

Selección de variedades trigo nativo con potencial para el malteado

Selection of native wheat varieties with potential for the malting

Luis León Mendoza

Laboratorio de Biotecnología Feynman, Cervecería Costera S.A.C, Moche -Trujillo, Perú, CP 13600. /Estación Experimental Agraria Los Cedros. Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Panamericana Norte Km 12 – Caserío Los Cedros, Tumbes, PERÚ

leonmendoza9@gmail.com

CP 12500. <https://orcid.org/0000-0001-9522-4784>

Víctor Herrera Mestanza

Estación Experimental Agraria Los Cedros. Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Panamericana Norte Km 12 – Caserío Los Cedros, Tumbes, PERÚ

CP 12500. <https://orcid.org/0000-0003-4343-5357>

José González Cabeza

Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, PERÚ

CP 13006. <https://orcid.org/0000-0003-3022-9423>

Resumen

El malteado de trigo presenta un gran interés en la industria de alimentos y bebidas alcohólicas. Por tal motivo, el objetivo de la investigación fue identificar variedades de trigo nativo en la región La Libertad, Perú con potencial para el malteado. Las variedades colectadas fueron Andino INIA, INIA 405 San Isidro y Centenario que se emplean en la industria de panificación, que fueron liberadas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria. Se recolectaron 55 muestras; que fueron analizadas en dos fases. La primera fue el análisis del porcentaje de humedad, proteína y almidón total del grano maduro. La segunda fue la determinación del porcentaje de proteína, amilasa, amilopeptina y almidón total en los granos malteados. Posteriormente se aplicó un análisis de varianza unidireccional a los promedios de los resultados. Sin encontrar una diferencia estadística significativa entre las variedades respecto al porcentaje de humedad, almidón total, sin embargo, se encontró una diferencia estadística significativa entre las variedades respecto al porcentaje de proteína, siendo la variedad Andino INIA la de mayor concentración. Por tanto, para la industria de bebidas fermentadas se recomiendan las variedades INIA 405 San Isidro y Centenario. Para la industria de alimentos, la variedad Andino INIA.

Palabras clave: Trigo, Andino INIA, INIA 405 San Isidro, Centenario, malteado

Abstract

The wheat malt is the great interest in the food and alcoholic beverages industry, due to its high content of starch, proteins and enzymatic capacity. For this reason, the objective of this research was to identify native wheat varieties in the La Libertad region, Peru with potential for the malting. The varieties collected were Andino INIA, INIA 405 San Isidro and Centenario that are used in the baking industry, and were released by Instituto Nacional de Innovación Agraria. Its collected 55 samples; which were analyzed in two phases. The first was the analysis of the percentage of moisture, protein and total starch of the ripe grain. The second was the amount of the percentage of protein, amylase, amylopectin and total starch in malted grains. Subsequently, a one-way analysis of variance was applied to the averages of the results. Without finding a significant statistical difference between the varieties with respect to the percentage of humidity and total starch, if a significant statistical difference is found between the varieties with respect to the percentage of protein, the Andino INIA variety being the one with the highest concentration. Therefore, for the fermented beverage industry was recommended the varieties the INIA 405 San Isidro and Centenario. For the food industry was recommended the variety Andino INIA.

Keywords: Wheat, Andino INIA, INIA 405 San Isidro, Centenario, malting

Citación: León, L.; V. Herrera & J. González. 2020. Selección de variedades trigo nativo con potencial para el malteado. *Arnaldoa* 27 (3): 769-780. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.273.27307>

Introducción

La agricultura tiene un peso económico y social importante en Perú, se estima que hay 2,3 millones de hogares cuya actividad principal es la agricultura y genera aproximadamente el 7,6% del PBI nacional, uno de los principales cultivos agrícolas, es el "trigo" *Triticum aestivum* que es un alimento básico y de gran importancia económica en los mercados

locales (Mäkinen *et al.*, 2013).

