo (15 días antes a 15 días después de floración).

En Pergamino se registraron 487 milímetros de precipitaciones en el periodo siembra-floración, de los cuales 150 milímetros cayeron en el periodo crítico del cultivo (15 días antes- 15 días después de floración).

En las tablas 5.1.1, 5.1.2 y 5.1.3. se presentan las medias observadas para cada genotipo en cada ambiente, y en el promedio de ambos ambientes para las variables morfofisiológicas. Las Tablas 5.2.1., 5.2.2 y 5.2.3 presentan las medias obtenidas por cada genotipo por localidad y en el promedio de ambas localidades para rendimiento de grano y sus componentes.

5. 1.1 Variables morfofisiológicas medidas en la localidad de Junín.

Código	Altura	Inserción	Alt Relativa	Flor Fem	Flor Masc	ASI
	cm	cm		días	días	días
1	261,7	108,2	2,4	68,0	68,0	0,0
2	238,0	97,9	2,4	68,5	68,5	0,0
3	264,3	112,6	2,3	67,5	67,5	0,0
4	250,0	89,1	2,8	70,5	71,0	-0,5
5	252,4	117,7	2,1	67,0	67,5	-0,5
6	255,2	104,5	2,4	69,5	69,0	0,5
7	260,1	99,7	2,6	68,0	68,5	-0,5
8	273,9	133,1	2,1	70,5	69,5	1,0
9	265,4	115,9	2,3	73,0	71,0	2,0
10	249,5	117,0	2,1	69,5	69,5	0,0
11	264,8	106,5	2,5	68,5	67,5	1,0
12	271,0	125,0	2,2	72,0	71,5	0,5
13	271,1	115,1	2,4	69,5	70,5	-1,0
14	246,7	121,8	2,0	69,5	69,5	0,0
15	295,2	127,0	2,3	69,5	70,0	-0,5
16	278,6	111,5	2,5	67,0	68,0	-1,0
17	298,5	129,7	2,3	70,5	70,0	0,5
18	277,4	119,5	2,3	68,0	68,0	0,0
19	286,4	129,6	2,2	69,0	69,5	-0,5
20	287,6	118,2	2,4	67,5	67,0	0,5
21	287,8	116,4	2,5	68,0	67,5	0,5
22	291,8	185,2	1,6	74,5	74,5	0,0
23	278,3	129,3	2,2	69,5	69,5	0,0
24	312,4	147,2	2,1	72,5	72,5	0,0
Media	271,6	119,9	2,3	69,5	69,4	0,1
DE	18,6	18,8	15,7	2,0	1,8	0,7
CV %	6,8	15,7	10,4	2,8	2,6	804,3
EE	3,8	3,8	3,2	0,4	0,4	0,1

Altura: Altura de la planta en centímetros. (cm), promedio de 10 plantas. Inserción: Altura de la inserción de la espiga superior, en cm, promedio de 10 plantas. Altura Relativa: Cociente entre la altura de inserción de la espiga en cm y la altura total de la planta en cm. Flor Fem: Floración femenina, medida en días desde la siembra del híbrido hasta la aparición de los primeros estigmas. Flor Masc: Floración masculina, medida en días desde la siembra del híbrido hasta la aparición de las primeras anteras liberando polen. ASI: Diferencia medida en días entre la floración femenina y la floración masculina.

5. 1.2 Variables morfofisiológicas medidas en la localidad de Pergamino.

Código	Altura	Inserción	Alt Relativa	Flor Fem	Flor Masc	ASI
	cm	cm	%	días	días	días
1	257,0	106,2	0,4	71,5	70,0	1,5
2	250,2	100,1	0,4	72,5	71,0	1,5
3	255,9	96,2	0,4	73,5	71,0	2,5
4	231,7	84,8	0,4	71,5	72,0	-0,5
5	257,4	116,9	0,5	70,0	70,0	0,0
6	261,3	117,0	0,4	72,0	72,0	0,0
7	236,4	100,5	0,4	72,5	71,5	1,0
8	255,0	122,6	0,5	72,5	70,5	2,0
9	248,4	109,4	0,4	73,0	72,5	0,5
10	256,2	114,2	0,4	74,0	74,0	0,0
11	241,0	106,6	0,4	72,5	71,0	1,5
12	248,8	111,8	0,4	74,0	73,0	1,0
13	249,2	102,5	0,4	72,5	71,5	1,0
14	260,2	118,6	0,5	75,0	74,0	1,0
15	280,9	118,8	0,4	75,0	74,5	0,5
16	252,4	106,7	0,4	71,5	71,0	0,5
17	259,6	111,5	0,4	76,5	73,5	3,0
18	253,5	106,4	0,4	72,0	71,5	0,5
19	265,3	126,4	0,5	73,0	72,0	1,0
20	270,2	111,9	0,4	71,5	72,0	-0,5
21	255,1	106,6	0,4	72,0	70,0	2,0
22	270,5	125,5	0,5	82,0	80,0	2,0
23	239,6	107,7	0,4	79,0	78,0	1,0
24	305,3	138,0	0,5	74,0	73,0	1,0
Media	256,7	111,1	0,4	73,5	72,5	1,0
DE	15,2	11,1	9,3	2,6	2,4	0,9
CV %	5,9	10,0	6,4	3,6	3,3	89,7
EE	3,1	2,3	1,9	0,5	0,5	0,2

Altura: Altura de la planta en centímetros. (cm), promedio de 10 plantas. Inserción: Altura de la inserción de la espiga superior, en cm, promedio de 10 plantas. Altura Relativa: Cociente entre la altura de inserción de la espiga en cm y la altura total de la planta en cm. Flor Fem: Floración femenina, medida en días desde la siembra del híbrido hasta la aparición de los primeros

estigmas. Flor Masc: Floración masculina, medida en días desde la siembra del híbrido hasta la aparición de las primeras anteras liberando polen. ASI: Diferencia medida en días entre las fechas de floración femenina y la floración masculina.

5. 1.3 Variables morfofisiológicas promedio a través de localidades.

Código	Altura	Inserción	Alt Relativa	Flor Fem	Flor Masc	ASI
	cm	cm	%	días	días	días
1	259,4	107,2	0,4	69,8	69,1	0,7
2	244,1	98,9	0,4	70,5	69,8	0,7
3	260,1	104,4	0,4	70,5	69,3	1,2
4	240,9	86,9	0,4	71,1	71,5	-0,4
5	254,9	117,3	0,5	68,5	68,8	-0,3
6	258,3	110,8	0,4	70,8	70,5	0,3
7	248,2	100,1	0,4	70,3	70,0	0,3
8	264,4	127,9	0,5	71,5	70,0	1,5
9	256,9	112,7	0,4	73,1	71,8	1,3
10	252,9	115,6	0,5	71,8	71,8	0,0
11	252,9	106,6	0,4	70,5	69,3	1,2
12	259,9	118,4	0,5	73,1	72,3	0,8
13	260,1	108,8	0,4	71,1	71,0	0,1
14	253,4	120,2	0,5	72,3	71,8	0,5
15	288,1	122,9	0,4	72,3	72,3	0,0
16	265,5	109,1	0,4	69,3	69,5	-0,2
17	279,1	120,6	0,4	73,5	71,8	1,7
18	265,4	112,9	0,4	70,1	69,8	0,3
19	275,9	128,1	0,5	71,1	70,8	0,3
20	278,9	115,1	0,4	69,5	69,5	0,0
21	271,4	111,5	0,4	70,1	68,8	1,3
22	281,2	155,3	0,6	78,3	77,3	1,0
23	258,9	118,5	0,5	74,3	73,8	0,5
24	308,8	142,6	0,5	73,3	72,8	0,5
Media	264,1	115,5	0,4	71,5	70,9	0,5
DE	16,9	15,1	12,5	2,3	2,1	0,8
CV%	6,4	12,9	8,4	3,2	3,0	447,0
EE	3,4	3,1	2,6	0,5	0,4	0,2

Altura: Altura de la planta en centímetros. (cm), promedio de 10 plantas. Inserción: Altura de la inserción de la espiga superior, en cm, promedio de 10 plantas. Altura Relativa: Cociente entre la altura de inserción de la espiga en cm y la altura total de la planta en cm. Flor Fem: Floración femenina, medida en días desde la siembra del híbrido hasta la aparición de los primeros estigmas. Flor Masc: Floración masculina, medida en días desde la siembra del híbrido hasta la aparición de las primeras anteras liberando polen. ASI: Diferencia medida en días entre la floración femenina y la floración masculina.

5.2.1 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en la localidad de Junín.

Código	N° Total de Pl	Quebradas	Volcadas	PMS	RGP	NGP
		%	%	gramos	gramos	
1	23,0	0,1	0,0	304,3	130,4	426,4
2	25,5	0,5	0,0	286,0	82,8	288,8
3	23,0	0,3	0,0	332,8	116,8	351,0
4	25,0	0,1	0,0	277,8	138,3	497,7
5	25,0	0,3	0,0	283,8	113,9	401,2
6	24,5	0,2	0,0	263,0	120,2	457,8
7	20,0	0,1	0,0	288,3	149,3	517,8
8	26,5	0,0	0,0	301,0	123,2	409,3
9	26,0	0,1	0,0	301,8	120,1	398,2
10	24,0	0,3	0,0	313,5	118,0	378,0
11	29,5	0,1	0,0	269,0	145,0	538,0
12	27,5	0,0	0,0	272,8	142,7	522,9
13	25,5	0,5	0,0	256,0	82,7	320,7
14	26,5	0,2	0,0	287,5	138,9	483,0
15	27,0	0,3	0,0	300,3	114,6	385,8
16	28,0	0,1	0,0	308,0	166,3	539,9
17	30,0	0,0	0,0	266,5	133,8	502,0
18	30,0	0,0	0,0	251,8	146,2	577,5
19	24,5	0,4	0,0	306,8	123,6	405,7
20	23,0	0,3	0,0	318,8	138,5	434,2
21	28,0	0,1	0,0	292,8	132,3	452,8
22	27,0	0,2	0,0	289,8	99,1	341,6
23	28,0	0,0	0,0	259,8	95,6	367,9
24	27,0	0,4	0,0	295,8	63,2	211,1
Media	26,0	0,2	0,0	288,6	122,3	425,4
DE	2,4	3,9	0,0	21,0	24,1	88,6
CV %	9,4	80,2	0,0	7,3	19,7	20,8
EE	0,5	0,8	0,0	4,3	4,9	18,1

N° total de pl: número total de plantas, Quebradas: porcentaje de plantas quebradas., Volcadas: porcentaje de plantas volcadas, PMS: peso de mil semillas del híbrido, RGP: rendimiento de grano por planta en gramos, NGP: número de granos por planta

El rendimiento promedio de grano por planta de los diferentes híbridos para la localidad de Junín fue $122,3 \pm 27,2$ g. En este sitio experimental, el genotipo que tuvo mayor rendimiento fue el híbrido 16 (A.C.A 473 MG RR2) alcanzando los 166,3 g por grano por planta.

El número de granos por planta promedio a través de los diferentes genotipos para la localidad de Junín fue de $425,4 \pm 96,7$ granos.

En la localidad de Junín el híbrido con mayor número promedio de granos por planta relevado fue el híbrido 18 (DOW 512 PW) con 577,5 granos.

5 2.2 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en la localidad de Junín.

