

# Reología de mezclas de harinas de camote y trigo para elaborar pan

## *Rheology of Potato flour Mixes and Wheat to Make Bread*

MSc. Ely Fernando Sacón-Verd<sup>I</sup>, saconeli@hotmail.com, Ing. Ingrid Ibeth Bernal-Bailón<sup>I</sup>,  
MSc Alex Alberto Dueñas-Rivadeneira<sup>II</sup>, MSc. Gloria Annabell Cobeña-Ruíz<sup>III</sup>,  
Dra. Nancy López-Bello<sup>IV</sup>

<sup>I</sup>Carrera de agroindustrias, Escuela Superior Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico el Limón Manabí, Ecuador; <sup>II</sup>Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Ecuador; <sup>III</sup>Programa Yuca-camote de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, <sup>IV</sup>Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Cuba

### Resumen

Evaluar las propiedades reológicas de mezclas de harinas de *Ipomoea batata* y *Triticum vulgare* para la elaboración de masas panarias, fue el objetivo de esta investigación para ello se empleó un diseño completamente al azar, como tratamientos se emplearon las harinas de camote de las variedades: Toquecita, Guayaco Morado, Morado Ecuador, Morado Brasil e Ina en una relación 30/70 (harina de camote/harina de trigo respectivamente). Las variables reológicas: absorción de agua, tiempo de desarrollo, debilitamiento de la masa, estabilidad, índice de absorción de agua (C1), índice de amasado (C2), índice de fuerza del gluten (C3), índice de viscosidad del gel (C4), índice de resistencia de la amilasa (C5) e índice de retrogradación del almidón (C6) fueron evaluadas con el equipo Mixolab. Los resultados demostraron que la variedad Morado Brasil evidenció mejores características de las mezclas de harinas recomendables para el proceso de panificación atendiendo a estos índices.

**Palabras clave:** camote, harinas, pan, trigo, reología.

### Abstract

Evaluate the rheological properties of flour mixes *Ipomoea batata* and *Triticum vulgare* for the preparation of bread dough, was the goal of this research for it a completely randomized design, as treatments sweet potato flour was used varieties are used: Toquecita, Guayaco Purple, Purple Ecuador, Brazil and Ina Purple in a 30/70 ratio (sweet potato flour / wheat flour respectively). The rheological variables: water absorption, development time, weakening of the dough stability, water absorption index (C1), mixing rate (C2), gluten strength index (C3), gel viscosity (C4), resistance index amylase (C5) and starch retro gradation index (C6) were evaluated with Mixolab equipment. The results showed that the variety Purple Brazil showed better characteristics of flours recommended premixes for the baking process in response to these indices

**Keywords:** sweet potato, flours, bread, wheat, rheology.

## **Introducción**

En países donde las condiciones climáticas no son apropiadas para el cultivo del *Triticum vulgare* (trigo) y que dependen de la importación para la fabricación del pan, ha incitado a la unión de esfuerzos para encontrar suplentes adecuados del trigo y nuevas alternativas en productos de panadería. Una gran cantidad de estudios revelan que el calentamiento global afectaría los cultivos de trigo, siendo este cultivo uno de los más afectados al no resistir cambios de temperaturas tan altos. El Ecuador es un país privilegiado no solo en recursos agrícolas, sino también en otros aspectos tales como el clima, humedad relativa y su suelo, haciendo este último apto para todo tipo de cultivo, uno de ellos es la especie *Ipomoea Batata* (camote); el cual es un tubérculo de fácil propagación, con pocos requerimientos de agua y fertilizantes [7]. Dicha planta en el país no está siendo aprovechada, pese a ser una excelente alternativa alimenticia en la elaboración de diversos productos.

En cuanto a contenido nutricional [8] se manifiesta que el camote es un alimento de alta energía, cuyas raíces tienen un contenido de carbohidratos totales de 25 a 30 %, de los cuales el 98 % son considerados fácilmente digeribles; consecuentemente es ideal para elaboración de harinas como subproducto. Actualmente, en el Ecuador se cultivan alrededor de 17 variedades de camote según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador [5]. Este organismo explica que el conocimiento que se tiene con respecto a los procesos industriales a los cuales se pueden someter a esta especie es poco, más aun con respecto a las características físico-químicas y reológicas propias del camote, las cuales difieren dependiendo de las variedades.

La sustitución parcial de la harina de trigo por tipos de variedades de camote en la elaboración de masa panaria, generaría información de las características reológicas en la calidad panadera para su uso en el ámbito industrial.