El "trigo" tiene diversas aplicaciones post-cosecha, como la elaboración de pan, galletas, confitería, fideos y gluten; también se utiliza como pienso para la producción de etanol y elaboración de bebidas fermentadas (Kumar *et al.*, 2011).

Una de estas aplicaciones es el malteado, que es un proceso biotecnológico que

implica remojar, germinar y secar semillas germinadas en condiciones controladas a diferente temperatura y humedad. La finalidad de la germinación es sintetizar las enzimas hidrolíticas para descomponer la pared celular, proteínas y compuestos de almidón del endospermo, esto permite la formación de una gama de azúcares fermentables y otros componentes de la malta (Farzaneh *et al.*, 2017).

El potencial del “trigo” para producir una malta de calidad depende de diversos factores, como el contenido de almidón, proteínas y estructura del endospermo debido a su contribución en el valor nutricional y comercial (Gous *et al.*, 2015).

Actualmente en Perú, no se cuenta con variedades “trigo” identificadas para el proceso de malteado, ni empresas nacionales dedicadas a la elaboración de este insumo, sin embargo, se cuenta con un amplio mercado de comercialización de maltas, a partir de la información recopilada del portal de Exportación/Importación, Aduanas, desde 2010 hasta 2016, se importó un total de 510 mil toneladas de malta por un valor 286 millones de dólares, por el valor la mercancía puesta a bordo de un transporte marítimo (*Free On Board*, FOB), y en el 2016, se importó 77 mil toneladas de malta, con un valor de FOB de 48 millones de dólares, de las cuales 2,4 mil toneladas corresponde a malta de “trigo”.

En base a las consideraciones anteriores, el presente estudio tuvo como objetivo seleccionar variedades trigo nativo de la región de La Libertad con potencial para el malteado en la industria de alimentos y bebidas fermentadas. Para alcanzar este objetivo se evaluó los principales rasgos de calidad en la malta, tales como: humedad, contenido de proteína, almidón total, amilasa y amilopectina.

Materiales y métodos

Origen y colección de muestras

Las variedades de trigo colectadas, fueron aquellas que se emplean en la industria de panificación, y fueron liberadas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estas variedades fueron Andino INIA, INIA 405 San Isidro y Centenario. La toma de muestra se realizó de forma aleatoria en los distritos de mayor producción de tres provincias del departamento de La Libertad, Perú.

Se colectaron 55 muestras de trigo maduro, 78,2% corresponde a la variedad Andino INIA, 10,9% INIA 405 San Isidro y 10,9% Centenario. Por cada sitio de muestreo se realizó una muestra contractual, que es representativa para cada sitio de muestreo, para posteriormente someterla a análisis (Tabla 1).

Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Biotecnología Feynman de Cervecería Costera S.A.C, Moche - Perú, para su análisis, el cual se dividió en dos fases. La primera incluyó la determinación del porcentaje de humedad, proteína y almidón total del grano maduro de trigo. La segunda fue la determinación del porcentaje de proteína, amilasa, amilopectina y almidón total en los granos malteados de “trigo”.

Determinación del porcentaje de humedad

Para la determinación del porcentaje de humedad, se empleó el método gravimétrico, que consistió en determinar la pérdida de peso que sufre la muestra de grano por calentamiento, hasta obtener un peso constante a una temperatura de 130 °C (Guerra *et al.*, 2015).

Determinación del contenido de proteína

Para la determinación del porcentaje de proteína, se empleó el método modificado de Kjeldahl que consistió en la digestión, destilación y titulación; para la aplicación de este método las muestras fueron molidas y cernidas en un tamiz de 0,5 mm. Para la digestión, se adicionó 0,3 g de las muestras molidas y cernidas en balones con 1,5 g de sulfato de cobre-sulfato de potasio (relación 5:1) y 3,5 mL de ácido sulfúrico, se sometió a digestión hasta que la mezcla viró a un color verde grosella. Para la destilación, la mezcla fue enfriada y destilada con hidróxido de potasio, finalizada la destilación se adicionó ácido bórico como indicador. Finalmente, para la titulación se utilizó ácido clorhídrico hasta que la mezcla viró a un color rojo (Guerra *et al.*, 2015).

