




## Caracterización del secado del maíz duro amarillo en el Cantón Quevedo

### *Characterization of hard yellow corn drying in the Quevedo Canton*

Edison Mancheno <sup>1\*</sup>, Mercedes Moreira <sup>2</sup>, Walter Jácome <sup>3</sup>, Kevin Padilla <sup>4</sup> y Michael Remache <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo/Quevedo/ Ecuador;

<sup>2</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo/Quevedo/ Ecuador;  
mmoreira@uteq.edu.ec,

<sup>3</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo/Quevedo/ Ecuador;  
wjacomev@uteq.edu.ec,

<sup>4</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo/Quevedo/ Ecuador;  
kevin.padilla2017@uteq.edu.ec,

<sup>5</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo/Quevedo/ Ecuador;  
michael.remache2017@uteq.edu.ec,

\* Correspondence: ; emanchenop@uteq.edu.ec

Available from. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.99>

## ABSTRACT

Corn drying reduces the moisture content to levels that guarantee the conservation of the quality characteristics demanded by the food industry. The different piladoras located in the canton of Quevedo, in the Province of Los Ríos, use stationary systems for corn drying due to the advantages in terms of operation and functioning. This research aims to analyze the influence of the moisture content of corn on the drying process. For this study, the corn production corresponding to the second harvest period was considered. The results allowed determine that with an average corn moisture content of 31.55%, an estimated drying time of 4 hours and 15 minutes to reach levels of 13% wet basis; however, after this time, the moisture concentration of the grain remains above this value, which implies that the production lot must remain exposed to high temperatures for a more extended period, which affects the final quality of the grain and the efficiency of the process. Environmental conditions also influence the process since corn is produced and harvested in two periods per year, which means that production takes place when the grain has reached physiological maturity.

**Keywords:** Quality; Impurities; Moisture content; Drying Process

## INTRODUCCIÓN

Dada su importancia como materia prima para la elaboración de alimento balanceado, el maíz duro amarillo constituye uno de los principales cultivos a nivel de país principalmente en la región costera del Ecuador<sup>1</sup>. Según datos a abril de 2022<sup>2</sup>, alrededor del 46.02% de la producción nacional de maíz duro durante el año 2021 se concentra en la Provincia de Los Ríos. A nivel nacional la producción registra un incremento del 30.23 % comparado con el año 2020.

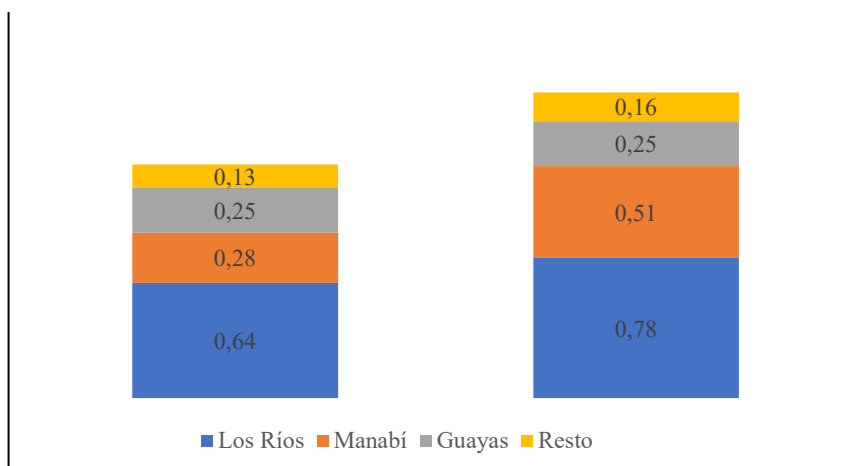


Figura 1. Producción de maíz duro seco 2020 - 2021 (En millones de Tm), Fuente: (INEC, 2022)

El cultivo y cosecha de maíz duro en la Provincia de Los Ríos, a diferencia de las demás provincias del país se desarrolla por dos períodos en el año. Una vez alcanzado la madurez fisiológica el agricultor inicia con la cosecha de su producción; sin embargo, el contenido de humedad e impurezas del grano lo vuelven vulnerable a la acción microbiológica por lo que el secado<sup>3,4</sup> representa una etapa fundamental para su conservación.