Código	Long Esp	Diam Esp	N de Hil/esp	Rend Grano
	cm	cm		Tn/Ha
1	173,0	50,0	18,9	8,6
2	179,0	47,5	18,5	5,9
3	202,0	47,0	17,3	7,7
4	177,5	48,5	18,7	9,8
5	179,0	49,5	18,2	8,2
6	177,5	50,0	18,8	8,3
7	174,5	48,5	16,9	8,4
8	169,0	47,0	15,9	9,3
9	187,0	46,5	15,4	8,9
10	187,5	52,0	17,9	8,0
11	174,5	45,5	14,8	12,1
12	175,0	46,5	16,5	11,1
13	169,5	48,0	18,1	5,8
14	181,5	49,0	17,1	10,3
15	176,5	48,5	15,8	8,9
16	174,0	52,5	18,3	13,3
17	173,5	48,0	17,5	11,4
18	177,0	51,0	19,5	12,4
19	176,0	49,0	16,2	8,6
20	199,5	50,0	17,3	9,1
21	184,5	49,0	17,3	10,5
22	183,0	55,0	19,7	7,6
23	173,5	45,0	13,9	7,6
24	162,0	46,0	16,1	4,9
Media	178,6	48,7	17,3	9,0
DE	8,8	0,5	1,5	2,1
CV %	5,0	5,0	8,6	23,1
EE	1,8	0,5	0,3	0,4

Nº de hil/Esp: Numero de hilera por espiga, Long Esp: longitud de espiga en centímetros, Diam Esp: Diámetro de espiga en centímetros Rend grano: rendimiento del híbrido en toneladas por hectárea.

5 2.3 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en la localidad de Pergamino.

Código	NºTot de pl	Quebradas	Volcadas	PMS	RGP	NGP
		%	%	gramos	gramos	
1	24,0	1,5	0,0	352,5	123,3	350,6
2	28,0	0,0	0,0	280,8	76,7	271,9
3	26,5	0,0	0,0	343,8	89,4	258,3
4	23,5	0,5	0,0	312,0	98,6	313,2
5	24,0	1,5	0,0	274,5	116,8	424,6
6	30,0	0,0	0,0	288,0	110,8	384,7
7	24,5	0,0	0,0	279,0	93,2	327,3
8	28,5	0,0	0,0	301,8	94,8	313,7
9	29,0	0,5	0,0	324,0	104,4	322,4
10	21,0	1,0	0,0	343,5	108,1	314,7
11	30,0	0,0	0,0	280,3	115,8	413,1
12	27,0	0,0	0,0	298,5	118,3	395,1
13	29,5	0,5	0,0	291,0	143,2	492,0
14	28,5	0,0	0,0	334,3	72,0	215,8
15	30,0	0,0	0,0	351,8	99,8	283,7
16	29,0	1,0	0,0	325,0	141,2	433,3
17	29,0	1,5	0,0	343,8	88,6	258,7
18	29,5	0,0	0,0	287,8	126,5	439,5
19	28,0	0,0	0,0	305,0	85,2	279,4
20	22,5	0,0	0,0	354,8	154,8	432,3
21	28,0	0,5	0,0	297,8	106,0	355,9
22	29,0	0,5	0,0	360,3	86,0	238,5
23	26,5	0,0	0,0	320,3	82,5	246,5
24	28,0	0,0	0,0	362,0	127,1	351,0
Media	27,2	0,4	0,0	317,2	106,8	338,2
DE	2,6	0,5	0,0	29,3	21,7	75,2
CV %	9,6	143,1	0,0	9,2	20,4	22,2
EE	0,5	0,1	0,0	6,0	4,5	15,3

N.º total de pl: número total de plantas, Quebradas: porcentaje de plantas quebradas., Volcadas: porcentaje de plantas quebradas, PMS: peso de mil semillas del híbrido, RGP: rendimiento de grano por planta en gramos, NGP: número de granos por planta.

El rendimiento promedio de grano por planta de los diferentes híbridos para la localidad de Pergamino fue $106,6 \pm 32,5$. En este ambiente, el híbrido con mayor rendimiento de grano fue el 20 (DOW 505 PW) con 154,8 g por grano por planta.

El número de granos por planta promedio de los diferentes materiales para la localidad de Pergamino fue de $y 339,3 \pm 103,4$.

En la localidad de Pergamino el híbrido con mayor cantidad de granos por planta fue el híbrido 13 (A.C.A 493 MG RR2) con 492 granos.

5 2.4 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en la localidad de Pergamino.

Código	Larg Esp	Anch Esp	N Hil/Esp	Rend.Tn.Ha
1	171,50	50,00	18,00	8,45
2	160,00	46,50	18,10	6,03
3	169,50	43,50	16,80	6,17
4	161,00	47,50	17,70	6,30
5	167,00	47,50	15,80	7,73
6	164,00	49,00	17,80	9,44
7	144,50	46,50	17,00	5,98
8	153,50	47,00	15,80	7,65
9	171,00	48,00	16,10	8,49
10	175,00	52,00	17,20	6,45
11	157,50	45,50	15,00	9,76
12	155,50	47,00	16,20	8,96
13	176,50	49,50	17,30	11,92
14	151,00	46,50	15,30	5,80
15	155,00	48,00	15,90	8,42
16	163,50	50,50	17,40	11,50
17	149,50	48,00	16,60	7,19
18	164,00	50,00	18,70	10,43
19	150,00	48,00	15,20	6,76
20	164,00	49,00	17,70	9,44
21	157,00	45,50	16,20	8,34
22	157,50	52,50	18,20	7,09
23	145,50	47,50	15,20	5,75
24	175,00	51,00	15,00	9,70
Media	160,77	48,17	16,68	8,07
DE	9,35	2,14	1,14	1,80
CV %	5,82	4,44	6,81	22,35
EE	1,91	0,44	0,23	0,37

Long Esp: longitud de espiga en centímetros, Diam Esp: Diámetro de espiga en centímetros, N° de hil/ Esp: Numero de hileras por espiga, Rend. Grano: rendimiento de grano de cada híbrido en toneladas por hectárea.

5 2.5 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en el promedio a través de localidades.

Código	N° tot de pl	Quebradas	Volcadas	PMS	RGP	NGP
		%	%	gramos	gramos	
1	23,5	2,0	0,0	328,4	126,9	388,5
2	26,8	6,0	0,0	283,4	79,8	280,3
3	24,8	4,0	0,0	338,3	103,1	304,6
4	24,3	1,8	0,0	294,9	118,5	405,5
5	24,5	4,0	0,0	279,1	115,3	412,9
6	27,3	3,0	0,0	275,5	115,5	421,2
7	22,3	0,5	0,0	283,6	121,3	422,5
8	27,5	0,3	0,0	301,4	109,0	361,5
9	27,5	1,0	0,0	312,9	112,3	360,3
10	22,5	3,8	0,0	328,5	113,1	346,3
11	29,8	1,0	0,0	274,6	130,4	475,5
12	27,3	0,5	0,0	285,6	130,5	459,0
13	27,5	7,3	0,0	273,5	113,0	406,4
14	27,5	2,0	0,0	310,9	105,5	349,4
15	28,5	4,5	0,0	326,0	107,2	334,7
16	28,5	2,0	0,0	316,5	153,8	486,6
17	29,5	1,3	0,0	305,9	111,2	380,3
18	29,8	0,5	0,0	336,8	136,4	508,5
19	26,3	4,5	0,0	305,9	104,4	342,6
20	22,8	3,0	0,0	336,8	146,7	433,3
21	28,0	2,0	0,0	295,3	119,2	404,3
22	28,0	3,3	0,0	325,0	92,5	290,0
23	27,3	0,0	0,0	290,0	89,1	307,2
24	27,5	5,0	0,0	328,9	95,1	281,1
Media	26,6	2,6	0,0	302,9	114,6	381,8
DE	2,5	2,2	0,0	25,1	22,9	81,9
CV%	9,5	111,6	0,0	8,3	20,0	21,5
EE	0,5	0,5	0,0	5,1	4,7	16,7

N.º total de pl: número total de plantas, Quebradas: porcentaje de plantas quebradas.,

Volcadas: porcentaje de plantas quebradas, PMS: peso de mil semillas del híbrido, RGP: rendimiento de grano por planta en gramos.

El rendimiento de grano por planta promedio a través de las localidades de Junín y Pergamino fue de $114,5 \pm 29,9$ g. En el promedio a través de localidades el híbrido con mejor desempeño fue el 16 con un rendimiento de 153,8 g por grano por planta.

Los números de granos por planta promedios de los diferentes materiales para las localidades de Pergamino y Junín fueron $339,3 \pm 103,4$ y $425,4 \pm 96,7$

granos, respectivamente, siendo el promedio entre las localidades para esta variable de $382,4 \pm 100,1$ granos.

En el promedio entre localidades el híbrido con mayor número de granos por planta fue el 18 (DOW 512 PW) con 508,5 granos.

5 2.6 Variables relacionadas con el rendimiento de grano en el promedio a través de localidades.

Código	Long Esp	Diam Esp	N de Hil/ Esp	Rend Grano
	cm	cm		tn/ha
1	172,3	50,0	18,5	8,5
2	169,5	47,0	18,3	6,0
3	185,8	45,3	17,1	6,9
4	169,3	48,0	18,2	8,1
5	173,0	48,5	17,0	7,9
6	170,8	49,5	18,3	8,9
7	159,5	47,5	17,0	7,2
8	161,3	47,0	15,9	8,5
9	179,0	47,3	15,8	8,7
10	181,3	52,0	17,6	7,2
11	166,0	45,5	14,9	10,9
12	165,3	46,8	16,4	10,0
13	173,0	48,8	17,7	8,9
14	166,3	47,8	16,2	8,0
15	165,8	48,3	15,9	8,6
16	168,8	51,5	17,9	12,4
17	161,5	48,0	17,1	9,3
18	170,5	50,5	19,1	11,4
19	163,0	48,5	15,7	7,7
20	181,8	49,5	17,5	9,3
21	170,8	47,3	16,8	9,4
22	170,3	53,8	19,0	7,4
23	159,5	46,3	14,6	6,7
24	168,5	48,5	15,6	7,3
Media	169,7	48,4	17,0	8,5
DE	9,1	1,3	1,3	1,9
CV %	5,4	4,7	7,7	22,7
EE	1,9	0,5	0,3	0,4

Long Esp: longitud de espiga en centímetros, Diam Esp: Diámetro de espiga en centímetros, N° de hil/ Esp: Numero de hileras por espiga, Rend Grano: rendimiento del híbrido en toneladas por hectárea.

5 3.1 Variables físicas relacionadas con la producción de etanol en la localidad de Junín.

Código	Peso Hect	Rel Mol	Flot	D
	kg/hl		%	
1	76,6	3,4	79,3	1,2
2	72,6	1,6	96,0	1,1
3	77,0	3,1	78,7	1,2
4	76,5	3,0	66,3	1,2
5	78,0	4,2	43,0	1,3
6	76,5	3,3	70,0	1,2
7	77,7	4,0	60,7	1,3
8	77,1	4,7	52,3	1,2
9	76,0	2,7	77,0	1,3
10	75,3	3,2	64,0	1,2
11	77,5	3,5	69,0	1,2
12	78,1	3,9	30,0	1,3
13	77,9	3,7	58,6	1,2
14	78,4	3,8	27,3	1,2
15	75,9	2,9	81,0	1,2
16	75,8	2,9	89,0	1,2
17	74,5	2,8	84,3	1,2
18	73,6	2,2	83,3	1,2
19	73,6	2,8	72,3	1,2
20	73,4	2,2	100,0	1,1
21	75,5	2,3	88,7	1,2
22	75,5	2,8	76,6	1,2
23	75,9	2,7	84,6	1,3
24	79,0	3,0	27,3	1,2
Media	76,1	3,1	69,1	1,2
D.E	1,7	0,7	20,7	0,0
C.V	2,2	22,7	29,9	2,9
E.E	0,4	0,1	4,2	0,1

Peso Hect, es el peso hectolítrico, Rel Mol, relación de molienda, Flot, flotación y D, densidad.

5 3.2 Variables físicas relacionadas con la producción de etanol en la localidad de Pergamino.