Determinación del contenido de almidón total

Para la determinación del contenido de almidón total, se empleó el kit de ensayo *Total Starch* de Megazyme, el procedimiento empleado fue el recomendando en el kit, sección "A" para la "Determinación de almidón en cereales y productos alimenticios que no contiene almidón resistente, D-glucosa y/o maltodextrina"; para la aplicación del kit, las muestras fueron molidas y cernidas en un tamiz de 0,5 mm. Se pesó 100 mg de la muestra molida y se realizó un pre-tratamiento en ebullición y posteriormente se agregó etanol al 80%. (Linsberger-Martin *et al.*, 2013).

Malteado

Para el malteado del "trigo" se empleó una planta de micro-malteado diseñada y construida por Cervecería Costera S.A.C con una capacidad de hasta 100 kg. El proceso de remojo se realizó por

5 horas a 15°C con aireación constante. Posteriormente, se realizó la germinación por 7 días a 15°C con una humedad al 42%, hasta que las raicillas tuvieron un tamaño aproximado a la del grano. Al finalizar la germinación, se realizó el secado del grano con temperaturas escalonadas de 55°C por 3 horas, 70°C por 5 horas y 75°C por 4 horas (Alfeo *et al.*, 2018).

Determinación del Contenido de Amilasa/Amylopectina

Se empleó el kit de ensayo Amylose/Amylopectin de Megazyme; para su aplicación las muestras fueron molidas y cernidas en un tamiz de 0,5 mm, se pesó 25 mg de la muestra molida y se realizó un pre-tratamiento en ebullición con dimetil sulfóxido (DMSO), etanol al 95%, Concavalina A y centrifugación; posteriormente se aplicó el procedimiento recomendando en el kit (Šimková *et al.*, 2013).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se realizó un estudio comparativo mediante el análisis de varianza unidireccional de los promedios de las tres repeticiones del porcentaje de humedad, proteína, almidón total, amilasa y amilopectina, teniendo en cuenta un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ mediante Minitab 19 Statistical Software.

Resultados y discusión

Determinación del porcentaje de humedad

Los porcentajes de humedad promedio de las variedades de Andino INIA fue 11,34%, INIA 405 San Isidro 11% y Centenario 10%. El mayor porcentaje de humedad fue de 14,40% y el menor de 9,10%, correspondientes a las variedades Andino INIA cód. A-SC-6 y Andino INIA

cód. A-JC-2, respectivamente (Tabla 2).

La determinación del porcentaje de humedad es importante debido que influye en las propiedades fisiológicas del grano de “trigo”, un contenido elevado de humedad provoca que el grano sea más susceptible a la activación enzimática (Faltermaier *et al.*, 2014).

Así mismo, el porcentaje de humedad también influye en las propiedades físicas del grano, como densidad aparente, densidad verdadera, ángulo de fricción interna, porosidad y coeficiente estático de fricción; también afecta la longitud, ancho, espesor, diámetro medio aritmético y geométrico del grano (Sologubik *et al.*, 2013); estas variaciones en la forma y estructura física del grano tienen un impacto negativo en su uniformidad, perjudicando el proceso de selección, previo al malteado (Muñoz-Insa *et al.*, 2013).