### ***Materiales y métodos***

El desarrollo de esta investigación se realizó en el laboratorio de bromatología y talleres agroindustriales de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), ubicado en el Campus Politécnico,

de la ciudad de Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí-Ecuador y parte de los análisis de laboratorios para determinar la calidad panadera se efectuó en la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en la provincia de Tungurahua.

#### *Diseño experimental*

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 5 tratamientos, 5 réplicas por cada uno. Cada tratamiento estuvo formado por una variedad de camote: t1 (harina de camote Toquecita al 30% en la pre mezcla), t2 (harina de camote Guayaco Morado al 30% en la pre mezcla), t3 (harina de camote Morado Ecuador al 30% en la pre mezcla), t4 (harina de camote Morado Brasil al 30% en la pre mezcla) y t5 (harina de camote Una al 30% en la pre mezcla).

#### *Unidad experimental*

Se utilizó como unidad experimental un 1kg de masa a la que se le asignaron los tratamientos en una relación 30 % de harina de camote de cada variedad en estudio y 70 % harina de trigo.

#### *Métodos de análisis de laboratorio*

Se analizaron las siguientes variables: Absorción de agua, tiempo de desarrollo, debilitamiento de la masa, estabilidad; índice de absorción de agua (C1), índice de fuerza del gluten (C2), índice de resistencia de la amilasa (C3), índice de amasado (C4), índice de viscosidad del gel (C5), índice de retrogradación del almidón (C6); los análisis indicados se efectuaron en el Mixolab simulador marca Chopin [2].

El estudio estadístico que respalda la investigación fue un análisis de varianza empleando el software SPSS 21 versión libre.

#### *Resultados y discusión*

Las variables en estudio no cumplieron con los supuestos de Normalidad y Homogeneidad por lo que se procedió a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis que se detalla en la tabla1.

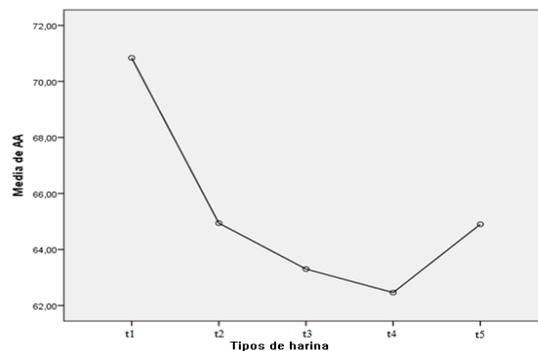
**Tabla1**  
**Prueba de Kruskal-Wallis con un nivel significancia del 5 %**

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1. La distribución de AA es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
2. La distribución de TD es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
3. La distribución de Debilitamiento es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
4. La distribución de Estabilidad es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
5. La distribución de C1 es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
6. La distribución de C2 es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
7. La distribución de C3 es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
8. La distribución de C4 es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula
9. La distribución de C5 es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
10. La distribución de C6 es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	,016	Rechazar la hipótesis nula
11. La distribución de G.H es la misma entre las categorías del Factor_A	Pruebas de Kruskal Wallis de muestras independientes	0,112	Retener la hipótesis nula

Tomando en cuenta los valores de probabilidad de Kruskal-Wallis, se muestra que para la variable G.H (gluten húmedo) no existe significancia con un valor de 0,112 siendo este valor mayor que la significancia de la prueba P 0,05; en cuanto que para las demás variables en estudio se observa que sus valores

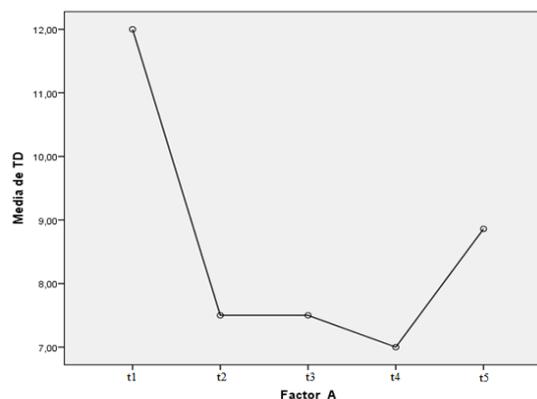
son menores a la significancia de la prueba ( $p < 0,05$ ), de esta forma se procede a establecer cuál de los tratamientos difieren entre sí.

La Absorción de agua (AA). En la figura 1 se observa que el t4 (variedad Morado Brasil) posee el porcentaje óptimo de absorción de agua, siendo este valor muy cercano a los establecidos en otros estudio [3] donde explican que la absorción de agua es un valor de gran importancia en panificación, cuyos valores típicos se encuentran entre 59 y 62 %.