Código	Peso Hect	Rel Mol	Flot	D
	kg/hl		%	
1	78,85	4,20	45,30	1,27
2	75,10	2,05	97,95	1,19
3	76,60	3,05	88,30	1,25
4	78,55	3,35	49,65	1,26
5	76,85	3,40	61,95	1,24
6	77,50	2,70	81,30	1,20
7	77,20	3,90	70,30	1,25
8	77,70	4,20	50,95	1,23
9	77,80	3,00	50,95	1,26
10	77,70	3,40	42,60	1,25
11	77,80	3,40	51,65	1,22
12	80,20	3,40	11,00	1,30
13	78,05	3,85	44,00	1,25
14	80,30	3,65	4,95	1,28
15	77,35	3,55	34,00	1,24
16	76,45	2,85	89,30	1,20
17	76,50	2,85	56,65	1,23
18	74,05	2,00	80,30	1,19
19	74,50	2,10	81,30	1,20
20	75,20	3,20	91,65	1,21
21	74,75	1,95	90,30	1,23
22	77,10	3,65	51,30	1,27
23	77,20	2,80	63,30	1,23
24	80,50	3,80	16,00	1,28
Media	77,24	3,18	58,54	1,24
D.E	1,73	0,67	26,09	0,03
C.V	2,25	20,97	44,57	2,44
E.E	0,35	0,14	5,33	0,01

Peso Hect, es el peso hectolítrico, Rel Mol, relación de molienda, Flot, flotación y D, densidad.

5 3.3 Variables físicas relacionadas con la producción de etanol a través de las localidades.

Código	Peso Hect	Rel Mol	Flot	D
	kg/hl		%	
1	77,7	3,8	62,3	1,2
2	73,9	1,8	97,0	1,2
3	76,8	3,1	83,5	1,2
4	77,5	3,2	58,0	1,2
5	77,4	3,8	52,5	1,2
6	77,0	3,0	75,6	1,2
7	77,5	3,9	65,5	1,3
8	77,4	4,5	51,6	1,2
9	76,9	2,8	64,0	1,3
10	76,5	3,3	53,3	1,2
11	77,7	3,4	60,3	1,2
12	79,1	3,6	20,5	1,3
13	78,0	3,8	51,3	1,2
14	79,3	3,7	16,1	1,3
15	76,6	3,2	57,5	1,2
16	76,1	2,9	89,2	1,2
17	75,5	2,8	70,5	1,2
18	73,8	2,1	81,8	1,2
19	74,1	2,5	76,8	1,2
20	74,3	2,7	95,8	1,2
21	75,1	2,1	89,5	1,2
22	76,3	3,2	64,0	1,2
23	76,6	2,8	74,0	1,2
24	79,8	3,4	21,7	1,3
Media	76,7	3,1	63,8	1,2
DE	1,6	0,6	22,0	0,0
CV %	2,1	20,3	34,5	2,4
EE	0,3	0,1	4,5	0,0

Peso Hect, peso hectolítrico, Rel Mol, relación de molienda, Flot, flotación y D, densidad.

5.4.1 Datos obtenidos de laboratorio de la producción de almidón, proteína y etanol de cada híbrido en la localidad de Junín. (Datos cedidos por Andrea Peñas Ballesteros y Luján Farace; TFG Lic. Genética A. Peñas Ballesteros)

Código	Alm	Prot	Rend Et	PEN
	%	%	ml/kg	l/ha
1	70,7	9,4	473,7	4073,0
2	72,5	7,8	486,7	2888,1
3	70,8	9,8	471,6	3612,1
4	69,9	9,1	468,2	4568,8
5	67,8	10,5	455,4	3691,6
6	69,8	8,8	469,3	3899,3
7	69	9,9	462,3	3856,4
8	68,4	10,4	460,4	4241,7
9	70	9,1	472,4	4212,4
10	69,6	9,5	473	3748,8
11	71,2	9	475,6	5771,7
12	69,8	9,8	467,1	5163,7
13	71,2	8,7	474,2	2756,7
14	69,7	10,3	465,1	4819,4
15	71,4	8,8	479,2	4323,6
16	72	8,4	477,3	6321,5
17	72,2	8,2	483,3	5506,2
18	72,1	8,8	478,1	5851,6
19	72,6	8,4	481,2	4107,4
20	71,6	9,4	474,5	4334,3
21	72,7	8,3	480,3	4994,9
22	71,6	9,3	472,9	3593,3
23	71,5	9,1	482,9	3705,0
24	70	10	472,3	2307,9

Alm: Porcentaje de almidón. Prot: Porcentaje de proteína. Rend Et: rendimiento de etanol. PEN: producción teórica de etanol.

El rendimiento medio de bioetanol de los híbridos para la localidad de Junín fue $472,4 \pm 9,3$ mililitros (ml) de etanol por kilogramo (kg) de materia seca de maíz.

En la localidad de Junín el híbrido con mayor rendimiento de etanol es el 2 (LP29 x LP2542) con 489,5 ml de etanol/kg de materia seca de maíz, seguido por el híbrido 23 (DOW BMR 126 HX) con 487,5 ml de etanol/kg de materia seca de maíz y en tercer lugar el híbrido 15 (A.C.A 480 RR2) con 485,8 ml de etanol/kg de materia seca de maíz.

La producción teórica promedio de bioetanol de los híbridos para la localidad de Junín fue $4255,0 \pm 995,2$ litros (l) de etanol/ por hectárea (ha).

En la localidad de Junín el híbrido con mayor producción de etanol es el 16 (A.C.A 473 MG RR2) con 6310,8 l de etanol/ por ha, seguido por el 18 (DOW 512 PW) con 5833,4 l de etanol/ por ha y en tercer lugar el 11 (A.C.A 470 VT3 PRO) con 5789,4 l de etanol/ por ha.

5.4.2 Datos obtenidos de laboratorio de la producción de almidón, proteína y etanol de cada híbrido en la localidad de Pergamino. *(Datos cedidos por Andrea Peñas Ballesteros y Luján Farace; TFG Lic. Genética A. Peñas Ballesteros)*

Código	Alm %	Prot %	Rend Et ml/kg	PEN l/ha
1	69,7	9,8	473,9	4010,0
2	72,8	8,5	483,9	2915,1
3	70,4	9,5	474,1	2928,2
4	70,2	9,4	470,3	2955,8
5	70	9,7	460,6	3558,1
6	70,7	9,3	468,8	4426,1
7	69,9	9,5	465,6	2779,1
8	69,1	9,9	464,7	3552,3
9	70	9,5	471,4	3998,4
10	70,6	9,5	477,4	3078,1
11	70,7	9,3	474,3	4629,4
12	69,5	9,7	469,1	4205,3
13	70,8	9,2	473,2	5637,3
14	68,3	11,4	462,4	2682,7
15	70,4	9,8	472,6	3978,7
16	72,2	8,5	479,4	5517,8
17	72,1	8,2	483,5	3474,2
18	72,2	8,8	484,4	5049,9
19	72,4	8,9	484,8	3277,7
20	70,6	10	472,8	4466,4
21	72,9	8,4	484,8	4037,0
22	70,4	9,9	473,1	3351,9
23	70,8	9,1	478,4	2737,6
24	68,5	10,5	473,6	4593,6

Alm: Porcentaje de almidón. Prot: Porcentaje de proteína. Rend Et: rendimiento de etanol. PEN: producción teórica de etanol.

El rendimiento promedio de bioetanol de los híbridos para la localidad Pergamino fue $474,0 \pm 7,0$ mililitros (ml) de etanol/kilogramo (kg) de materia seca de maíz.

En la localidad de Pergamino los híbridos con más rendimiento de etanol fueron el 19 (DOW 510 PW) y 21 (DOW 507 PW) con 484,8 ml de etanol/kg de materia seca de Maíz, luego se ubicaron el 18 (DOW 512 PW) con 484,4 ml de etanol/kg de materia seca de maíz y el 2 (LP29*LP2542) con 483,9 ml de etanol/kg de materia seca de maíz.

La producción promedio de bioetanol de los híbridos para la localidad de Pergamino fue $3826,7 \pm 866,2$ litros (l) de etanol/ por hectárea (ha).

En la localidad de Pergamino los híbridos con mejores producciones de etanol fueron el 13 con 5637,3 l de etanol/ por ha, el 16 con 5517,8 l de etanol/ por ha y el 18 con 5049,9 l de etanol/ por ha.

5.4.3 Datos obtenidos de laboratorio de la producción de almidón, proteína y etanol de cada híbrido a través de las localidades de Junín y Pergamino. (Datos cedidos por Andrea Peñas Ballesteros y Luján Farace; TFG Lic. Genética A. Peñas Ballesteros)

Código	Alm %	Prot %	Rend Et ml/kg	PEN l/ha
1	70,7	9,4	473,7	4026,31
2	72,5	7,8	486,7	2896,40
3	70,8	9,8	471,6	3257,80
4	69,9	9,1	468,2	3775,51
5	67,8	10,5	455,4	3616,25
6	69,8	8,8	469,3	4164,53
7	69	9,9	462,3	3324,89
8	68,4	10,4	460,4	3892,40
9	70	9,1	472,4	4102,07
10	69,6	9,5	473	3421,75
11	71,2	9	475,6	5209,37
12	69,8	9,8	467,1	4674,05
13	71,2	8,7	474,2	4198,63
14	69,7	10,3	465,1	3744,72
15	71,4	8,8	479,2	4143,47
16	72	8,4	477,3	5914,28
17	72,2	8,2	483,3	4482,69
18	72,1	8,8	478,1	5441,61
19	72,6	8,4	481,2	3696,65
20	71,6	9,4	474,5	4396,15
21	72,7	8,3	480,3	4521,45
22	71,6	9,3	472,9	3304,95
23	71,5	9,1	482,9	3323,41
24	70	10	472,3	3450,48

Alm: Porcentaje de almidón. Prot: Porcentaje de proteína. Rend Et: rendimiento de etanol. PEN: producción teórica de etanol.

En el promedio a través de localidades el rendimiento de etanol fue de $473,2 \pm 7,6$ ml de etanol/kg de materia seca de maíz. En el promedio entre localidades el híbrido con mejor desempeño para esta variable fue el 2 (LP29*LP2542) con una producción de 486,7 ml de etanol/kg de materia seca de maíz

La producción promedio fue de $4040,8 \pm 738,6$ l de etanol/ ha.

En el promedio a través de localidades el híbrido con mejor desempeño para esta variable fue el híbrido 16 (DOW 473 MG RR2) con una producción de 5914,3 l de etanol/ha. El rendimiento de grano por hectárea es la principal variable a tener en cuenta cuando elegimos un cultivar de maíz para producción de etanol, aunque hay evidencia empírica que demuestra que las características composicionales del grano pueden modificar la cantidad de etanol obtenible por kilogramo de grano. Eyherabide (2018)

5.5.1 Correlación entre características físicas del grano, rendimiento de etanol y producción de etanol. Coeficientes de correlaciones de Pearson (Valores por debajo de la diagonal, y probabilidades de ser diferentes de cero (valores por encima de la diagonal))

	Almidon	Proteina	Peso Hect	Rel Mol	Rend Grano	Flot	PEN	Rend Et
Almidon	1,00	2,60E-07	3,40E-04	7,90E-06	0,28	4,30E-03	0,17	1,50E-10
Proteina	-0,84	1,00	4,80E-04	1,50E-05	0,27	1,40E-03	0,16	7,50E-08
Peso Hect	-0,67	0,66	1,00	7,10E-06	0,66	1,90E-07	0,54	1,70E-03
Rel Mol	-0,78	0,76	0,78	1,00	0,71	1,10E-04	0,51	9,00E-06
Rend Grano	0,23	-0,24	-0,09	-0,08	1,00	0,64	0,01	0,74
Flot	0,56	-0,61	-0,85	-0,71	0,10	1,00	0,53	0,01
PEN	0,29	-0,30	-0,13	-0,14	0,99	0,14	1,00	0,47
Rend Et	0,92	-0,86	-0,61	-0,77	0,07	0,49	0,16	1,00

Alm: Porcentaje de almidón. Prot: Porcentaje de proteína. Peso Hect, peso hectolítrico, Rel Mol, relación de molienda, Flot, flotación Rend.Grano. rendimiento de grano. PEN: producción teórica de etanol. Rend Et: rendimiento de etanol.

El rendimiento de etanol y el porcentaje de almidón mostraron una correlación positiva y elevada (0.92) esperable, a mayor contenido de almidón en los granos, que es el sustrato de la fermentación, habrá mayor producción de etanol. Los híbridos de maíz con características físicas de grano dentados o semi-dentados poseen mayor contenido de almidón, produciendo una mayor síntesis de bioetanol por kilogramo de grano. Aimar, B,. (2014) obtuvo resultados de esta variable que respaldan los datos obtenidos en nuestro trabajo.