Malteado

El malteado del grano de trigo se realizó por 7 días a 15°C con una humedad al 42% y el secado se realizó con temperaturas escalonadas de 55°C por 3 horas, 70°C por 5 horas y 75°C por 4 horas. Similar a lo mencionado por Muñoz-Insa *et al.* (2013), que para un adecuado proceso de malteado el grano debe germinar por 5 días a 17°C, dependiendo del tipo de grano. Similar a lo mencionado por Faltermaier *et al.* (2014) que considera que para un buen malteado, el tiempo de germinación es de 6 días a 15°C, la temperatura, tiempo y porcentaje de humedad, los considera como factores primordiales en el proceso de germinación y calidad en la malta; prolongados tiempos de germinación, afecta el contenido de proteína, nitrógeno amino libre y actividad enzimática (Jin *et al.*, 2011).

Determinación del porcentaje de proteína

La importancia de la determinación del porcentaje de proteína, así como de las fracciones nitrogenadas están relacionadas con la calidad y clasificación del gluten de trigo. De acuerdo con Kerpes *et al.* (2017) dependiendo de la solubilidad, las proteínas pueden ser prolaminas que son la fracción solubles en alcohol, las gluteinas son solubles en ácidos o álcalis y están relacionadas con el gluten. Uno de los factores que afecta el contenido de proteína del grano es el genotipo y puede variar entre cultivos (Gregorio *et al.*, 2016).

Los porcentajes promedio de proteína del grano maduro de las variedades Andino INIA fue de 12,38%, INIA 405 San Isidro 11,01% y Centenario 10,52%. El mayor porcentaje de proteína fue 13,46 % y el menor de 11,90 % correspondientes a las variedades de Andino INIA cód. A-JH-6 y Andino INIA cód. A-JC-2, respectivamente (Tabla 2).

En el grano malteado de trigo, el porcentaje promedio de proteína de las variedades Andino INIA fue de 16,36 %, INIA 405 San Isidro 15,30 % y Centenario 15,13 %. El mayor porcentaje de proteína fue de 17,17 % y el menor de 15,80 % correspondientes a las variedades de Andino INIA cód. A-JH-6 y Andino INIA cód. A-JC-2, respectivamente (Tabla 3).

Uno de los factores que generan la variación del porcentaje de proteína entre el grano maduro y malteado, es el proceso de germinación, debido que afecta la composición química y calidad de proteína, similar a lo mencionado por Steve (2011) que obtuvo un porcentaje inicial de proteínas de 10,77% y final de 13,5%, en caso de aminoácidos encontró en mayor cantidad total el ácido glutámico, pero disminuyó

luego de la germinación, de 25,88 a 20,57 mg/100 g de proteína.

Otro de los factores de los factores que puede influenciar variaciones en el contenido de proteína es tiempo de remojo, de acuerdo con Muñoz-Insa *et al* (2013) determinaron que el tiempo y grado de remojo en la germinación afecta el contenido de proteínas, nitrógeno amino libre y nitrógeno soluble, mediante la evaluación de tres temperaturas de germinación (13, 15, y 17 °C) y grados de remojo (43, 45 y 47%) en “trigo” (*Triticum spelta* L.), sus mejores resultados fueron al quinto día de germinación con 47% de grado de remojo a 17 °C, el contenido proteico que obtuvieron fue de 32 g/100 g, nitrógeno amino libre 111 g/100 g y nitrógeno soluble 750 g/100 g.

Determinación del porcentaje de almidón

La importancia del análisis del contenido almidón en los granos maduros y malteados de “trigo”, radican en su descomposición enzimática en azúcares más simples como glucosa y maltosa, que proporcionan una fuente importante de energía que favorece los procesos fermentativos en la elaboración de alimentos y bebidas (Gous *et al.*, 2015). Por tanto, el objetivo en el malteado es tener el menor contenido de almidón degradado para minimizar las pérdidas durante el proceso de elaboración de bebidas fermentadas o alimentos malteados (Hasjim *et al.*, 2010).

El contenido promedio de almidón de los granos maduros de las variedades de trigo INIA 405 San Isidro 65,60%, Andino INIA 62,63% y Centenario 60,46%. El mayor contenido de almidón del grano maduro fue 67,32% y el menor de 60,38% correspondientes a Andino INIA cód. A-SC-6 y Andino INIA cód. A-SS-18 (Tabla 2).