La Norma Inen 187:95<sup>5</sup> establece los requisitos que debe cumplir el maíz al momento de su recepción previa para uso industrial, documento que indica un porcentaje de humedad base húmeda para un almacenamiento seguro del 13% y contenido de impurezas del 1%; sin embargo, a nivel de la Industria este porcentaje oscila entre un 14% y 12 %, en función del uso final al cual se destine el grano<sup>6</sup>.

Entre los métodos de secado de maíz empleados a nivel de la Provincia de Los Ríos y particularmente en el cantón Quevedo destacan: el secado natural y el artificial en las piladoras, siendo este método uno de los más usados hoy en día, donde el avance tecnológico ha permitido automatizar el proceso de secado de maíz amarillo<sup>7</sup>.

Granos con humedad elevados requieren mayor tiempo de exposición a altas temperaturas, lo que representa un mayor consumo de energía, por lo que sin un adecuado monitoreo la calidad del maíz puede verse afectada<sup>8</sup>. El objetivo de esta investigación consiste en analizar los parámetros de humedad del maíz duro amarillo al ingreso de las plantas piladoras para el secado en el Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, se realizaron visitas a estas infraestructuras en los períodos de cosecha, mediante muestreo aleatorio de producto se registró su porcentaje de humedad al momento de la recepción y posterior al secado.

## MATERIALS AND METHODS

La metodología de este estudio se basó en trabajo de campo, los sujetos de estudio fueron las empresas que prestan el servicio de secado de maíz amarillo duro ubicado en el Cantón Quevedo, dadas las condiciones de cosecha y secado propias de la zona.

Esta investigación incluyó tres empresas dedicadas al secado de maíz, bajo los siguientes parámetros:

Ubicación dentro del cantón Quevedo.

Condiciones de operación, en período de cosecha comprendido entre septiembre y noviembre de 2022.

Sistemas de secado empleados.

Proceso de secado: El proceso de secado de maíz duro amarillo inicia con el pesaje del producto al ingreso de la piladora. El grano presenta un porcentaje de humedad entre 30 – 40 % y un porcentaje de impurezas cercano del 10% (Figura 2).



**Figura 2. Recepción y pesaje de maíz**

Una vez registrado el ingreso, el producto pasa a una zona de almacenamiento temporal (Figura 3), donde se realiza el pre limpieza de impurezas<sup>9</sup>, que afectan el proceso de secado y aireación. Mediante equipos mecánicos el producto húmedo es depositado en cada uno de las secadoras estacionarias disponibles en la planta.

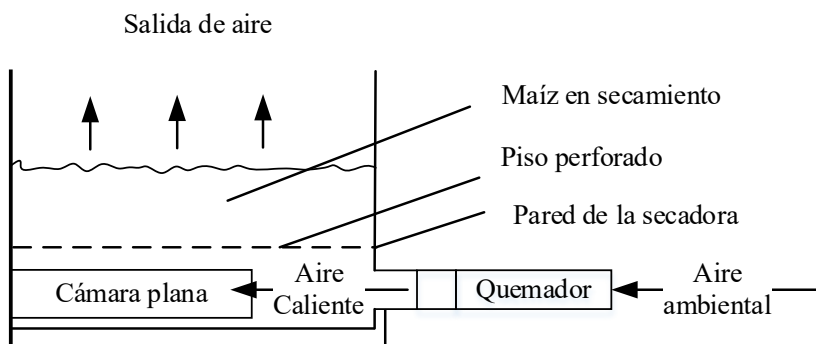


**Figura 3. Zona de descarga maíz húmedo e ingreso a secadoras estacionarias**

La duración del secado depende del volumen de producto a secar, % de humedad inicial, y temperatura del sistema. Para maíz amarillo duro, de uso industrial, la temperatura es de  $60^{\circ}\text{C}^3$  y una velocidad de secado entre 1 – 2% Humedad/Hr. (Figura 4a y b).