Las variables porcentaje de almidón y porcentaje de proteína arrojaron una correlación negativa de 0.84. Esta correlación coincide con los resultados obtenidos por Farace (2018) y es definida por la conformación del grano, el

mayor contenido de almidón se encuentra en el endosperma y el mayor contenido de proteína en el germen, cuanto mayor es la proporción de endosperma del grano, mayor es su contenido de almidón, pero esto implica una disminución en la proporción de germen en el grano y con ello una disminución en el contenido de proteína del mismo.

Las variables rendimiento de etanol y porcentaje de proteína tuvieron una correlación negativa de 0.86, al aumentar el porcentaje de proteína disminuye el porcentaje de almidón el cual repercute en un nivel de producción de etanol menor. Siendo el almidón de maíz el componente más importante en la molienda húmeda. Estos datos coinciden con los encontrados por Paliwal, R. L. (2001).

5.5.2 Análisis de sendero del rendimiento de grano por hectárea y el rendimiento de etanol por unidad de peso de grano (variables independientes) con producción de etanol por hectárea (PEN) como variable dependiente.

Variable dependiente: PEN; n=24			
Efecto	Via	Coeficientes	p-valor
Rend Grano	Directa	0,99	
Rend Grano	Rend Etanol	0,01	
r total		0,99	<0,0001
Rend Etanol	Directa	0,09	
Rend Etanol	Rend Grano	0,07	
r total		0,16	0,4677

PEN: producción teórica de etanol. Rend.Grano. Rend Et: rendimiento de etanol.

El rendimiento de los granos es una variable fundamental para la producción de etanol, con una influencia directa positiva de 0.99, el efecto indirecto de la variable rendimiento de etanol es poco influyente con un valor de 0.01.

El rendimiento de etanol tiene un efecto directo de 0.09 sobre la producción de etanol y a su vez el rendimiento de los granos posee un efecto indirecto de 0.07, con un r total de 0.16, no significativa para la interacción entre estas variables, por lo cual podríamos desarrollar híbridos con buen rendimiento de etanol sin desmerecer el rendimiento por hectárea de los materiales. Esta conclusión está corroborada por otras investigaciones enmarcadas en el

proyecto de investigación (Tesis Doctoral María Luján Farace, en etapa de redacción).

5.5.3 Análisis de sendero de los componentes de rendimientos con rendimiento de grano como variable dependiente.

Variable dependiente Rend Grano; n=24			
Efecto	Vía	Coefficientes	p-valor
NGP	Directa	0,88	
NGP	PMS	-0,05	
r total		0,83	<0,0001
PMS	Directa	0,22	
PMS	NGP	-0,19	
r total		0,03	0,8938

NGP: número de grano por planta. PMS: peso de mil semillas. Rend Grano: rendimiento de grano.

El número de granos por planta tiene un efecto directo de 0.88 sobre el rendimiento de grano, y un efecto indirecto de peso de mil semillas de -0.05, arrojando un r total de 0.83.

El peso de mil semillas tiene un efecto directo de 0.22 sobre el rendimiento de grano, y un efecto indirecto de -0.19, con un r total de 0.03.

A mayor número de granos por planta y a mayor peso de mil semillas, mayor es el rendimiento de grano por hectárea del híbrido. Teniendo mayor prevalencia el número de granos por planta que el peso de mil semillas sobre el rendimiento de grano por hectárea. (Satorre et al., 2004).

5.5.4 Análisis de sendero de los componentes físicos del grano con PEN como variable dependiente.

Variable dependiente: PEN; n=24			
Efecto	Via	Coeficientes	p-valor
Peso Hect	Directa	0,32	
Peso Hect	Rel Mol	-0,12	
Peso Hect	Flot	-0,02	
Peso Hect	D	-0,31	
r total		-0,13	0,5572
Rel Mol	Directa	-0,16	
Rel Mol	Peso Hect	0,25	
Rel Mol	Flot	-0,01	
Rel Mol	D	-0,22	
r total		-0,14	0,5142
Flot	Directa	0,02	
Flot	Peso Hect	-0,28	
Flot	Rel Mol	0,11	
Flot	D	0,29	
r total		0,14	0,5014
D	Directa	-0,39	
D	Peso Hect	0,26	
D	Rel Mol	-0,09	
D	Flot	-0,02	
r total		-0,24	0,2669

Peso Hect, peso hectolítrico, Rel Mol, relación de molienda, Flot, flotación y D, densidad.

El peso hectolítrico tiene un efecto directo de 0.32 sobre la producción de etanol, con efectos indirectos de -0.12 de la relación de molienda, -0.02 de flotación y -0.31 de la densidad, con un r total de -0.13. Podemos determinar que el peso hectolítrico tiene un efecto negativo sobre la producción de etanol, pero marcado por los efectos indirectos de la densidad en mayor medida y de la relación de molienda.

La relación de molienda tiene un efecto directo de -0.16 sobre la producción de etanol, con efectos indirectos de 0.25 de peso hectolítrico, -0.01 de flotación y -0.22 de densidad, con un r total -0.14. La relación de molienda tiene un efecto negativo sobre la producción de etanol, con efecto indirecto negativo de la

densidad y un efecto indirecto positivo del peso hectolítrico. Estos datos concuerdan con los obtenidos por (Farace, M *et al.*.,2018).

La flotación tiene un efecto directo de 0.02 sobre la producción de etanol, con efectos indirectos de -0.28 de peso hectolítrico, 0.11 de relación de molienda y 0.29 de densidad, con un r total de 0.14. La flotación tiene un efecto positivo sobre la producción de etanol, con efectos indirectos positivos de la relación de molienda y la densidad, y un efecto indirecto negativo del peso hectolítrico.

La densidad tiene un efecto directo de -0.39 sobre la producción de etanol, con efectos indirectos de 0.26 de peso hectolítrico, -0.09 de relación de molienda y -0.02 de flotación, con un r total -0.24. La densidad tiene un efecto negativo sobre la producción de etanol, con efectos indirectos negativos de la relación de molienda y la flotación y un efecto indirecto positivo del peso hectolítrico.

La densidad de grano es una característica asociada positivamente con la dureza del grano, negativamente con la prueba de flotación, por lo que los resultados son similares a los informados en Eyherabide & Alegre (2012).

5.5.5 Análisis de sendero de los componentes físicos del grano con rendimiento de etanol como variable dependiente.

Variable dependiente: Rend Et; n=24			
Efecto	Via	Coeficientes	p-valor
Peso Hect	Directa	0,16	
Peso Hect	Rel Mol	-0,70	
Peso Hect	Flot	0,09	
Peso Hect	D	-0,16	
r total		-0,61	0,0013
Rel Mol	Directa	-0,89	
Rel Mol	Peso Hect	0,13	
Rel Mol	Flot	0,07	
Rel Mol	D	-0,08	
r total		-0,77	<0,0001
Flot	Directa	-0,11	
Flot	Peso Hect	-0,14	
Flot	Rel Mol	0,61	
Flot	D	0,18	
r total		0,53	0,0059
D	Directa	-0,28	
D	Peso Hect	0,09	
D	Rel Mol	0,07	
D	Flot	-0,25	
r total		-0,37	0,0693

Peso Hect, peso hectolítrico, Rel Mol, relación de molienda, Flot, flotación y D, densidad.

El peso hectolítrico tiene un efecto directo de 0.16 sobre el rendimiento de etanol, con efectos indirectos de -0.70 de la relación de molienda, 0.09 de flotación y -0.16 de la densidad, con un r total de -0.61. Podemos determinar que el peso hectolítrico tiene un efecto negativo sobre el rendimiento de etanol, pero marcado por los efectos indirectos de la relación de molienda en mayor medida y de la densidad. Haros (1999) obtuvo que a mayor peso hectolítrico, menor es la relación de molienda del material evaluado.

La relación de molienda tiene un efecto directo de -0.89 sobre el rendimiento de etanol, con efectos indirectos de 0.13 de peso hectolítrico, 0.07 de flotación y -0.08 de densidad, con un r total -0.77. La relación de molienda tiene un efecto

negativo sobre el rendimiento de etanol, con efecto indirecto negativo de la densidad y un efecto indirecto positivo del peso hectolítrico y la flotación.

La flotación tiene un efecto directo de -0.11 sobre el rendimiento de etanol, con efectos indirectos de -0.14 de peso hectolítrico, 0.61 de relación de molienda y 0.18 de densidad, con un r total de 0.53. La flotación tiene un efecto positivo sobre el rendimiento de etanol, con efectos indirectos positivos de la relación de molienda y la densidad, y un efecto indirecto negativo del peso hectolítrico.

La densidad tiene un efecto directo de -0.28 sobre el rendimiento de etanol, con efectos indirectos de 0.09 de peso hectolítrico, 0.07 de relación de molienda y -0.25 de flotación, con un r total -0.37. La densidad tiene un efecto negativo sobre el rendimiento de etanol, con efectos indirectos negativos de la flotación y un efecto indirecto positivo del peso hectolítrico y la relación de molienda.

5.5.6 Análisis de sendero de los componentes físicos del grano con rendimiento de grano como variable dependiente.

Variable dependiente: Rend Grano; n=24			
Efecto	Via	Coefficientes	p-valor
Peso Hect	Directa	0,28	
Peso Hect	Rel Mol	-0,06	
Peso Hect	Flot	-0,01	
Peso Hect	D	-0,29	
r total		-0,08	0,708
Rel Mol	Directa	-0,08	
Rel Mol	Peso Hect	0,22	
Rel Mol	Flot	-4,60E-03	
Rel Mol	D	-0,21	
r total		-0,07	0,7326
Flot	Directa	0,01	
Flot	Peso Hect	-0,24	
Flot	Rel Mol	0,05	
Flot	D	0,28	
r total		0,1	0,6429
D	Directa	-0,37	
D	Peso Hect	0,22	
D	Rel Mol	-0,04	
D	Flot	-0,01	
r total		-0,2	0,3554

Peso Hect, peso hectolítrico, Rel Mol, relación de molienda, Flot, flotación y D, densidad.

El peso hectolítrico tiene un efecto directo de 0.28 sobre el rendimiento de grano, con efectos indirectos de -0.06 de la relación de molienda, -0.01 de flotación y -0.29 de la densidad, con un r total de -0.08. Podemos determinar que el peso hectolítrico tiene un efecto negativo sobre el rendimiento de grano, pero marcado por los efectos indirectos de la densidad en mayor medida y de la relación de molienda, coincidiendo con la bibliografía (Rooney et al., 1995; Rooney y Suhendro, 2001)

La relación de molienda tiene un efecto directo de -0.08 sobre el rendimiento de grano, con efectos indirectos de 0.22 de peso hectolítrico, -4.6E-03 de flotación y -0.21 de densidad, con un r total -0.07. La relación de molienda tiene un efecto negativo sobre el rendimiento de grano, con efecto indirecto negativo de la densidad y un efecto indirecto positivo del peso hectolítrico.

La flotación tiene un efecto directo de 0.01 sobre el rendimiento de grano, con efectos indirectos de -0.24 de peso hectolítrico, 0.05 de relación de molienda y 0.28 de densidad, con un r total de 0.1. La flotación tiene un efecto positivo sobre el rendimiento de grano, con efectos indirectos positivos de la relación de molienda y la densidad, y un efecto indirecto negativo del peso hectolítrico.

La densidad tiene un efecto directo de -0.37 sobre el rendimiento de grano, con efectos indirectos de 0.22 de peso hectolítrico, -0.04 de relación de molienda y -0.01 de flotación, con un r total -0.2. La densidad tiene un efecto negativo sobre el rendimiento de grano, con efectos indirectos negativos de la relación de molienda y la flotación y un efecto indirecto positivo del peso hectolítrico.