Respecto al grano malteado de trigo, el contenido promedio de almidón de los granos germinados de las variedades de trigo INIA 405 San Isidro 45,08%, Andino INIA 42,59% y Centenario 40,44%. El mayor contenido de almidón del grano malteado de trigo fue de 46,80% y el menor de 39,45% correspondiente a Andino INIA cód. A-SC-6 y Andino INIA cód. A-SS-18 (Tabla 3).

La variación en el contenido de almidón entre el grano maduro y malteado está relacionada con el proceso de germinación produciéndose una pérdida de peso y acrospira; lo cual conlleva a la disminución del contenido almidón, debido a la hidrólisis enzimática generando azúcares solubles. De acuerdo con Alfeo *et al.* (2018) los valores de almidón detectados para algunas las maltas de “trigo” están en el rango de 42,61-63,54%, correspondientes a *Triticum turgidum* subsp. *durum* variedades Urria y Bidi, respectivamente.

Determinación del porcentaje de amilasa y amilopectina

El contenido de amilasa se puede clasificar como ceroso (0-2% de amilasa), muy bajo (5-12% de amilasa), bajo (12-20% de amilasa), intermedio (20-25% de amilasa) y alto (25-30%), la relación amilasa / amilopectina exhiben efecto significativo en las diferentes condiciones de germinación, que influye en la calidad posterior de la malta (Moongngarm y Saetung, 2010; Wu *et al.*, 2013; Kalita *et al.*, 2017).

El contenido promedio de amilasa de los granos malteados de las variedades de trigo Andino INIA fue 25,36%, INIA 405 San Isidro 27,56% y Centenario 27,96%. El mayor contenido de amilasa del grano malteado fue 31,37% y el menor de 25,17%, correspondientes a Andino INIA cód. A-SS-18 y Andino INIA cód. A-SS-18 (Tabla 3).

El contenido promedio de amilopectina de los granos germinados de las variedades de “trigo” Andino INIA fue 71,43%, INIA 405 San Isidro 72,44% y Centenario 72,04%. El mayor contenido de amilopectina del grano germinado de la variedad fue 74,83% y el menor de 68,63% correspondientes a Andino INIA cód. A-SS-18 y Andino INIA cód. A-SS-18 (Tabla 3).

Durante la germinación se producen enzimas líticas entre estas están, la α -amilasa y β -amilasa, que actúan en la degradación del almidón conduce a la formación de una mezcla de azúcares simples, a mayor concentración de amilasa, mayor formación de estos azúcares, por lo que se consideró que los valores de amilasa encontrados en la presente investigación son elevados, siendo de importancia por estar relacionados con la formación de azúcares (Moongngarm y Saetung, 2010; Wu *et al.*, 2013; Kalita *et al.*, 2017).

Análisis estadístico y selección de variedades

De acuerdo con el análisis de varianza unidireccional, no se encontró una diferencia estadística significativa entre las variedades respecto al porcentaje de humedad y almidón total, sin embargo, si se encontró una diferencia estadística significativa entre las variedades respecto al porcentaje de proteína, siendo la variedad Andino INIA la de mayor concentración, tanto en el grano maduro (Tabla 4).

Producto de nuestros resultados, se propone para la industria de bebidas fermentadas una variedad con elevado contenido de almidón y bajo contenido de proteínas, que corresponden a las variedades INIA 405 San Isidro y Centenario; teniendo en consideración que en las bebidas fermentadas un elevado contenido de proteína ocasiona turbidez,

astringencia y defectos en la bebida, sin embargo, valores bajos brinda estabilidad a la espuma, además de brindar nitrógeno amino libre como fuente de energía para para procesos de fermentación de la levadura, así mismo, un elevado contenido de almidón, actúa como fuente de glucosa y dextrinas, y es inversamente proporcional con el porcentaje de proteína (Muñoz-Insa *et al.*, 2013). Sin embargo, en este estudio no se pudo demostrar esta correlación.