(a)



(b)

**Figura 4. Secado estacionario a y b**

Una vez que el producto satisface los requerimientos de la Norma INEN 187:95<sup>5</sup>, esto es 13% Humedad, pasa por un proceso de limpieza, donde se eliminan las impurezas provenientes del secado (Figura 5) a niveles del 1%, para luego ingresar a la zona de almacenamiento y su posterior comercialización (Figura 6).



**Figura 5. Impurezas luego del secado**



**Figura 6. Zona de almacenamiento temporal**

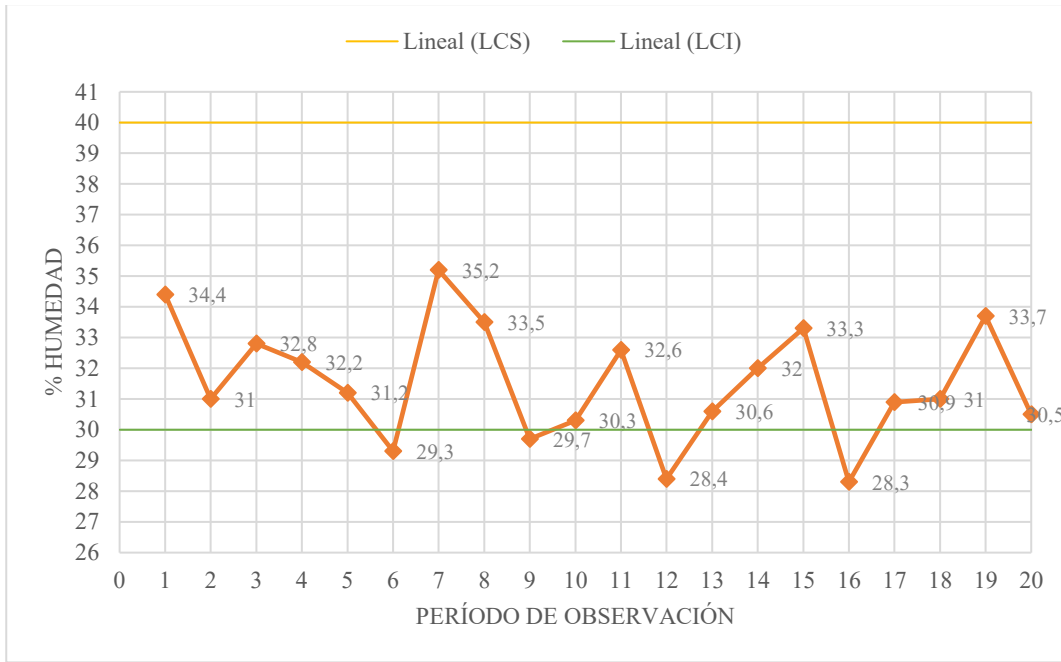
El porcentaje de humedad se registró con un medidor Avanzado de Humedad en granos y semillas (Figura 7), con una precisión de  $\pm 0.5\%$  (bajo el 20%) y resolución de 0.1%. Los datos recopilados fueron analizados en Microsoft Excel y Minitab para el cálculo de la capacidad del proceso.



**Figura 7. Medición de Humedad**

## RESULTADOS

La Figura 8, muestra las mediciones del porcentaje de humedad con las que se recibe el maíz duro amarillo provenientes de los diferentes gremios de agricultores de la Provincia de Los Ríos y de otras partes del país en las piladoras. Cabe recalcar que la producción de maíz en la Provincia de Los Ríos ocurre en dos períodos en el año a diferencia de las demás localidades de la Costa Ecuatoriana cuya frecuencia es de una vez al año, de allí que el porcentaje de humedad del grano varía.