**Fig. 1 Incidencia de la absorción de agua (AA).**

Para el Tiempo de desarrollo (TD) en la figura 2 se observa que el t4 (Morado Brasil) con un tiempo de desarrollo cercano al establecido es satisfactorio obteniendo el mismo el valor de 4.5 para harina de trigo [6].



**Fig. 2 Incidencia del tiempo de desarrollo.**

El debilitamiento de la masa según Chopin Technologies (2009) [2]. indica que con un valor inferior de 0,5Nm proporcionan una masa con una tenacidad adecuada, dentro de este rango se encuentra el tratamiento t1, el mismo autor

manifiesta que valores superiores al indicado anteriormente proporcionan una masa con una tenacidad elevada, lo cual provoca un pan de bajo volumen véase figura 2.

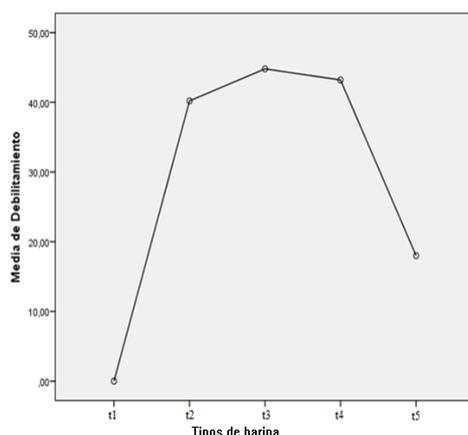


Fig. 3 Incidencia del debilitamiento.

En cuanto a Estabilidad los resultados de la figura 3 ubican como mejor tratamiento al t1 (toquecita) con mayor tiempo de estabilidad, [11] a este tipo de harina (t1) como fuerte.

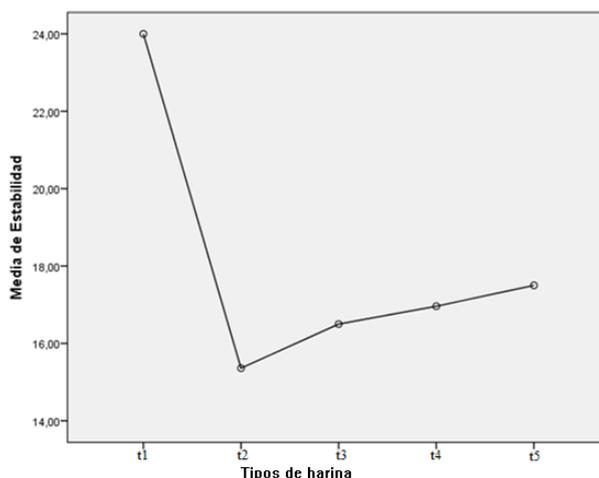
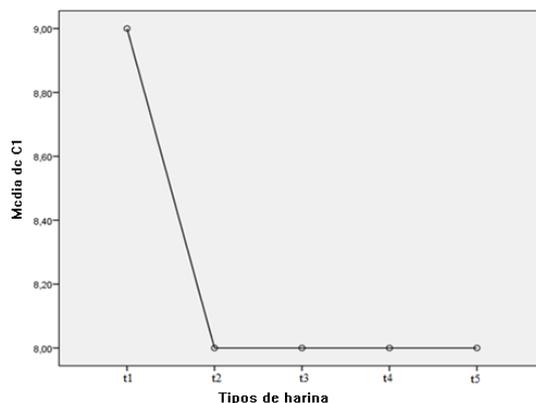


Fig. 4 Incidencia de la estabilidad.

#### *Índice de absorción de agua.C1*

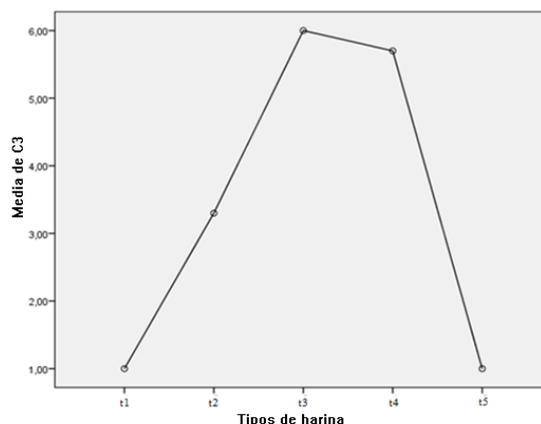
La variable índice de absorción de agua explica que el potencial de hidratación de las harinas se ve reflejado en su capacidad de absorber agua hasta formar una masa visco elástica; cabe indicar que ningunas de las harinas empleadas [3] [4] ya que las harinas de trigo precocidas poseen un índice de absorción de agua de 4,06. El índice de absorción de agua depende del

contenido de proteína, de la presencia de gránulos de almidón dañado y del tamaño de partículas [1]. Según los datos del **figura 4** se denota que el tratamiento t1 (variedad toquecita) posee un mayor índice de absorción de agua, sin embargo los tratamientos t2, t3, t4 y t5 se ubican más aproximadas al rango establecido con un índice de absorción de agua bajo. Demostrando ser harinas que pueden generar buen rendimiento en la panificación.