Por otra parte, para la industria de alimentos, se recomienda una variedad de “trigo” con elevado contenido de proteína, la cual sería Andino INIA. Debido a que el valor proteico de un alimento se mide con base en dos factores: el balance proteico y contenido de aminoácidos esenciales. Durante la etapa de germinación, los compuestos de almacenamiento de la semilla se movilizan por una variedad de enzimas sintetizadas y activadas, lo que resulta en una mejor degradación de la proteína y biodisponibilidad de minerales como calcio y hierro; por esta razón se emplean granos de alto contenido proteico para la industria alimentaria con el fin de aprovechar sus bondades nutricionales y permitir a los consumidores una alimentación sana (Mäkinen *et al.*, 2013; Forero *et al.*, 2016).

Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante análisis comparativo de varianza unidireccional de los análisis fisicoquímicos en el grano malteado y maduro de trigo, colectados de diferentes distritos de la región de La Libertad, muestran que no existe una diferencia estadística significativa entre las variedades respecto a las variables de humedad, almidón total, amilasa y amilopectina, sin embargo, si se encontró una diferencia estadística significativa en

la variable de porcentaje proteína respecto a la variedad Andino INIA con el resto de variedades estudiadas. De acuerdo a esto los autores recomiendan, para la industria de bebidas fermentadas las variedades INIA 405 San Isidro y Centenario, debido contenido de almidón y bajo contenido de proteína. Para la industria de alimentos, se recomienda la variedad Andino INIA, debido a su elevado porcentaje de proteína.

Agradecimiento

Se agradece el financiamiento de FONDECYT a través de su programa de Ideas Audaces 2016-I y a la empresa Cervecería Costera S.A.C por su total respaldo en la redacción de este artículo generado a partir del proyecto de investigación “Maltería: desarrollo de una nueva industria nacional para el fomento del mercado de bebidas malteadas de origen peruano a base de quinua y trigo nativos”.

Contribución de los autores

LLM definió la idea inicial. LLM y VHM realizaron las expediciones en campo. LLM y JGC redactaron el manuscrito inicial. LLM, JGC y VHM realizaron las correcciones finales.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés alguno

Declaración de disponibilidad de datos

Toda la data relevante a la investigación se muestra dentro del mismo manuscrito

Información de financiamiento

Este estudio fue financiado por FONDECYT a través de su programa de Ideas Audaces 2016-I a la empresa Cervecería Costera S.A.C a partir del proyecto de investigación “Maltería:

desarrollo de una nueva industria nacional para el fomento del mercado de bebidas malteadas de origen peruano a base de quinua y trigo nativos”.

Literatura citada

- Alfeo, V.; B. Jaskula-Goiris; G. Venora; E. Schimmenti; G. Aerts & A. Todaro.** 2018. Screening of durum wheat landraces (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) for the malting suitability. *Journal of Cereal Science*, 83: 101-109. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.08.001>.
- Faltermaier, A.; D. Waters; T. Becker; E. Arendt & M. Gastl.** 2014. Common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its use as a brewing cereal: A review. *Journal of the Institute of Brewing*, 120: 1-15. <https://doi.org/10.1002/jib.107>.
- Farzaneh, V.; A. Ghodvali; H. Bakhshabadi; Z. Zare & I. S. Carvalho.** 2017. The impact of germination time on the some selected parameters through malting process. *International journal of biological macromolecules* 94: 663-668. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.10.052>.
- Forero, N. C.; Y. N. Salgado; D. C. Moncayo & S. P. Cote.** 2016. Efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de “quinua” (*Chenopodium quinoa* Willd.) y “mango” (*Mangifera indica*). *Agroindustrial Science* 6: 77-83. <http://dx.doi.org/10.17268/agroind.science.2016.01.09>.
- Gous, P. W. R. G., Gilbert G. P., Fox.** 2015. Drought-proofing barley (*Hordeum vulgare*) and its impact on grain quality: A review. *Journal of the Institute of Brewing*, 121: 19-27. <https://doi.org/10.1002/jib.187>.
- Guerra, A. M. S.; D. C. V. Osorio; D. C. C. Martínez & G. A. H. Llanos.** 2015. Comparación de dos técnicas de deshidratación de “guayaba-pera” (*Psidium guajava* L.) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria. *Revista Lasallista de Investigación*, 12: 10-20. <http://hdl.handle.net/10567/1354>
- Gregorio, J.; P. Lanza; C. Churión & N. Gómez.** 2016. Comparación entre el método Kjeldahl tradicional y el método Dumas automatizado (N cube) para la determinación de proteínas en distintas clases de alimentos. *SABER*, 28: 245-249.