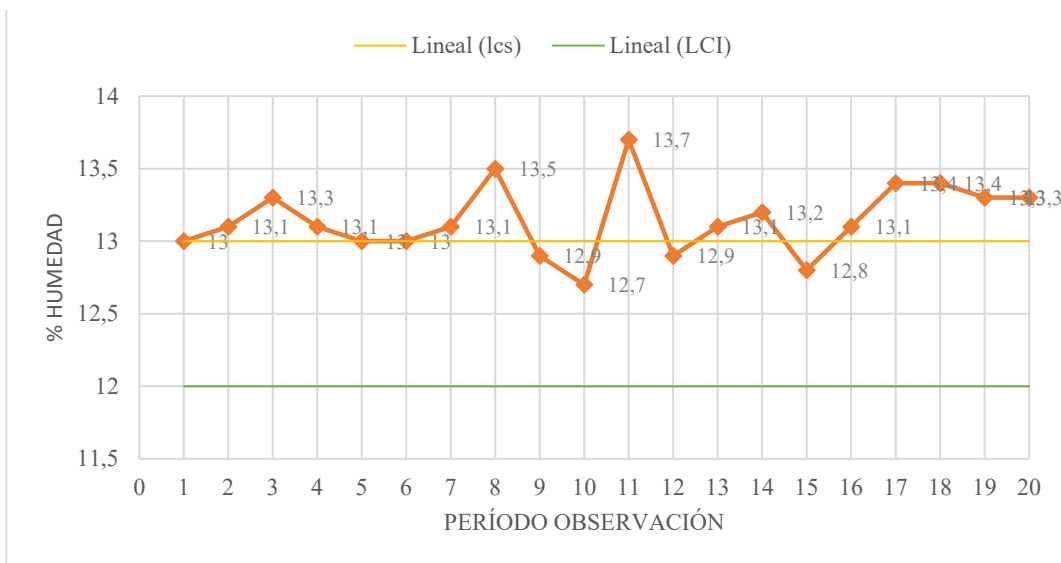


**Figura 8. Humedad maíz amarillo duro antes del secado (%)**

Hay que mencionar que los valores máximos y mínimos de % Humedad para maíz duro recomendados en la norma Inen 187:95 para la recepción es de entre 40 % y 30%<sup>10</sup>. Aquellos puntos que se ubican debajo del límite del 30% de humedad, representan un producto de mejor calidad, usualmente provenientes de otras localidades fuera de la Provincia de Los Ríos.

Durante la investigación la humedad promedio de recibo de maíz duro amarillo en las piladoras fue del 31,55% debiendo reducirla a niveles del 13 % de humedad y 1% de impurezas. Esta operación implica extraer 21,32 puntos de humedad<sup>3</sup>, con lo que el tiempo de secado estimado bajo estas condiciones es de 4 horas 15 minutos de exposición del grano a temperaturas elevadas (60 °C a 80 °C).

En Argentina<sup>11</sup> uno de los principales productores de maíz en Sudamérica, la humedad de almacenamiento seguro para el maíz de uso industrial (%) es del 14 – 14.5, valor que ha sido considerado como referencia para el establecimiento de un límite máximo de referencia para nuestra investigación. Porcentaje de humedad del 12% constituyen un estándar aceptado a nivel de la industria local, por debajo de dichos valores el grano pierde valor nutritivo.



**Figura 9. Humedad maíz amarillo duro luego de proceso secado (%)**

La Figura 9 muestra el contenido de humedad luego del secado, el cual se mantiene por encima del valor establecido en la norma Inen 187:95, situación que implica extender los tiempos de secado a elevadas temperaturas hasta alcanzar los niveles establecidos en norma, con las implicaciones en la calidad final del producto.

Se analiza la capacidad del proceso mediante Minitab, obteniéndose un Cp del proceso de 0.56 y Cpk=0.48<sup>12</sup>, el proceso no está centrado, ya que el Cp>Cpk, lo cual refleja que el proceso de secado presenta deficiencias para cumplir con las especificaciones de secado, esto es alcanzar el porcentaje de humedad requerida de acuerdo con la legislación ecuatoriana para su almacenamiento como se muestra en la Figura 10.

