



1209

ABR 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

RE CIBI DO	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
	136 12 ABR 2013
	HORA: 9.05
	FIRMA: <i>[Signature]</i>

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE

ALIMENTOS

INFORME FINAL DE INVESTIGACION

TITULO:

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
RECEBIDO 231 12 ABR. 2013
<i>[Signature]</i>
CENTRO DE DOCUMENTACION CIENTIFICA Y TRADUCCIONES

“ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS FÍSICOS PARA EVALUAR LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA ALFA AMILASA EN LA HARINA DE TRIGO”

(Resolución Rectoral N°338-2012 R. del 26 de Abril de 2012)

(01 de Abril del 2012 al 31 de Marzo del 2013)

INVESTIGADOR RESPONSABLE:

Ing. Braulio Bustamante Oyague

Año

2013



*[Signature]*

## INDICE /

RESUMEN /	5
I. INTRODUCCIÓN /	
1.1 Planteamiento del problema de investigación	6
1.2 Objetivos y alcances de la investigación	7
1.3 Importancia y justificación de la investigación	8
1.3.1 Importancia	8
<b>1.3.2</b> Justificación de la investigación	9
II. MARCO TEORICO /	9
2.1 Antecedentes	9
2.2. Base Teóricas	11
III. MATERIALES Y METODOS /	14
3.1 Lugar de ejecución	14
3.2 Materiales y Métodos de análisis	14
3.2.1 Determinación del Universo	14
3.2.2 Técnicas de recopilación de datos	15
3.2.3 Técnicas estadísticas	19
IV. RESULTADOS /	
4.1 Análisis de Espectrofotometría realizado a la harina con diferentes concentración de alfa amilasa	19

4.2. Análisis de Falling Number (índice de caída) realizado a la harina con diferente concentración de alfa amilasa.	21
4.3 Análisis Estadísticos	21
V. DISCUSION	25
VI. RECOMENDACIONES	27
VII. BIBLIOGRAFIA <i>2 PÉDICES</i>	27

*LISTA DE ANEXOS*  
n

**LISTA DE CUADROS** *ANEXOS*

CUADRO N°01 Resultados del Análisis Espectrofotométrico	19
CUADRO N° 02 Datos ajustado de la curva patron	20
CUADRO N° 03 Resultado del Método del Falling Number	21

**LISTA DE TABLAS**

TABLA N°01 Tabla de equivalencia entre absorbancias e índice de caída	25
--	----

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA N°01 Diagrama de Elaboración de la Curva Patrón de los niveles de concentración de la alfa amilasa presente en la harina de trigo	16
FIGURA N°02 EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRO	17
FIGURA N°03 EQUIPO DE FALLING NUMBER	18

## LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO N°01 CURVA PATRON	20
GRAFICO N°02 Regresión Lineal ajustada	22
GRAFICO N°03 Regresión cuadrática ajustada	23
GRAFICO N°04 Regresión cubica ajustada	24



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el Estudios comparativos de los índice de caída versus la absorbancias obtenidas con diferentes niveles de adición de la enzima alfa amilasa en la harina de trigo, los análisis se llevaron a cabo en los laboratorios de Chucuito de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao, y el laboratorio de Calidad de la empresa Molitaria

Se obtuvieron los siguientes resultados del análisis espectrofotométricos siendo las absorbancias las siguientes para los valores de adición de enzimas; (0.76), 0.2 (0.53), 0.3 (0.42), 0.4 (0.36), 0.5 (0.29), 0.6 (0.22), 0.7 (0.12) y para los valores de índice de caída fueron los siguientes: 0.1 (265), 0.2 (245), 0.3 (233), 0.4 (210), 0.5 (187), 0.6 (174), 0.7 (140).