- Hasjim, J.; G. C. Lavau; M. J. Gidley & R. G. Gilbert.** 2010. *In vivo* and *in vitro* starch digestion: are current *in vitro* techniques adequate?. *Biomacromolecules*, 11: 3600-3608. <https://doi.org/10.1021/bm101053y>.
- Jin, Y. H.; J. H. Du; K. L. Zhang & X. C. Zhang.** 2011. Effects of wheat starch contents on malt qualities. *Journal of the Institute of Brewing*, 117: 534-540. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2011.tb00501.x>.
- Kalita, D.; B. Sarma & B. Srivastava.** 2017. Influence of germination conditions on malting potential of low and normal amylose paddy and changes in enzymatic activity and physico chemical properties. *Food chemistry* 220: 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.193>.
- Kerpes, R.; S. Fischer & T. Becker.** 2017. The production of gluten-free beer: Degradation of hordeins during malting and brewing and the application of modern process technology focusing on endogenous malt peptidases. *Trends in Food Science & Technology* 67: 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.004>
- Linsberger-Martin, G.; K. Weiglhofer; T. P. T. Phuong & E. Berghofer.** 2013. High hydrostatic pressure influences antinutritional factors and *in vitro* protein digestibility of split peas and whole white beans. *LWT - Food Science and Technology*, 51: 331-336. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.008>.
- Mäkinen, O.; E. Zannini & E. Arendt.** 2013. Germination of Oat and Quinoa and Evaluation of the Malts as Gluten Free Baking Ingredients. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68: 90–95. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0335-3>.
- Moongngarm, A. & N. Saetung.** 2010. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. *Food Chemistry*, 122: 782–788. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.053>.
- Muñoz-Insa, A.; H. Selciano; M. Zarnkow; T. Becker & M. Gastl.** 2013. Malting process optimization of spelt (*Triticum spelta* L.) for the brewing process. *LWT - Food Science and Technology*, 50: 99-109. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.06.019>.
- Rosicka-Kaczmarek, J.; B. Makowski; E. Nebesny; M. Tkaczyk; A. Komisarczyk & Z. Nita.** 2016. Composition and thermodynamic properties of starches from facultative wheat varieties. *Food Hydrocolloids*, 54: 66-76. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.09.014>.
- Šimková, D.; J. Lachman; K. Hamouz & B. Vokál.** 2013. Effect of cultivar, location and year on total starch, amylose, phosphorus content and starch grain size of high starch potato cultivars for food and industrial processing. *Food chemistry* 141: 3872-3880. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.080>.
- Sologubik, C. A.; L. A. Campañone; A. M. Pagano & M. C. Gely.** 2013. Effect of moisture content on some physical properties of barley. *Industrial Crops and Products*, 43: 762-767. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.08.019>.
- Steve, I. O.** 2011. Influence of germination and fermentation on chemical composition, protein quality and physical properties of wheat flour (*Triticum aestivum*). *Journal of Cereals Oilseeds*, 3: 35-47. <https://doi.org/10.5897/JCO.9000011>.
- Wu, F.; H. Chen; N. Yang; J. Wang; X. Duan; Z. Jin & X. Xu.** 2013. Effect of germination time on physicochemical properties of brown rice flour and starch from different rice cultivars. *The Journal of Cereal Science*, 58: 263-271. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.06.008>