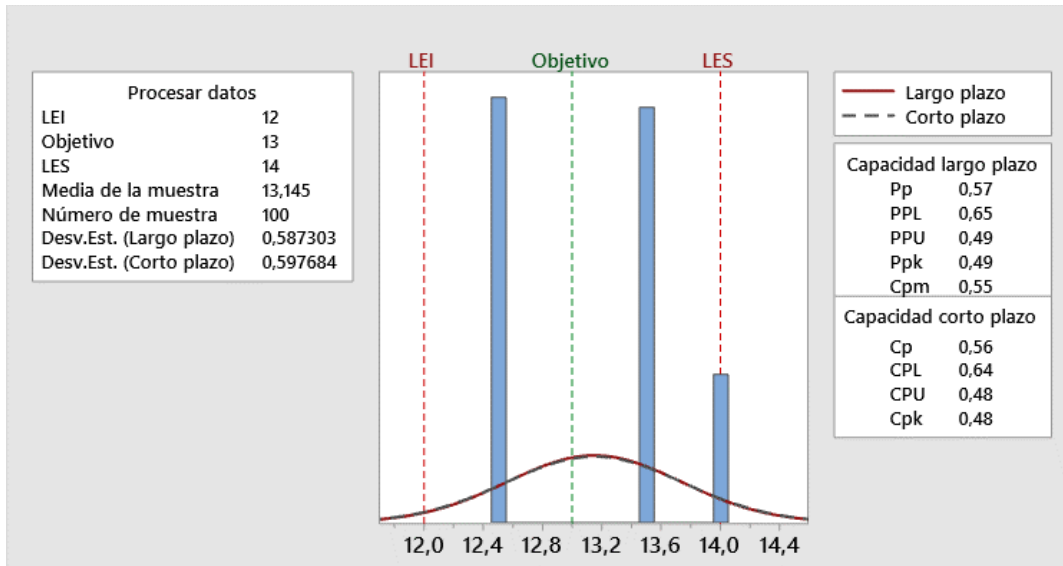


Figura 10. Cálculo de la Capacidad del proceso de secado

Es importante anotar que una exposición prolongada del grano a altas temperaturas conlleva la formación de fisuras (Figura 5), las cuales afectan las propiedades alimenticias del maíz, problemas de almacenabilidad y comerciales; con repercusiones económicas tanto para la planta de secado debido a un mayor consumo de combustible<sup>13</sup>, y para el productor, quien ve mermado sus ingresos a consecuencia de los daños que experimenta el maíz debido secado<sup>14,15</sup>. Estos inconvenientes han sido recopilados en la Tabla 1, junto a sus posibles causas.

Problema	Causa
<b>La humedad del grano no es uniforme a la salida del secado</b>	Ingresar al secado granos con alto contenido de humedad. Granos con elevado contenido de impurezas. Pérdidas de calor.
<b>Granos quemados</b>	Se trabaja con temperaturas de secado más elevadas de lo necesario. Tiempos de permanencia elevados.

Tabla 1. Problemas sistema de secado estacionario

---

## DISCUSSION

La producción de maíz amarillo duro representa un insumo importante para la elaboración de alimento balanceado para animales<sup>16</sup>, con lo cual se garantiza la seguridad alimentaria del Ecuador, por lo que el secado de este grano juega un papel importante para la industria alimentaria, sobre todo en regiones donde las humedades relativas son en general altas y algunas de las cosechas coinciden con las temporadas de lluvia<sup>9</sup>, como es el caso de la Provincia de Los Ríos, Cantón Quevedo.

Gran parte de la producción Nacional de maíz duro amarillo de uso industrial se concentra en la Provincia de Los Ríos; sin embargo cuando llegado el período de cosecha sus niveles de humedad sobrepasan el 30 %, lo cual para lograr un almacenamiento seguro que garantice la conservación de sus propiedades nutritivas, es secado en sistemas estacionarios a elevadas temperaturas<sup>17,18,19</sup>.