**Fig. 5 Incidencia del Índice de Absorción de agua.**

El índice de fuerza del gluten véase los resultados de la figura 5 ubican a los tratamientos t3 y t4 (Morado ecuador y Morado Brasil, respectivamente) con un contenido muy alto de gluten [6]

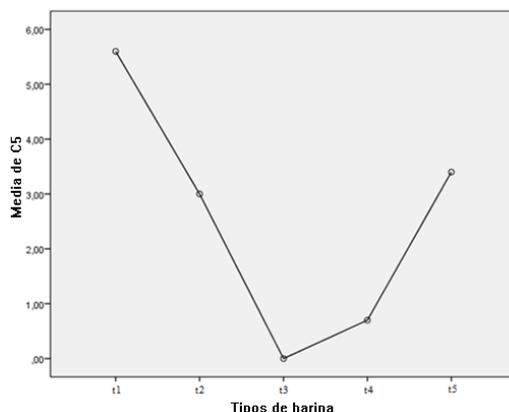


**Fig. 6 Incidencia del Índice de fuerza del gluten.**

### *Índice Amilasa C3*

En la figura 6 se aprecia que el tratamiento t3 con menor índice de amilasas seguido del tratamiento t4, lo cual demuestra una baja actividad amilásica y bajo daño del almidón. Dichos valores se encuentran dentro de los parámetros

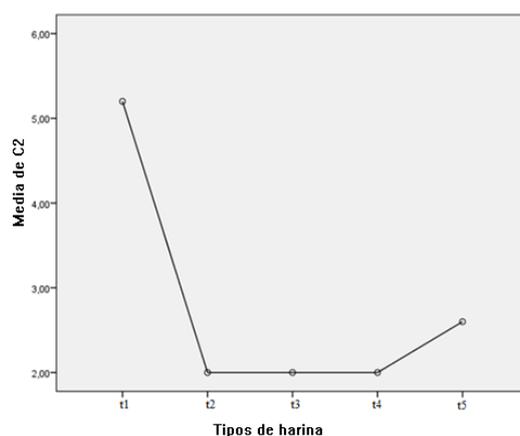
de calidad reportado para otras harinas [12] el cual es de 1,49. La viscosidad y el índice de resistencia de la amilasa tienen una relación indirectamente proporcional [9].



**Fig. 7 Incidencia del índice de amilasa.**

#### *Índice de Amasado C4*

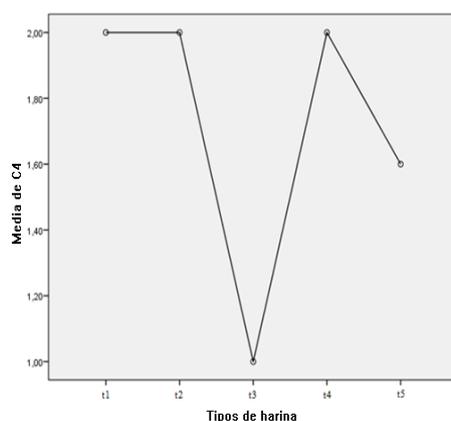
En cuanto a índice de amasado como se aprecia en la figura 7 los tratamientos t2, t3, t4 y t5, presentaron los menores índices de amasado, ya que se necesita una harina con un índice de 1,15 como requerimiento para elaborar pan [12].



**Fig. 8 Incidencia del Índice de amasado.**

#### *Índice de Viscosidad C5*

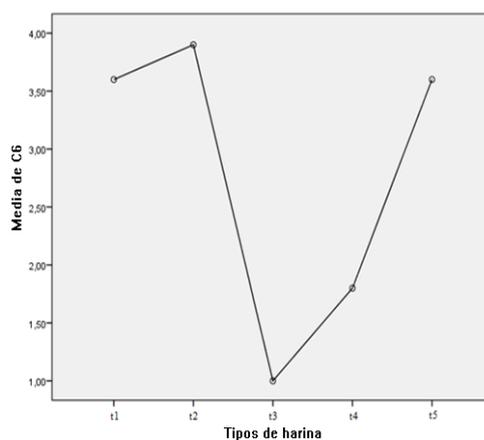
Para el índice de viscosidad del gel como se evidencia en la figura 8 ningunos de los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros cuyos valores deben fluctuar entre 8 y 9 [10].