5.5.7 Análisis de sendero de los componentes químicos del grano con PEN como variable dependiente.

Variable dependiente: PEN; n=24			
Efecto	Vía	Coeficientes	p-valor
Alm	Directa	0,15	
Alm	Prot	0,15	
r total		0,29	0,1653
Prot	Directa	-0,17	
Prot	Alm	-0,12	
r total		-0,3	0,1588

Alm: Porcentaje de Almidón, Prot: Porcentaje de proteína.

El contenido de almidón tiene un efecto directo de 0.15 sobre la producción de etanol y el contenido de proteína un efecto indirecto de 0.15, con un r total de 0.29.

El contenido de proteína tiene un efecto directo de -0.17 sobre la producción de etanol y el contenido de almidón un efecto indirecto de -0.12, con un r total de -0.3.

Determinando que el contenido de almidón de los granos incide positivamente en la producción de etanol y el contenido de proteína de los granos incide negativamente en la producción de etanol.

5.5.8 Análisis de sendero de los componentes químicos del grano con rendimiento de etanol como variable dependiente.

Variable dependiente: Rend Et; n=24			
Efecto	Vía	Coeficientes	p-valor
Alm	Directa	0,68	
Alm	Prot	0,24	
r total		0,92	<0,0001
Prot	Directa	-0,28	
Prot	Alm	-0,58	
r total		-0,86	<0,0001

Alm: Porcentaje de almidón, Prot: Porcentaje de proteína.

El contenido de almidón tiene un efecto directo de 0.68 sobre el rendimiento de etanol y el contenido de proteína un efecto indirecto de 0.24, con un r total de 0.92.

El contenido de proteína tiene un efecto directo de -0.28 sobre la producción de etanol y el contenido de almidón un efecto indirecto de -0.58, con un r total de -0.86.

Determinando que el contenido de almidón de los granos incide positivamente en el rendimiento de etanol y el contenido de proteína de los granos incide negativamente en el rendimiento de etanol. (Dien *et. al.*, 2012)

5.5.9 Comportamiento de los híbridos respecto a las variables rendimiento de grano, rendimiento de etanol y producción de etanol a través de las localidades.

Código	Híbrido	Prod Etanol l/ha	Rend Grano tn/ha	Rend Etanol l/tn
16	ACA 473 MGRR2	5914,3	12,4	477,3
18	DOW 512 PW	5441,6	11,4	478,1
11	ACA 470 VT3 PRO	5209,4	10,9	475,6
12	ACA 496 MG	4674,0	10,0	467,1
21	DOW 507 PW	4521,4	9,4	480,3
17	ACA 480 MG	4482,7	9,3	483,3
20	DOW 505 PW	4396,2	9,3	474,5
13	ACA 493 MGRR2	4198,6	8,9	474,2
6	LP214 x LP2542	4164,5	8,9	469,3
15	ACA 480 RR2	4143,5	8,6	479,2
9	LP923 x LP2542	4102,1	8,7	472,4
1	LP661 x LP29	4026,3	8,5	473,7
8	LP923 x LP661	3892,4	8,5	460,4
4	LP29 x LP214	3775,5	8,1	468,2
14	ACA 498 MGRR2	3744,7	8,0	465,1
19	DOW 510 PW	3696,7	7,7	481,2
5	LP214 x LP661	3616,2	7,9	455,4
24	DOW 2A120	3450,5	7,3	472,3
10	LP661 x LP2542	3421,7	7,2	473,0
7	LP923 x LP2542	3324,9	7,2	462,3
23	DOW BMR126HX	3323,4	6,7	482,9
22	DOW 575 PW	3304,9	7,4	472,9
3	LP923 x LP29	3257,8	6,9	471,6
2	LP29 x LP2542	2896,4	6,0	486,7

Los híbridos ACA 473 MGRR2, DOW 512 PW, ACA 470 VT3 PRO son los materiales con mejor comportamiento para las variables producción de etanol por hectárea y rendimiento de grano por hectárea.

El rendimiento de etanol se ve influenciado de forma directa por los niveles de almidón del grano, debido a que es principal precursor para el proceso de síntesis de etanol. Al aumentar el contenido de almidón, elevamos la producción de etanol, pero hay una disminución del resto de los componentes químicos del grano, fundamentalmente de proteína, producto de alto valor para el mercado alimenticio.

El número de grano y el peso de grano son los componentes de rendimiento más importantes, teniendo ambos factores una influencia positiva en el rendimiento de los granos. A mayor número de granos, mayor rendimiento de grano y mayor rendimiento de etanol.

6 Conclusiones

Las diferentes características genéticas entre los híbridos explican las diferencias obtenidas en los rendimientos de grano, rendimiento de etanol y producción de etanol.

Las características físicas de los granos son condicionantes para el rendimiento de etanol, que junto con el rendimiento de grano afectarán finalmente la producción de etanol por hectárea. Los híbridos que cuentan con bajos valores de peso hectolítrico, niveles altos de flotación y baja relación de molienda son los que poseen menor dureza del endosperma y tienden a poseer mayores producciones teóricas de etanol.

De los principales componentes químicos del grano, el almidón y la proteína, el almidón tiene una correlación positiva en la producción de etanol por hectárea, y la proteína una correlación negativa. es decir que deberíamos priorizar la utilización híbridos con altos niveles de almidón para una mayor producción de etanol.

Los híbridos con mayor producción de etanol, se caracterizan por tener más rendimiento de grano, y a su vez un número mayor de granos. Los híbridos que poseen mayor rendimiento de etanol por hectárea no necesariamente son los híbridos que mayor producción de etanol generen.

Los materiales con mayor rendimiento de etanol por hectárea fueron los híbridos LP29*LP2542, A.C.A 480 MG, DOW BMR 126 HX, DOW 510 PW y DOW 507 PW, todos con un rendimiento de etanol, en promedio, mayor a los 480 mililitros de etanol por kilogramo de materia seca de maíz. Los híbridos provenientes del I.N.T.A tuvieron un rendimiento de etanol más que satisfactorio ya que todos los materiales superaron los 460 mililitros de etanol por kilogramo de materia seca. Cabe mencionar que el híbrido con mayor rendimiento de etanol por kilogramo de grano a través de las localidades fue LP29*LP2542, con 486,68 mililitros de etanol.

En cuanto a la producción de etanol producida en una hectárea, los híbridos A.C.A 473 MGR2, DOW 512 PW y A.C.A 470 VT3 PRO fueron los que mostraron los mayores valores, siendo éstas 5.914, 5.442 y 5209 litros de etanol por hectárea, respectivamente.

Aunque se trata de híbridos experimentales no seleccionados por esta finalidad, los híbridos provenientes del I.N.T.A han tenido un rendimiento aceptable con valores que superan los 3000 litros de etanol por hectárea, excepto LP29*LP2542 con aproximadamente 2900 litros de etanol/ha. Los híbridos que superaron los 4000 litros de etanol por ha. fueron LP661*LP29, LP214*LP2542 Y LP923*LP2542.

Es importante destacar que no habría una correlación negativa entre rendimiento de etanol y rendimiento de grano por hectárea. Ello significa que podrían desarrollarse híbridos para alta producción de bioetanol por hectárea, conciliando los intereses de los agricultores (alto rendimiento de grano) y de la industria (alto rendimiento de etanol).

7 Observaciones:

Los ensayos forman parte de las actividades del proyecto Banco de Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social PDTS 494, compartido por UNNOBA y Universidad Nacional de Lomas de Zamora, con financiamiento Consejo Interuniversitario Nacional-Conicet.

8 Bibliografía

Abbott, Liliana A.; Pistorale, Susana M.; & Filippini, Olga S. Análisis de coeficientes de sendero para el rendimiento de semillas en *Bromus catharticus*. *Ciencia e investigación agraria*, 2007, vol. 34, no 2, p. 141-149.

Alegre, L., Copia, P. A., Di Martino, A. M., & Raso, H. (2014). Uso de metodologías de laboratorio para la evaluación de rendimiento potencial de etanol en maíz [Resumen]. In *Congreso Nacional de Maíz. 10. 2014 09 03-05, 3 al 5 de septiembre 2014. Rosario, Santa Fe. AR.*

Alvarez, A. (2006). Aplicaciones del maíz en la tecnología alimentaria y otras industrias. Maíz y Nutrición. Recopilación de ILSI Argentina, 9-13.

Aimar, B. M. (2014). *Producción de maíz para bioetanol en la zona de Las Junturas* (Bachelor's thesis).

Aimaretti, N., Ybalo, C., Escorcía, M., Codevilla, A., Rojas, M. L., Plou, F., ... & UNL, Q. (2011). Obtención de bioetanol de segunda generación a partir de residuos agroindustriales.

Andrade, F. H., Vega, C., Uhart, S., Cirilo, A., Cantarero, M., & Valentinuz, O. (1999). Kernel number determination in maize. *Crop Science*, 39(2), 453-459.

Andrade, F. H., Cirilo, A. G., Uhart, S. A., & Otegui, M. E. (1996). *Ecofisiología del cultivo de maíz* (No. 633.15 584.92041). Dekalb Press.

Ballario, S., & Tocchetto, F. (2017). *Maíces especiales, una alternativa a los dentados en fecha de siembra tardía en zona centro de Córdoba* (Bachelor's thesis).

Borrás, L., Curá, J. A., & Otegui, M. E. (2002). Maize kernel composition and post-flowering source-sink ratio. *Crop Science*, 42(3), 781-790.

Bothast, R. J. & Schlicher, M. A. (2014). "Biotechnological processes for conversion of corn into ethanol. *Applied Microbiology and Biotechnology* 67(1): 19–25.

Cardona, C. A., Sánchez, Ó. J., Montoya, M. I., & Quintero, J. A. (2005). Simulación de los procesos de obtención de etanol a partir de caña de azúcar y maíz. *Scientia et Technica*, 11(28).

Carrizo, S. C., Ramousse, D., & Velut, S. (2008). Biocombustibles en Argentina, Brasil y Colombia: avances y limitaciones. *Geograficando*, 5(5).

Cerrudo, A., Martinez, D., Izquierdo, N. G., Cirilo, A. G., Laserna, M. P., Reinoso, L., & Andrade, F. H. (2017). Environment, Management, and Genetic Contributions to Maize Kernel Hardness and Grain Yield. *Crop Science*, 57(5), 2788-2798.

CEADS – CAI, 2008. "Perspectivas de los biocombustibles en Argentina", Buenos Aires, Argentina. noviembre de 2008.

Cerrudo, A., Martinez, D., Izquierdo, N. G., Cirilo, A. G., Laserna, M. P., Reinoso, L., ... & Andrade, F. H. (2017). Environment, Management, and Genetic Contributions to Maize Kernel Hardness and Grain Yield. *Crop Science*, 57(5), 2788-2798.

Claassen, P. A. M., Van Lier, J. B., Contreras, A. L., Van Niel, E. W. J., Sijtsma, L., Stams, A. J. M., ... & Weusthuis, R. A. (1999). Utilisation of biomass for the supply of energy carriers. *Applied microbiology and biotechnology*, 52(6), 741-755.

Chandrashekar, A., & Mazhar, H. (1999). The biochemical basis and implications of grain strength in sorghum and maize. *Journal of Cereal Science*, 30(3), 193-207.

Chum, H. L., & Overend, R. P. (2001). Biomass and renewable fuels. *Fuel processing technology*, 71(1-3), 187-195.

Cirilo, A. G., Andrade, F. H., & Aguirrezábal, L. A. N. (1998). Maíz. Aguirrezábal L.; & Andrade F.(coords.) *Calidad de Productos Agrícolas. Bases ecofisiológicas, genéticas y de manejo agronómico. Imprenta Laukakolor: Buenos Aires*, 315-322.

Cirilo, A. G., Actis, M., Andrade, F. H., & Valentinuz, O. R. (2011). Crop management affects dry-milling quality of flint maize kernels. *Field crops research*, 122(2), 140-150.

Cirilo, A. G., & Izquierdo, N. G. (2013). El ambiente y el manejo del cultivo afectan la dureza del grano de maíz. In *Jornada de Actualización. Calidad del grano de maíz para la industria y la producción en bovinos (Balcarce, 15 de noviembre de 2013)*.