La tecnología empleada consiste de sistemas de secado estacionario<sup>20</sup>, que en cierta forma se ajustan al nivel de producción de maíz duro amarillo particular de nuestra región; sin embargo presenta ciertos inconvenientes en cuanto a la calidad y eficiencia del secado, dado que al tratarse de sistemas abiertos la temperatura a través del espacio intergranario es variable debiendo extenderse los tiempos de secado con los daños que eso implica para el grano<sup>14</sup>.

En esta investigación se evidencia que las plantas de secado reciben en sus instalaciones granos con porcentajes de humedad superiores al 30%, lo cual implica mayor exposición durante el secado con lo cual la calidad del grano se ve afectada, tal como lo indica Bajus et.al<sup>21</sup> en su estudio el impacto de la temperatura de secado en el micro daño de las semillas de maíz.

La calidad del grano por sobresecado constituye un factor crítico del proceso de secado, ya que no solo afecta las características del grano sino también tiene repercusiones a nivel económico, tanto para el productor como para la planta de secado<sup>22</sup>, por lo que la mejora del proceso en términos de preservar la calidad del grano, disminución de costos y aumento de la capacidad de la plantas de secado representa un aspecto a tomar en consideración en un entorno dinámico e incierto. Un estudio fue realizado en Okara y Pind Dadan Khan durante octubre de 2010 y junio de 2011, respectivamente<sup>23</sup>.

---

## CONCLUSIONES

El mantener dos períodos de cosecha de maíz duro amarillo en la Provincia de Los Ríos, si bien representa una ventaja con relación a los demás productores de la región; tiene sus inconvenientes, el productor inicia su cosecha del grano con un contenido de humedad superiores al 30%, por lo que para evitar un deterioro de la producción son sometidos al proceso de secado por medio de las piladoras.

Los sistemas de secado artificial estacionario, si bien son flexibles, no permiten un secado uniforme del maíz duro amarillo, de allí que el contenido de humedad posterior al secado se mantiene por encima del 13% base húmeda (Figura 9), lo cual implica mayor tiempo de exposición a temperaturas elevadas con las repercusiones en la calidad del producto final, si no es manejado correctamente.

Parámetros como Cp y Cpk del proceso de secado, Cp= 0.56 y Cpk=0.48, evidencian deficiencias del sistema para cumplir con las especificaciones establecidas en la norma, situación que se complementa con lo observado en la Figura 9, por lo que clasificar el grano en función del porcentaje de humedad e impurezas ayudaría a mejorar la eficiencia del secado.

Las pérdidas derivadas de las ineficiencias, en medida se cubren, gracias a que la fuente principal de combustibles de los secadores estacionarios es el gas licuado de petróleo, producto subsidiado por el Gobierno del Ecuador, y cuantificar su impacto constituye un reto a investigar dadas la particularidad del proceso de siembra y posterior cosecha de este tipo de grano en la Provincia de Los Ríos y particularmente en el Cantón Quevedo.



**Contribuciones de los autores:** “Conceptualización, EM; metodología, MM; software y validación, WJ; análisis formal, KP; escritura, revisión y edición, MR. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.”