Se realizó el análisis de regresión dando como resultado los siguientes valores de coeficiente de determinación lineal (91.3%), cuadrática (99%) y cubica (99.2%) y sus respectivos coeficiente de correlación (0.956), (0.995) y (0.996)

Los datos absorbancias versus índice de caída se correlacionan mejor con una ecuación de tipo cubica tal como muestra los coeficientes mostrados, existiendo una correlación positiva siendo su ecuación cubica la siguiente  $y = 101.9 + 313.5 x + 66.7 x^2 - 259.8 x^3$ . Apartir de esa ecuación se puede elaborar una tabla de equivalencia entre ambos métodos físicos



## I. INTRODUCCION

### 1.1 Planteamiento del problema de investigación

Existen la problemática de poder evaluar la actividad enzimático de la alfa amilasa en la harina de trigo por otros métodos físicos existente, tales como el espectrofotométrico que es muy fiables sus resultados debido a la precisión de sus resultados, en la actualidad existe solamente dos métodos reconocidos entre ellos tenemos el falling number ( índice de caída) y el amilograma que se obtiene de equipo amilografo, ambos son equipos altamente específicos para esa determinación, en cambio el espectrofotómetro es un equipo muy versátil que se puede utilizar para diversas determinación cuantitativas mediante la medición de la absorbancia o transmitancia, siendo muy práctico para estudios comparativos de menor precisión que los equipos altamente específicos mencionado anteriormente

El presente proyecto tiene como finalidad determinar un estudio comparativos de los resultados obtenidos con el falling number y el espectrofotómetro para así obtener una escala de equivalencias entre el índice de caída y la absorbancia resultantes, Para ello se evaluada en muestras de harina de trigo con diferente niveles de alfa amilasa, con el fin de obtener una curva patrón y con ello una equivalencia con el indice de caída.



El problema se enuncia de la siguiente manera

¿En qué medida el resultado del índice de caída tiene correlación con la absorbancia resultantes de las muestras de harina de trigo?

## 1.2 Objetivos y Alcances de la Investigación

### a. Objetivo General

Estudios comparativos del índice de caída versus la absorbancias obtenidas con diferentes niveles de adición de la enzima alfa amilasa en la harina de trigo

### b. Objetivos específicos:

- a) Determinar el índice de caída en la harina con 07 niveles de adición de la enzima alfa amilasa
- b) Construir una curva patrón de la absorbancias de muestras de harinas gelatinizadas con 07 niveles de adición de la enzima alfa amilasa
- c) Determinar una escala de equivalencias entre los dos métodos físicos
- d) Determinar el tipo de correlación entre los resultados del falling number y la absorbancias obtenidas por el espectrofotómetro

### Alcances

La investigación que se emprende es de tipo aplicada, porque tiene como propósito resolver un problema de naturaleza practica aplicando sus resultados; es explicativa, porque además de medir variables, pretende estudiar las relaciones existentes entre ellas; es cuantitativa porque se centra



en la cuantificación del problema; y es experimental por que estudia observaciones dirigidas y resultados provocados manipulados y controlados

Los sectores que se verán beneficiados, con los resultados de la presente investigación, lo constituyen las empresas del sector molinero dedicadas a la producción de harina de trigo. Así mismo, los beneficiados colaterales lo constituyen el sector académico, profesional y técnico dedicados a la industria de alimentos.

### **1.3. Importancia y justificación de la investigación**

#### **1.3.1 Importancia**

El estudio de los índice de caída versus la absorbancias obtenidas con diferentes niveles de adición de la enzima alfa amilasa en la harina de trigo es importante:

- a). Porque, permitirá obtener resultados equivalentes entre dos métodos físicos
- b) Porque, el conocimiento de los resultados permitiría:
  - El uso del método espectrofotométrico con fines comparativos para Evaluar la actividad enzimática de la alfa amilasa en harinas en anaquel.
  - El empresario molinero tendrá mayores alternativas para evaluar el Método del Falling Number por el espectrofotométrico
  - Los profesionales en el sector de molinero podrán utilizar los valores De equivalencias obtenidos por los dos métodos para ser utilizarlo en desarrollar una nueva escala de evaluación de la actividad amilasica





c). Porque, permitirá utilizar el método espectrofotométrico para evaluar la actividad amilásica cuando no se tenga un equipo de falling number o un amilógrafo para su evaluación produciendo resultados aceptables.