Chandrashekar, A., & Mazhar, H. (1999). The biochemical basis and implications of grain strength in sorghum and maize. *Journal of Cereal Science*, 30(3), 193-207.

Chum HL & Overend RP (2001) Biomass and renewable fuels. *Fuel Process. Technol.* 71: 187-195.

Correa, C. E. S., Shaver, R. D., Pereira, M. N., Lauer, J. G., & Kohn, K., (2002). *Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. Journal of Dairy Science*, 85(11): 3008-3012

Dien, B.S., H.J.G. Jung, K.P. Vogel, M.D. Casler, J.F.S. Lamb, L. Iten, R.B. Mitchell, & G. Sarath. (2006). Chemical composition and response to dilute-acid pretreatment and enzymatic saccharification of alfalfa, reed canarygrass, and switchgrass. *Biomass Bioenerg.* 30:880–891.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., & Robledo C.W. InfoStat versión, (2010). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Duarte, A. P., Mason, S. C., Jackson, D. S., & de C Kiehl, J. (2005). Grain quality of Brazilian maize genotypes as influenced by nitrogen level. *Crop science*, 45(5), 1958-1964.

Eyhérabide, G. H. Bases para el manejo del cultivo de maíz. P. imprenta: INTA. Buenos Aires. (AR) 2012.:260-271.

Eyhérabide G.H, (2018) Genetic determination of traits associated to ethanol production from maize. Taller “Bioenergía y Biotecnología Industrial. INTA-University of York (U.K.). Instituto del Servicio Exterior de la Nación, CABA. 21 al 23 de octubre.

Eyhérabide G.H, (2018) Aspectos genéticos de la calidad de maíz en relación a almidones y aceites especiales. Panel Calidad Industrial de Maíz y Sorgo. Congreso MAIZAR 2018, CABA.

Eyhérabide, GH, (2018) Calidad de Maíz y Sorgo. Congreso MAIZAR 2018. CABA.

Eyhérabide, G. & Alegre M., (2012). Producción de etanol a partir de maíz. Asociación con características del grano. VII Jornada de Actualización Técnica en Maíz. INTA-AIANBA-MAIZAR. 11 de julio de 2012.

Eyhérabide, G., (2013). Determinantes genéticos de la calidad en maíz. Jornada de Actualización Técnica en Calidad de Maiz. UNMdP-INTA-ANAV. Balcarce, noviembre de 2013.

Farace, María Luján; Percibaldi, Mabel; & Eyherabide, Guillermo. (2018). Efectos genéticos en caracteres asociados a la producción de biocombustibles de primera y segunda generación a partir de maíz.

Farace, M.L.; Peñas Ballesteros, A.; Alegre, M.; Percibaldi, N.M.; Ramos, M.; Incógnito, S.; López, C.G.; Eyhérabide, G.H, (2018). Efectos genéticos determinantes de la producción de etanol en maíz. XI Congreso nacional de maíz. Libro digital, PDF., ISBN 978-987-9.

Fernández, J. L. A. (2012). Biocombustibles derivados del maíz. *Boletín IIE*. <http://www.ineel.mx/boletin012012/tecni1.pdf>. Consultado 27 de mayo de 2016.

Fraguio. M., (2012). La industria argentina de etanol es una realidad. Cámara Argentina de Energía Renovable. web <http://www.cader.org.ar/no-publicadas/la-industria-argentina-de-etanol-es-una-realidad.htm> (verificado 19 de junio de 2016).

Galinat W. C., (1988). The origin of corn. Rn G. F. Sprague and J. W. Dudley (eds.) Corn and corn improvement (3ª ed.) Series Agronomy N° 18. American Society of Agronomy, INC. Publishers Madison, Wisconsin. USA

Goodman M. M., (1988). The history and evolution of maize CRC. Critical Review. Plant Science, 7:197-220

Haros, C. M. (1999). *Molienda húmeda de Maíz: Optimización del proceso y desarrollo de nuevas técnicas tendientes a mejorar la calidad de sus productos* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires).

Holou R, A. Y., & Kindomihou V (2011) Impact of Nitrogen Fertilization on the Oil, Protein, Starch, and Ethanol Yield of Corn (*Zea mays* L.) Grown for Biofuel Production

Inglett, G. E. (1970). *Corn: culture, processing, products; major feed and food crops in agriculture and food series* (No. Sirsi) i9780870550881).

Johnson, L. A., & May, J. B. (2003). Wet milling: the basis for corn biorefineries. *Corn: Chemistry and technology*, (Ed. 2), 449-494.

Joya.A & Soza.A (2016) Estudio de factibilidad técnica-económica de producción de bioetanol a base de maíz

Kalscheur, K., Garcia, A., Rosentrater, K., & Wright, C. (2008). Co-productos del etanol para las dietas del ganado.

Katzen, R., Madson, P. W., & Monceaux, D. A. (1995). Use of cellulosic feedstocks for alcohol production. *The alcohols textbook*, 37-46.

Lasseran, J. C. (1973). Incidences of drying and storing conditions of corn (maize) on its quality for starch industry. *Starch-Stärke*, 25(8), 257-262.

Lewis M. F., Lorenzana R. E., Jung H. J., & Bernardo R., (2010). Potential for simultaneous improvement of corn grain yield and stover quality for cellulosic ethanol. *Crop Science*. 50:516-523.

Lorenz A. J., Coors J. G., León N. D., Wolfrum E. J., Hames B. R., Sluiter A. D., & Wimer P. J., (2009). Characterization, genetic variation and combining ability of maize traits relevant to the production of cellulosic ethanol. *Crop Science*. 49:85-98.

Machado, C. M. (2010). Situación de los Biocombustibles de 2da y 3era Generación en América Latina y Caribe. *Organizacion Latinoamericana de Energia OLADE, Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura IICA*, 55-71.

Maisch, W. F., White, P. J., & Johnson, L. A. (1987). *Corn: Chemistry and Technology*.

<http://www.maizar.org.ar/vertex.php?id=246> Consultado 20 de abril de 2018

Ministerio de Energía y Minería. Secretaría de Recursos Hidrocarburíferos. Subsecretaría de Refinación y Comercialización. INDEC. Consultado el 31 de marzo de 2018. Disponible en https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/biocombustibles_02_18.pdf

Montoya, (2006). "Situación actual de la obtención de bioetanol a través de Maíz como fuente de biocombustible". Consultado 28 de Mayo de 2016.

Nacional Corn Growers Association (NCGA)- The World of Corn. Webpage.

OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). (2003). Consensus document on the biology of *Zea mays* subsp. *Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology*, (27), 1-49.

Paliwal, R. L., (2001). Mejoramiento del maíz por selección recurrente. In: El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción (Paliwal, R. L., Granados, G., Lafitte, H. R. & Violic, A. D., eds). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2001

Rhoades M. M., & McClintock B., (1935). The cytogenetics of maize. *Bot Rev* 1:292–325

Robutti J.L., Borrás F.S., Percibaldi N.M, & Knutson C.A. (2000). Evaluation of Quality Factors in Argentine Maize Races. *Cereal Chem* 77(1):24-26

ROONEY, L. W.; & SUHENDRO, E. L. Food quality of corn. *Snack foods processing*, 2001, p. 39-71.

Sanchez, O. J., & Cardona, C. A. (2008). Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks. *Bioresource technology*, 99(13), 5270-5295.

Salinas Callejas, E., & Gasca Quezada, V. (2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano*, (157).

Satorre, E. H., Benech Arnold, R. L., Slafer, G. A., De la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E., & Savin, R. (2004). *Producción de granos. bases funcionales para su manejo* (No. F01 AGR 17624). Editorial Facultad Agronomía.

SAS INSTITUTE INC. SAS Language: reference, version 6: SAS Institute Inc., Cary, North Carolina. Programa computacional

9 Anexos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso total	40	0,66	0,34	22,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16629435,40	19	875233,44	2,05	0,0595
Bloque	668222,50	1	668222,50	1,57	0,2251
Genotipo	15961212,90	18	886734,05	2,08	0,0578
Error	8528308,50	20	426415,43		
Total	25157743,90	39			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 426415,4250 gl: 20

Bloque	Medias	n	E.E.
2	2744,93	20	146,92
1	3003,43	20	146,92

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 426415,4250 gl: 20

Genotipo	Medias	n	E.E.
DOW BMR126HX	2035,00	2	461,74
ACA 498 MGRR2	2055,00	2	461,74
LP29 x LP2542	2129,00	2	461,74
LP923 x LP29	2212,00	2	461,74
LP29 x LP214	2224,00	2	461,74
DOW 575 PW	2489,00	2	461,74
ACA 480 MG	2569,00	2	461,74
LP923 x LP2542	2571,50	4	326,50
LP923 x LP661	2698,00	2	461,74
LP214 x LP661	2719,00	2	461,74
DOW 507 PW	2944,00	2	461,74
LP661 x LP29	2982,00	2	461,74
ACA 480 RR2	2994,00	2	461,74
ACA 496 MG	3155,00	2	461,74
DOW 505 PW	3304,00	2	461,74
ACA 470 VT3 PRO	3475,00	2	461,74
DOW 521 PW	3730,00	2	461,74
ACA 473 MGRR2	4096,00	2	461,74

C:\Users\sofya\Desktop\Mati\Datos Pergamino Corregido 28-4-18.IDB2 : 8/5/2018 - 18:32:50

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso total	40	0,66	0,34	22,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16629435,40	19	875233,44	2,05	0,0595
Bloque	668222,50	1	668222,50	1,57	0,2251
Genotipo	15961212,90	18	886734,05	2,08	0,0578
Error	8528308,50	20	426415,43		
Total	25157743,90	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=430,74776

Error: 426415,4250 gl: 20

Bloque	Medias	n	E.E.
2	2744,93	20	146,92 A
1	3003,43	20	146,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Error 8528308,50 20 426415,43
 Total 25157743,90 39

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=430,74776

Error: 426415,4250 gl: 20

Bloque	Medias	n	E.E.
2	2744,93	20	146,92 A
1	3003,43	20	146,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1344,10159

Error: 426415,4250 gl: 20

Genotipo	Medias	n	E.E.
DOW BMR126HX	2035,00	2	461,74 A
ACA 498 MGRR2	2055,00	2	461,74 A
LP29 x LP2542	2129,00	2	461,74 A B
LP923 x LP29	2212,00	2	461,74 A B
LP29 x LP214	2224,00	2	461,74 A B
DOW 575 PW	2489,00	2	461,74 A B C
ACA 480 MG	2569,00	2	461,74 A B C
LP923 x LP2542	2571,50	4	326,50 A B C
LP923 x LP661	2698,00	2	461,74 A B C
LP214 x LP661	2719,00	2	461,74 A B C
DOW 507 PW	2944,00	2	461,74 A B C D
LP661 x LP29	2982,00	2	461,74 A B C D
ACA 480 RR2	2994,00	2	461,74 A B C D
ACA 496 MG	3155,00	2	461,74 A B C D
DOW 505 PW	3304,00	2	461,74 A B C D
ACA 470 VT3 PRO	3475,00	2	461,74 B C D
DOW 521 PW	3730,00	2	461,74 C D
ACA 473 MGRR2	4096,00	2	461,74 D
ACA 493 MGRR2	4228,00	2	461,74 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
NGP	40	0,60	0,21	27,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	248786,93	19	13094,05	1,55	0,1676
Bloque	1634,82	1	1634,82	0,19	0,6642
Genotipo	247152,11	18	13730,67	1,63	0,1452
Error	168431,44	20	8421,57		
Total	417218,36	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=60,53453

Error: 8421,5719 gl: 20

Bloque	Medias	n	E.E.
2	333,69	20	20,65 A
1	346,47	20	20,65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Genotipo	247152,11	18	13730,67	1,63	0,1452
Error	168431,44	20	8421,57		
Total	417218,36	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=60,53453

Error: 8421,5719 gl: 20

Bloque	Medias	n	E.E.
2	333,69	20	20,65 A
1	346,47	20	20,65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=188,89142