**Financiamiento:** No aplica.

**Declaración de la Junta de Revisión Institucional:** No aplica.

**Declaración de consentimiento informado:** No aplica.

**Declaración de disponibilidad de datos:** No aplica.

**Agradecimientos:** Universidad Técnicas Estatal de Quevedo y Empresas Comerciales del Cantón Quevedo.

**Conflictos de interés:** Los autores de este estudio declaran que no tienen ningún conflicto de interés.

---

## REFERENCIAS

1. Canseco- Zambrano CE, Andrade Arias MS. Productividad y precios de maíz duro pre y post Covid-19 en el Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*. 2021; 13(4): p. 143 - 150.
2. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito;; 2022.
3. Abadía B, Bartosik R. Manual de Buenas Prácticas en Poscosecha de Granos Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria. 1st ed. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; 2013.
4. Arias C. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural Chile: FAO; 1993.
5. Normalización IEd. Granos y cereales. Maíz en grano. Requisitos. 1st ed. Quito: INEN; 1995.
6. Roberto Aguirre STP. Manual para el beneficio de Semillas Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical; 1992.
7. Agrosíntesis. [www.agrosintesis.com](http://www.agrosintesis.com). [Online].; 2016 [cited 2022 Octubre 21. Available from: <https://www.agrosintesis.com/humedad-del-grano-del-maiz-importancia-la-comercializacion/>.
8. Torre DAdl. Estudio de la demanda energética del secado de maíz en Argentina. *Researchgate.net*. 2010.
9. Caro A. Breves normas de control de calidad es granos.; 1998 [cited 2023 Septiembre 28. Available from: <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/20/13950919933370/c11.pdf>
10. Bartés AP. Métodos estadísticos: control y mejora de la calidad Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya; 2015.
11. ICarvajal F, Caviedes M. Análisis comparativo de la eficiencia productiva del maíz en Ecuador, Sudamérica y el mundo en las dos últimas décadas y análisis prospectivo en el corto plazo Análisis de la eficiencia productiva de maíz. *Avances en Ciencias e Ingenierías*. 2019 Mayo; 11(1 (2019)).
12. Besterfield DH, González V. Control de Calidad. Octava ed. Mexico: Pearson Educacion; 2009.
13. Petróleo MdMy. Acuerdo N°139: Expedir las siguientes disposiciones para el uso de Gas Licuado de Petróleo, GLP, para el secado de granos. 2008..
14. Bartosik R. Secado y calidad de maíz. Jornada de Actualización Calidad del grano de maíz para la industria y la producción en bovinos.; 2013 [cited 2023 Septiembre 28. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/296381118.pdf>.
15. García Rodríguez M. Eficiencia de Recibo y Secado de Maíz en la Planta de Pre-acondicionamiento de Zamorano Honduras: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana,2016; 2000.
16. Primicias. Ecuador tiene suministro de maíz garantizado solo hasta octubre. *Economía*. 2023 Junio.
17. Ministerio de Agricultura PyA. El almacenamiento y la conservación de granos. In Márquez L, Pozzolo Ó. *Agrotécnica. Cuadernos de Agronomía y Tecnología*.; 2012. p. 60-64.
18. Marquez L, Pozzolo Ó. <https://www.mapa.gob.es>. [Online].; 202 [cited 2023 Septiembre 28. Available from: [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/conserv-grano-partel\\_tcm30-58512.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/conserv-grano-partel_tcm30-58512.pdf).

19. Santana Parrales FA, Mera Zambrano EC. Técnicas de Secado y Calidad de Grano de Maíz (ZEA MAYS L). Revista Científica MQR Investigar. 2021 Diciembre; 5(4).
20. Ministerio de Agricultura AyMA. Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero. (secado y almacenamiento de los granos).; 2012 [cited 2023 Septiembre 28. Available from: [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/secado-grano\\_tcm30-58515.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/secado-grano_tcm30-58515.pdf).
21. Bajus P, Mraz M, Rigo I, Findura P, Fürstenzeller , Kielbasa , et al. The influence of drying temperature and moisture of corn seeds planted on their damage. Sciendo. 2019; 23(1): p. 5-12.
22. de Dios CA. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. [Online].; 1996. Available from: <https://www.fao.org/3/x5028s/X5028S02.htm>.
23. Iqba J, Ahmad. Comparative performance of selected ear-corn drying. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014; 9(4).

**Received: 26 September 2023 / Accepted: 15 April 2023 / Published: 15 December 2023**

Citation: Mancheno E, Moreira M, Jácome W, Padilla K y Remache M. Caracterización del secado del maíz duro amarillo en el Cantón Quevedo. Revis Bionatura 2023;8 (4) 99.  
<http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.99>

**Publisher's Note:** Bionatura stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

**Copyright:** © 2023 by the authors. Submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).