**Fig. 9** Incidencia del índice de viscosidad.

### *Índice de retrogradación del almidón C6*

Para conservar un mayor tiempo de vida útil del pan el valor de retrogradación del almidón debe de ser 2,16 [12] Otros autores reportaron valores inferiores logrando aumentar el tiempo de vida útil del pan [10]. En la figura 9 se puede apreciar que los tratamientos t3 y t4 están dentro de los parámetros de retrogradación aceptables [9].



**Fig. 10** Incidencia del índice de retrogradación del almidón.

## Conclusiones

- 1. En los análisis reológicos realizados a las mezclas de masa panaria de harinas de camote con harina de trigo, el tratamiento t4 correspondiente a la variedad Morado Brasil evidenció mejores características que las otras mezclas en las etapas de absorción de agua, tiempo de desarrollo, índice de fuerza del gluten e índice de**

**retrogradación del almidón; demostrando ser una harina recomendable para el proceso de panificación y para su generalización industrial.**

## Bibliografía

1. CHAGMAN, G. y ZAPATA, J., “Sustitución parcial de harina de trigo por harina de (*Triticumaestivum*) L por harina de Kiwicha (*amaranthuscaudatus*). usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan”. *Revista socQuím Perú*. 2010. Vol 76, núm. 4, p 377-388.
2. GUERRA, A., “Estudio de la utilización de la harina de mashua (*tropaeolumtuberosum*) en la obtención del pan de molde”. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador 2013.
3. HENAO, S. Y ARISTIZÁBAL, J., “Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación”. *Rev Ingeniería e investigación*. Colombia. 2009. Vol 29, núm. 1, p 39-46.
4. HERNÁNDEZ, B. GUERRA, M Y RIVERO, F. “Obtención y caracterización de harinas compuestas de endospermo - germen de maíz y su uso en la preparación de arepas”. *Cienc. Tecno. Aliment*. Brasil. 1999. Vol 19, núm. 2, p 72-84.
5. Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, (INIAP). Evaluación de materiales de camote en la Provincia de Manabí. Programa Yuca-Camote. [en línea]. Consultado 10 de abril 2015 disponible en Internet: [www.iniap.gob.ec/nsite/index.php](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php)
6. LASCANO, A. “Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: Cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), trigo (*Triticum vulgare*) y tubérculos: papa (*Solanum tuberosum*) nacionales con trigo (*Triticum vulgare*) importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias” [Tesis de pregrado] Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ingeniería en Alimentos Ecuador, 2010.
7. LINARES, E.; BY E, R; RAMÍREZ, D; PEREDA, R. 2008. *El camote. Conabio* [en línea]. Consultado 11 de Marzo de 2015 Biodiversitas/Articulos/biodiv81art3.pdf disponible en Web: <http://www.biodiversidad.gob.mx/> .
8. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO). *Características generales del Camote* [en línea]. [ref. 24 de abril. 2014]. Disponible en Web:[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/pfrescos/camote.htm](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/pfrescos/camote.htm)
9. PAZMIÑO, M., “Determinación del perfil de la harina de trigo (*Genustriticum*) tipo panadera elaborada en molinos cordillera - sucesores de jacobó paredes m.s.a.” [Tesis de pregrado] Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. Ciencias de la Ingeniería, 2013.

10. RONQUILLO, H., “Estudio del efecto de la adición de la enzima alfa amilasa en un pan tipo muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo”. [ Tesis de pregrado] Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. Ingeniería en Alimentos, 2012.
11. SANDOVAL, G. ÀLVAREZ, M. PAREDES, M. Y LASCANO, A., “Estudio reológico de las mezclas de harinas: trigo (*Triticum vulgare*), cebada (*Hordeum vulgare*) y papas (*Solanum tuberosum*) para la utilización en la elaboración de pan”. *Scientia Agropecuaria*. Perú. 2012. Vol 2 núm. 1 p 123-131.
12. TOAQUIZA, A., “Evaluación del efecto de enzimas (gluco-oxidasas, hemicelulasas) y emulsificantes (estearilactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo 73 nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo”. [Tesis de pregrado] Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. Ingeniería en Alimentos, 2011.