Error: 8421,5719 gl: 20

Genotipo	Medias	n	E.E.					
ACA 498 MGRR2	215,78	2	64,89	A				
DOW 575 PW	238,51	2	64,89	A	B			
DOW BMR126HX	246,54	2	64,89	A	B	C		
LP923 x LP29	258,26	2	64,89	A	B	C	D	
ACA 480 MG	258,68	2	64,89	A	B	C	D	
LP29 x LP2542	271,88	2	64,89	A	B	C	D	
ACA 480 RR2	283,68	2	64,89	A	B	C	D	
LP29 x LP214	313,19	2	64,89	A	B	C	D	E
LP923 x LP661	313,68	2	64,89	A	B	C	D	E
LP923 x LP2542	324,88	4	45,88	A	B	C	D	E
LP661 x LP29	350,60	2	64,89	A	B	C	D	E
DOW 507 PW	355,91	2	64,89	A	B	C	D	E
ACA 496 MG	395,08	2	64,89	A	B	C	D	E
ACA 470 VT3 PRO	413,13	2	64,89	B	C	D	E	
LP214 x LP661	424,57	2	64,89	B	C	D	E	
DOW 505 PW	432,33	2	64,89	C	D	E		
ACA 473 MGRR2	433,33	2	64,89	C	D	E		
DOW 521 PW	439,53	2	64,89	D	E			
ACA 493 MGRR2	491,99	2	64,89	E				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

C:\Users\sofya\Desktop\Mati\Datos Pergamino Corregido 28-4-18.IDB2 : 8/5/2018 - 18:41:33 - [Vers

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RGP	40	0,49	1,4E-03	30,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	20127,30	19	1059,33	1,00	0,4959
Bloque	212,74	1	212,74	0,20	0,6584
Genotipo	19914,56	18	1106,36	1,05	0,4571
Error	21124,52	20	1056,23		
Total	41251,83	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=21,43804

Error: 1056,2262 gl: 20

Bloque	Medias	n	E.E.
2	104,71	20	7,31 A
1	109,32	20	7,31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=21,43804

Error: 1056,2262 gl: 20

Bloque Medias n E.E.

2 104,71 20 7,31 A

1 109,32 20 7,31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=66,89507

Error: 1056,2262 gl: 20

Genotipo Medias n E.E.

ACA 498 MGR2 72,00 2 22,98 A

LP29 x LP2542 76,71 2 22,98 A B

DOW BMR126HX 82,52 2 22,98 A B

DOW 575 PW 85,98 2 22,98 A B

ACA 480 MG 88,59 2 22,98 A B C

LP923 x LP29 89,38 2 22,98 A B C

LP923 x LP661 94,81 2 22,98 A B C

LP29 x LP214 98,61 2 22,98 A B C

LP923 x LP2542 98,78 4 16,25 A B C

ACA 480 RR2 99,80 2 22,98 A B C

DOW 507 PW 106,03 2 22,98 A B C

ACA 470 VT3 PRO 115,83 2 22,98 A B C

LP214 x LP661 116,79 2 22,98 A B C

ACA 496 MG 118,25 2 22,98 A B C

LP661 x LP29 123,33 2 22,98 A B C

DOW 521 PW 126,54 2 22,98 A B C

ACA 473 MGR2 141,24 2 22,98 B C

ACA 493 MGR2 143,21 2 22,98 B C

DOW 505 PW 154,84 2 22,98 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación

MAIZ

Resolución 757/97

Establécese un Reglamento Técnico de Identidad de Maíz Flint o Plata.

Bs.As., 13/10/97.

VISTO el expediente N° 9686/97 del registro del SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA, el Reglamento de la Comisión de las Comunidades Europeas (CE) N° 641 del 14 de abril de 1.997, y

CONSIDERANDO:

Que el Reglamento citado en el Visto modifica el Reglamento (CE) N° 1249/96 que establece disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) N° 1766/92 del Consejo en lo que concierne a los derechos de importación en el Sector de los Cereales de la DC VI de la Unión Europea.

Que mediante el mismo la Unión Europea privilegia las importaciones de Maíz Flint argentino, aprobando condiciones de reembolso de CATORCE (14) ecus/ton.

Que el citado reglamento establece las especificaciones para Maíz Flint o Plata, los criterios para su identificación y las metodologías de análisis.

Que dichas especificaciones se presentan diferenciales a las establecidas en la norma de calidad para la comercialización de maíz vigente.

Que se hace necesario informar claramente estas pautas al mercado interno, mediante un Reglamento Técnico de Identidad, a fin de facilitar la identificación del producto, su clasificación y diferenciación.

Que la DELEGACION II de la DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS JURIDICOS del MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, ha tomado la intervención que le compete.

Que el suscripto es competente para dictar el presente acto en virtud de lo dispuesto en el Decreto N° 1450 del 12 de diciembre de 1.996.

Por ello, EL SECRETARIO DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTACION RESUELVE:

Artículo 1°- Defínese al Maíz Flint o Plata el producto de la especie *Zea mays* cuyos granos presenten un endosperma vitreo dominante (textura dura o córnea). Generalmente, los granos son de color colorado o anaranjado. La parte superior (opuesta al germen) o corona, no presenta hendidura.

A los efectos analíticos se considerarán granos flint o plata aquellos que cumplan lo siguiente: a) su corona no presente hendidura, y b) en un corte longitudinal, su endosperma presente una parte central harinosa, rodeada de una parte córnea; esta última deberá representar la parte dominante de la superficie total de corte. El porcentaje de estos granos no deberá ser inferior a NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95 %) (expresado en unidades), con una tolerancia de MENOS TRES POR CIENTO (-3 %).

Además, deberá presentar las siguientes especificaciones analíticas:

- Test de Flotación máximo: VEINTICINCO POR CIENTO (25 %) (según especificaciones descriptas en el artículo 2° de la presente resolución).

- Peso Hectolítrico mínimo (en Kg./hl.): SETENTA Y SEIS (76,00) (según metodología descrita en Norma XXVI - Metodologías varias de la Resolución N° 1075 del 12 de diciembre de 1.994 de la ex-SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA).

Art. 2°- Establécese la siguiente metodología, como Método de Referencia para la determinación del Índice de Flotación, que se menciona en el artículo 1°:

Preparar una solución acuosa de nitrato sódico con un peso específico de UNO CON VEINTICINCO (1,25) y conservar esta solución a una temperatura de TREINTA Y CINCO GRADOS CENTIGRADOS (35° C).

Colocar en la solución CIEN (100) granos de maíz tomados de una muestra representativa cuyo porcentaje de humedad no sobrepase el CATORCE CON CINCO POR CIENTO (14,5 %).

Agitar la solución durante CINCO (5) minutos, cada TREINTA (30) segundos, para eliminar las burbujas de aire.

Separar los granos que flotan de los sumergidos y contarlos.

El índice de flotación se calcula del siguiente modo:

número de granos flotantes

Índice de Flotación de la prueba □ número de granos sumergidos

Repetir la prueba cinco (5) veces.

El índice de flotación será la media aritmética de los índices de flotación de las pruebas realizadas, exceptuando los DOS (2) valores extremos expresados en por ciento al décimo.

Art. 3°- Incorpórase el artículo 1° de la presente resolución como Norma XXIX, Maíz Flint, en el Capítulo IV, REGLAMENTOS TECNICOS DE IDENTIDAD Y ESPECIFICACIONES de la Resolución N° 1075 del 12 de diciembre de 1.994 de la ex-SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA.

Art. 4°- Incorpórase el artículo 2°, en la Norma XXVI, Metodologías Varias de la Resolución N° 1075 del 12 de diciembre de 1.994 de la ex-SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA, como punto 11. METODO DE REFERENCIA PARA LA DETERMINACION DEL INDICE DE FLOTACION.

Art. 5°- Comuníquese, publíquese, dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. - Felipe C. Solá.

ⁱ La clasificación de los diferentes híbridos evaluados según el peso hectolítrico, la relación de molienda y la prueba de flotación fue la siguiente:

ⁱⁱ La dureza del grano presenta una relación directa con el peso hectolítrico y densidad mientras que el índice de flotación presenta una relación inversa. Los maíces sometidos a tratamiento térmico mostraron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) El índice de flotación (Flot) que es una medida indirecta de la dureza del grano se determinó con base a una escala que diferencio entre un grano harinoso (más 65%), uno semiduro (65-45%), un duro (20-40%) y uno muy duro o plata (abajo de 25%). Salinas *et al.*, (1992)

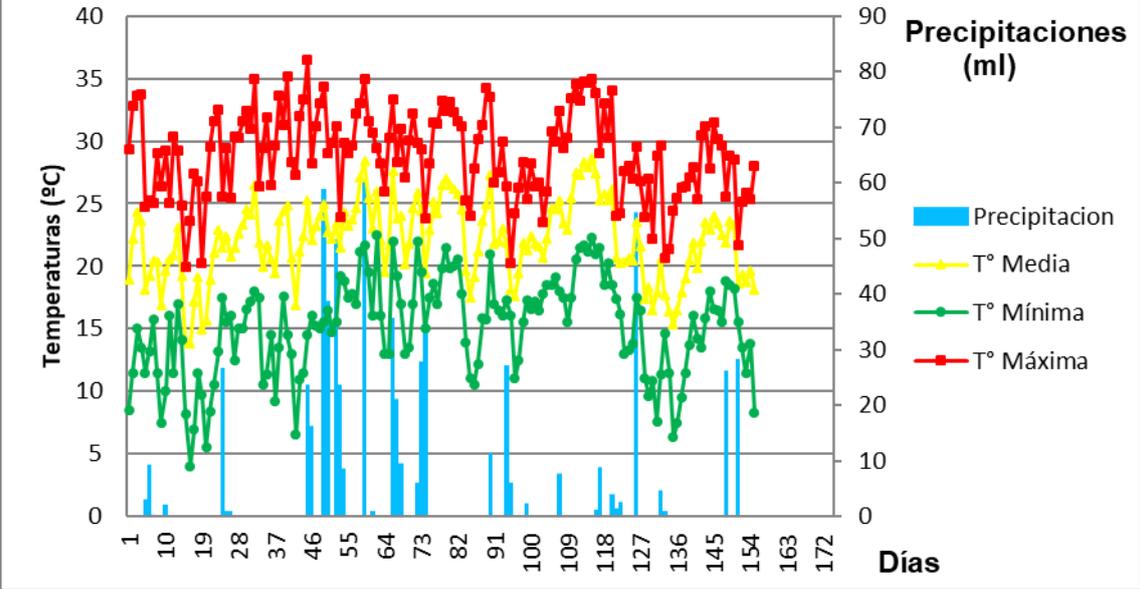
Código	Peso Hect	Rel Mol	Flot	Grupo
1	77,7	3,8	62,3	Semiduro
2	73,9	1,8	97,0	Harinoso
3	76,8	3,1	83,5	Harinoso
4	77,5	3,2	58,0	Semiduro
5	77,4	3,8	52,5	Semiduro
6	77,0	3,0	75,6	Harinoso
7	77,5	3,9	65,5	Harinoso
8	77,4	4,5	51,6	Semiduro
9	76,9	2,8	64,0	Semiduro
10	76,5	3,3	53,3	Semiduro
11	77,7	3,4	60,3	Semiduro
12	79,1	3,6	20,5	Plata
13	78,0	3,8	51,3	Semiduro
14	79,3	3,7	16,1	Plata
15	76,6	3,2	57,5	Semiduro
16	76,1	2,9	89,2	Harinoso
17	75,5	2,8	70,5	Harinoso
18	73,8	2,1	81,8	Harinoso
19	74,1	2,5	76,8	Harinoso
20	74,3	2,7	95,8	Harinoso
21	75,1	2,1	89,5	Harinoso
22	76,3	3,2	64,0	Semiduro
23	76,6	2,8	74,0	Harinoso
24	79,8	3,4	21,7	Plata