### **1.3.2. Justificación de la investigación**

Las razones que motivaron la realización del presente estudio son:

- a) Porque, el análisis de falling number es muy limitado solo para evaluar harinas recientemente molidas, no pudiéndose utilizar para evaluar actividad enzimática con adición de la enzima alfa amilasa de diferente origen.
- b) Porque, existe en la actualidad una necesidad de realizar estudios con métodos alternativo prácticos, rápidos y confiables para estudiar enzimas en diversas harinas con fines de mejorar la calidad fermentativa y del productos final de panificación.
- c) Porque los resultados que se obtengan del presente estudio permitirán enfocar nuevas técnicas de análisis de la actividad enzimática, guiándose de la escala determinada.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1 Antecedentes**

En cuanto a la nomenclatura de las enzimas de la familia amilasa, mundialmente se reconoce a la comisión enzimología (E.C.) quien es el



encargado de identificar a todas y cada una de las enzimas existentes. Este instituto reconoce la enzima alfa-Amilasa como E.C. 3.2.1.1. Su nombre sistemático es alfa-1,4-glucan-4-glucanohidrolasa. Otros nombres comunes en el comercio y el ámbito científico son glucogenasa y endoamilasa. Estas se caracterizan en llevar a cabo la reacción de endohidrólisis que se sitúa de los enlaces 1,4-alfa-D-glucosídicos en polisacáridos que contienen 3 o más enlaces 1,4-alfa-D-glucosídicos. Los grupos reducidos son liberados en una configuración alfa. Este término alfa, está relacionado con la configuración anomérica inicial de los grupos de azúcares liberados<sup>1</sup>.

La espectrofotometría UV-visible es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. Se basa en que las moléculas absorben las radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración (**Ley de Lambert-Beer**). Para hacer este tipo de medidas se emplea un espectrofotómetro, en el que se puede seleccionar la longitud de onda de la luz que pasa por una solución y medir la cantidad de luz absorbida por la misma.<sup>2</sup>

Se tomarán 3 ml de muestra de la fermentación cada 3 horas, a las cuales se le se agregan del reactivo yoduro-yodato y se realizarán lecturas de absorbancia a una longitud de onda de 620 nm. Los datos se compararán con la curva estándar preparada con harina de yuca para determinar la concentración presente de sustrato en la muestra<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> IUBMB, Enzyme Nomenclature. [en línea].

<<http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/EC3/2/1/2.html>>. [consultado el 10 de febrero de 2008]

2. Nieves Abril Díaz, *Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, 14004-Córdoba. 2005*

3. CHERRY H.M.; HOSSAIN Towhid; ANWAR M.N. *Extracellular Glucoamylase from the Isolate Aspergillus fumigates*. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2004. p. 1989.



En la actualidad no existen antecedentes similares al presente trabajo de investigación

## 2.2. BASE TEORICAS.

Para que la concentración de una sustancia pueda ser determinada con base en su propiedad de absorber energía radiante, debe existir una correspondencia lineal entre su concentración y la magnitud de su absorción, en alguna región del espectro electromagnético. Este requisito se expresa también diciendo que la sustancia debe cumplir la ley de Lamber-Beert, ecuación que expresa la relación matemática entre la concentración de una sustancia y la magnitud de su absorción de energía. De acuerdo con esta ley.

En donde T es la "trasmitancia" o cociente entre la intensidad de la luz emergente, IE y la intensidad de la luz incidente, I<sub>o</sub>.  $T = IE/I_o$ .

A su vez "b" es el camino óptico o ancho de celda y "K", la "absortividad" del medio, una constante de proporcionalidad. El término "Ln T" se conoce como "absorbancia" y así:

$$- \ln IE/I_o = Kbc = A \text{ (ley de Lamber-Beert)}$$

O bien, en términos decimales:

$$- A = 2,303 Kbc$$

Nótese que si el "camino óptico", "b" se mantiene constante para un conjunto de mediciones, entonces la "absorbancia" dependerá solo de la concentración de la sustancia absorbente,  $A=Kc$ .