Tabla 1. Sitios de muestreo y número de muestras recolectadas de las variedades de “trigo” (*Triticum aestivum*)

Variedad	Provincia	Distrito	Código	Número de muestras
Andino INIA	Julcán	Calamarca	A-JC-5	Cinco
Andino INIA	Julcán	Huaso	A-JH-6	Seis
Andino INIA	Julcán	Carabamba	A-JC-2	Dos
Centenario	Julcán	Carabamba	C-JC-6	Seis
Andino INIA	Sánchez Carrión	Cahuadan	A-SC-6	Seis
Andino INIA	Santiago de Chuco	Santiago de Chuco	A-SS-18	Dieciocho
Andino INIA	Santiago de Chuco	Angamarca	A-SA-6	Seis
Andino INIA	Santiago de Chuco	Santa Cruz de Chuca	A-CC-3	Tres
INIA 405 San Isidro	Santiago de Chuco	Santa Cruz de Chuca	I-CC-6	Seis

Tabla 2. Resultados de los promedios del análisis del porcentaje de humedad, proteína y almidón total en el grano maduro de “trigo” (*Triticum aestivum*)

Variedad	Código	Humedad (%)	Proteína (%)	Almidón total (%)
Andino INIA	A-JC-5	11.10	12.00	61.90
Andino INIA	A-JH-6	10.00	13.46	62.14
Andino INIA	A-JC-2	9.10	11.90	61.02
Centenario	C-JC-6	10.00	10.52	60.46
Andino INIA	A-SC-6	14.40	12.36	60.38
Andino INIA	A-SS-18	10.30	12.80	67.32
Andino INIA	A-SA-6	11.40	12.01	62.68
Andino INIA	A-CC-3	13.10	12.10	62.93
INIA 405 San Isidro	I-CC-6	11.00	11.01	65.60

Tabla 3. Resultados de los promedios del análisis del porcentaje de proteína, amilasa, amilopectina y almidón total en el grano malteado de “trigo” (*Triticum aestivum*)

Variedad	Código	Proteína (%)	Almidón Total (%)	Amilasa (%)	Amilopectina (%)
Andino INIA	A-JC-5	16.16	41.73	31.2	68.8

Andino INIA	A-JH-6	17.17	42.86	25.32	74.68
Andino INIA	A-JC-2	15.8	42.32	25.17	74.83
Centenario	C-JC-6	15.13	40.44	27.96	72.04
Andino INIA	A-SC-6	16.95	39.45	25.36	74.64
Andino INIA	A-SS-18	16.25	46.8	31.37	68.63
Andino INIA	A-SA-6	16.1	42.83	30.84	69.16
Andino INIA	A-CC-3	16.07	42.16	30.71	69.29
INIA 405 San Isidro	I-CC-6	15.3	45.08	27.56	72.44

Tabla 4. Análisis de varianza unidireccional del grano maduro de las variedades Andino INIA, INIA 405 San Isidro y Centenario

Variable	Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	<i>p</i>
Humedad (%)	Variedad	2	1.605	0.8025	0.24	0.797
	Error	6	20.417	3.4029		
	Total	8	22.022			
Proteína (%)	Variedad	2	4.156	2.0779	6.45	0.032
	Error	6	1.933	0.3222		
	Total	8	6.089			
Almidón Total (%)	Variedad	2	13.47	6.733	1.32	0.334
	Error	6	30.52	5.086		
	Total	8	43.98			