Junín	Climograma			
	Localidad	Junin	Siembra	3/11/2016
	Año	2016-17	Cosecha	6/4/2017
Ciclo	T° Media	T° Mínima	T° Máxima	Precipitacion
1	18,9	8,5	29,3	
2	22,2	11,5	32,8	
3	24,3	15	33,6	
4	23,6	13,5	33,7	
5	18,1	11,5	24,7	3
6	19,2	13,2	25,2	9,2
7	20,4	15,7	25	0,3
8	20,3	11,5	29	
9	16,9	7,5	26,4	
10	19,6	10	29,2	2
11	20,5	16,1	25	
12	20,9	11,5	30,4	
13	23,1	17	29,2	
14	19,2	14,1	24,8	
15	14	8,2	19,9	
16	13,8	4	23,6	
17	17,2	7	27,4	
18	19,1	11,5	26,8	
19	14,9	9,7	20,2	
20	15,6	5,5	25,6	
21	18,9	8,4	29,5	
22	21,1	10,5	31,6	
23	22,9	13,2	32,5	
24	21,5	17,5	25,6	26,5
25	22,4	15,5	29,4	0,9
26	20,8	16,1	25,5	1
27	21,5	12,5	30,4	
28	22,6	15	30,3	
29	23,3	15	31,6	
30	24,5	16,6	32,4	
31	24,1	17,2	31	
32	26,5	18	35	
33	21,9	17,5	26,4	
34	19,9	10,5	29,4	
35	21,7	11,4	31,9	
36	20,5	14,5	26,5	
37	19,4	9,2	29,6	
38	23,6	13,5	33,6	
39	24,4	17,6	31,3	
40	24,8	14,5	35,2	
41	20,7	13	28,3	
42	16,9	6,5	27,3	
43	21,2	10,9	32	
44	22,4	11,5	33,3	
45	25,2	14,5	36,5	23,5
46	22,1	16	28,2	16
47	23,2	15,2	31,2	
48	24	15	33	
49	24,9	15,5	34,3	58,5
50	22,7	16,5	29	38,5

51	22,2	14,7	29,8	
52	23,4	15,5	31,2	49,5
53	21,5	19,2	23,9	23,5
54	24,3	18,8	29,8	8,5
55	23,2	17,5	29	
56	23,7	17,8	29,6	
57	24,6	17	32,2	
58	27,1	21,2	33	
59	28,4	21,7	35	60
60	25,5	19,5	31,6	
61	23	16	30,7	0,9
62	26	22,5	29,4	
63	22,1	16	28,2	
64	19,5	13	26	
65	21,7	13	30,3	
66	27,6	22	33,3	35,5
67	23,8	19,2	28,3	21
68	24	17	31	9,5
69	20,1	13	27,1	
70	21,8	13,5	30,1	
71	24,6	17	32,2	
72	25,9	22	29,8	6
73	24,4	19,5	29,3	27,5
74	19,4	15	23,8	36,5
75	22,9	17,5	28,2	
76	25,1	18,6	31,5	
77	24,2	17	31,4	
78	26,5	19,8	33,2	
79	27	21,5	32,4	
80	26,5	19,8	33,1	
81	26,2	20	32,3	
82	25,8	20,5	31,6	
83	24,5	17,8	31,2	
84	19,6	13,9	25,2	
85	17,5	11	24	
86	19,1	10,5	27,8	
87	21,2	12,2	30,2	
88	23,6	15,8	31,3	
89	24,9	15,7	34,2	
90	27,3	21	33,5	11,3
91	21,8	17	26,7	
92	22	16,5	27,5	
93	23	16	29,9	
94	21,9	17,3	26,4	27
95	18,1	16	20,2	5,9
96	17,6	11	24,2	
97	19,4	12,5	26,3	
98	21,9	15,5	28,3	
99	21,3	17,3	25,3	2,4
100	22,4	16,6	28,2	

101	21,8	17,2	26,4	
102	21,6	16,5	26,7	
103	20,6	17,8	23,5	
104	22,2	18,5	26	
105	24,6	18,5	30,8	
106	24,5	19,1	30	
107	25,2	18	32,4	7,5
108	23,4	17,5	29,4	
109	22,9	15,5	30,3	
110	25,5	17,5	33,4	
111	27,5	20,5	34,5	
112	27,3	21,5	33,2	
113	28,3	21,7	34,8	
114	27,9	21,2	34,6	
115	28,6	22,3	35	
116	27,4	21	33,8	1,1
117	25,2	21,5	29	8,8
118	25,8	18,5	33	
119	25,2	20,2	30,3	
120	26,2	18,5	34	4
121	20,7	17,4	24	1,5
122	20,2	16,2	24,2	2,5
123	20,3	13	27,6	
124	20,6	13,3	28	
125	20,4	13,8	27	
126	23,5	17,5	29,5	54,2
127	21,6	16,5	26,8	
128	17,4	11	23,9	
129	18,3	9,6	27	
130	16,5	10,8	22,2	
131	17,9	7,6	28,8	
132	20,5	11,4	29,6	4,5
133	17,7	14,6	20,7	0,9
134	16,4	11,5	21,4	
135	15,3	6,3	24,4	
136	16,5	7,5	25,5	
137	17,9	9,5	26,3	
138	19	11,5	26,4	
139	20,4	13,7	27,1	
140	21,9	16	27,9	
141	19,8	14,2	25,4	
142	22	13,5	30,5	
143	23,5	15,8	31,2	
144	22,9	18	27,8	
145	24	16,6	31,5	
146	23,4	16,5	30,2	
147	22,5	15,5	29,6	
148	21,9	18,8	25,6	26
149	23,6	18,5	28,8	
150	23,3	18,2	28,5	
151	18,6	15,5	21,7	28
152	19,3	13,5	25,1	
153	18,7	11,5	25,9	
154	19,6	13,8	25,4	
155	18,1	8,3	28	

Junín campaña 2016-17



Pergamino	Climograma			
	Localidad	Pergamino	Siembra	11/11/2016
	Año	2016-17	Cosecha	28/4/2017
Día	T° Media (° C)	T° Mínima (° C)	T° Máxima (° C)	Precipitacion (l)
1	18,25	9,9	26,6	0
2	18,2	8	28,4	27
3	18,1	15	21,2	14
4	21,4	13,9	28,9	0
5	24,1	18	30,2	2,5
6	18,25	13,3	23,2	0
7	14,8	9,5	20,1	0
8	14,4	6,9	21,9	0
9	17,5	10	25	0
10	19,95	12,9	27	0
11	14,4	8,5	20,3	0
12	15,2	7	23,4	0
13	19,45	11	27,9	0
14	20,9	13	28,8	0
15	22,2	13,9	30,5	0
16	20,05	16,1	24	24
17	21	15	27	0
18	18,3	15	21,6	0
19	21,5	14	29	0
20	22,5	16	29	0
21	23	16	30	0
22	20,3	9,9	30,7	0
23	24,65	18,2	31,1	0
24	25,35	18,8	31,9	0
25	23,1	15,2	31	4
26	20	12	28	0
27	21,9	12,5	31,3	0
28	18,35	12,2	24,5	0
29	19,25	10,5	28	0
30	23,2	13,9	32,5	0
31	25,2	19,5	30,9	0
32	25	12,9	37,1	0
33	18,4	11,9	24,9	0
34	17,7	8,7	26,7	0
35	22,1	15,2	29	0
36	21,8	12,6	31	0
37	25,55	17,5	33,6	0
38	19,45	13,4	25,5	35,6
39	21,6	13,9	29,3	0
40	23,8	15,8	31,8	0
41	26	18	34	27
42	21,5	17,5	25,5	24,4
43	23,3	17,9	28,7	0
44	23,1	17,9	28,3	47
45	21,1	18	24,2	136
46	19,95	15	24,9	0
47	20,1	13,2	27	0
48	22,05	15,7	28,4	0
49	24,05	17,8	30,3	0
50	26,45	21,1	31,8	0

51	28,25	22,5	34	21
52	25,6	21	30,2	0
53	24	18,9	29,1	0
54	25,6	23,1	28,1	3
55	23,3	17,5	29,1	0
56	20,5	14,1	26,9	0
57	22,1	15,7	28,5	0
58	27,4	22,2	32,6	2
59	22,75	19,3	26,2	15
60	23,35	17,2	29,5	0
61	19,95	13,9	26	0
62	21,25	14	28,5	0
63	25	19	31	0
64	24,1	20	28,2	0
65	22	16	28	32
66	19,5	18	21	75
67	22,5	18	27	1
68	25,5	19	32	0
69	27	21	33	0
70	27,5	23	32	0
71	26,8	22	31,6	0
72	26,25	20,5	32	0
73	26,3	21	31,6	0
74	25	20	30	0
75	24,9	20	29,8	0
76	19,5	15	24	0
77	16,9	10	23,8	0
78	19,25	11,5	27	0
79	22,35	14,9	29,8	0
80	23,8	17,6	30	0
81	25,95	18	33,9	0
82	26,45	22	30,9	10
83	22,05	18,2	25,9	0
84	22,15	17,2	27,1	0
85	23,45	17	29,9	0
86	20,9	18,9	22,9	21
87	17,95	14,9	21	3
88	18,25	12,1	24,4	0
89	19,55	13,1	26	0
90	23,1	18,7	27,5	0
91	22,55	19,4	25,7	0
92	22,6	17,7	27,5	0
93	23,25	18,1	28,4	0
94	23,05	19,1	27	2
95	21,2	18,2	24,2	6
96	23,9	20	27,8	0
97	25,05	19,1	31	0
98	24,5	18	31	0
99	25,1	20	30,2	15
100	23,85	18	29,7	0

101	20,6	14,9	26,3	0
102	24,95	17,4	32,5	0
103	26,05	20	32,1	0
104	24	18	30	0
105	25,35	19,4	31,3	0
106	25,45	20	30,9	0
107	25,85	20	31,7	0
108	23,25	18,5	28	15
109	23,55	17,2	29,9	47
110	23,45	18	28,9	0
111	22,35	17,9	26,8	0
112	24,8	17	32,6	11
113	18,8	16,1	21,5	0
114	18,35	14,2	22,5	0
115	18,15	12,3	24	0
116	18,65	13,1	24,2	0
117	20,25	14	26,5	0
118	22,15	17	27,3	48
119	19,75	13	26,5	0
120	16,4	10,2	22,6	0
121	16,25	11,2	21,3	0
122	15,3	9,1	21,5	0
123	17,25	8,5	26	0
124	20,05	12,1	28	4
125	14,7	11,2	18,2	4
126	14,25	9	19,5	0
127	15,05	7,1	23	0
128	16,2	8,9	23,5	0
129	17	10,1	23,9	0
130	18,05	11,9	24,2	0
131	19,55	14,2	24,9	0
132	22	17	27	0
133	20,65	16,1	25,2	0
134	21,2	14,6	27,8	0
135	22,25	16	28,5	0
136	23,1	19	27,2	0
137	23,75	17,3	30,2	0
138	23,95	18,9	29	0
139	22,55	16,9	28,2	0
140	21,1	19,6	22,6	8
141	23,75	19,5	28	0
142	23,65	19,1	28,2	0
143	17,9	15,8	20	32
144	19,2	14,2	24,2	0
145	18,65	13,1	24,2	0
146	19,3	12,1	26,5	0
147	19,15	10,5	27,8	0
148	20,05	13,9	26,2	37
149	17	14	20	27
150	19,05	18	20,1	42

151	16,75	13,5	20	51
152	17,05	12	22,1	0
153	14,5	10	19	0
154	15,55	9,1	22	0
155	17,25	10,5	24	0
156	17	11,5	22,5	0
157	16,45	12,9	20	0
158	15,65	11,2	20,1	0
159	16,95	11,9	22	0
160	17,05	13,2	20,9	0
161	18,95	12,9	25	0
162	16,7	10,4	23	0
163	12,25	7,3	17,2	0
164	17,4	10,2	24,6	1,6
165	17,7	11,5	23,9	0
166	15,05	12,1	18	13
167	13,05	8,8	17,3	0
168	15,6	8	23,2	0
169	18,35	11,1	25,6	0