En los inicios de esta técnica, las mediciones se efectuaban construyendo primero una curva de calibración de absorbancia "vs" concentración para la

cual la especie en estudio y luego se interpolaba, las absorbancias de las muestras.

En la actualidad los espectrofotómetros disponibles en el mercado almacenan en su memoria un gran número de curvas de calibración para el análisis de diversas especies, en diversas escalas de concentración, de tal suerte, que el procedimiento de medida generalmente se limita a la selección del método de instrumento y a la lectura de las muestras.

Pese a la complejidad aparente de los métodos fotométricos, también es posible medir con gran precisión muchas sustancias coloreadas por fonometría visual o colorimetría. Esta técnica consiste básicamente en la comparación visual del color de una muestra, con la de una serie de patrones adecuadamente preparados.

En general son susceptibles de cuantificar por colorimetría, cualquier sustancia coloreada o fácilmente coloreable por preparación de un derivado. Los métodos fotométricos de análisis constituyen hoy por hoy, una de las herramientas de análisis más versátiles y poderosos que se conocen en el campo de la química analítica.

Una ventaja especializada de los métodos fotométricos la constituye la espectrofotometría de absorción atómica.

## **Amilasas**

El almidón se compone de dos tipos de moléculas de estructura diferente: la amilosa, que está formada por unidades de glucosa que forman cadenas lineales, y de amilopectina, cuyas cadenas de unidades de glucosa están



ramificadas. La producción de azúcares fermentables para la levadura se realiza mediante rotura de estas cadenas de moléculas de glucosa por acción de las amilasas, lo que se denomina hidrólisis enzimática. La eficacia de este proceso depende de la temperatura y del grado de hidratación del almidón.

Su máximo se alcanza cuando se gelifica el almidón, en los inicios de la cocción.

Las amilasas presentes en la harina al inicio del amasado comienzan su actividad en el momento en que se añade el agua. El almidón roto durante la molturación del grano de trigo es más rápidamente hidratado, y por tanto, más fácilmente atacable por las enzimas. Estas, actúan en acción combinada: la alfa amilasa va cortando las cadenas lineales en fracciones de menor longitud, llamadas dextrinas, mientras que la beta amilasa va cortando las cadenas en moléculas de maltosa, formada por dos unidades de glucosa. El contenido en dextrinas parece tener un efecto importante en la capacidad de retención de agua y en la consistencia de la masa; si la harina procede de trigo germinado se produce una excesiva dextrinación y las masas resultan blandas y pegajosas.

Como el contenido en beta amilasa del trigo es generalmente suficiente para la actividad requerida en la fermentación, sólo se controla el contenido de alfa amilasa de las harinas antes de su utilización. Para conocer el nivel de actividad alfa-amilásica se emplean dos técnicas de análisis: el Número de



Caída, cuyos niveles normales están comprendidos entre 250-300 segundos y el Amilograma, que debe estar comprendido entre 400-600 U.B

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Chucuito de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao y el laboratorio de Calidad de la empresa Molitalia S.A

#### **3.2. Materiales y métodos de análisis**

##### **3.2.1 Determinación del Universo**

El universo de estudio lo constituyen la producción total de las harinas de trigo tipo panadera y enzima alfa amilasa de Lima y Callao, que conformada luego las unidades experimentales

##### El tipo de muestra

Aleatorio

Tamaño muestra estará conformada por un 5 kilos de harina panadera y 50 gramos de enzimas alfa amilasa de origen fúngica que servirá para la elaboración de las unidades experimentales.



Donde cada unidad experimental estará constituida por 7 gramos de harina, que sumando con la adición de agua (25ml) y la enzima alfa amilasa (0.1 a 0.7 grs), tendría un peso total de 32.0 gramos aproximadamente, que serviría para las pruebas físicas del índice de caída y espectrofotométricas, la enzima no se encuentra pura sino mezclada con un agente (almidón).

### **3.2.2. Técnicas de recopilación de datos**

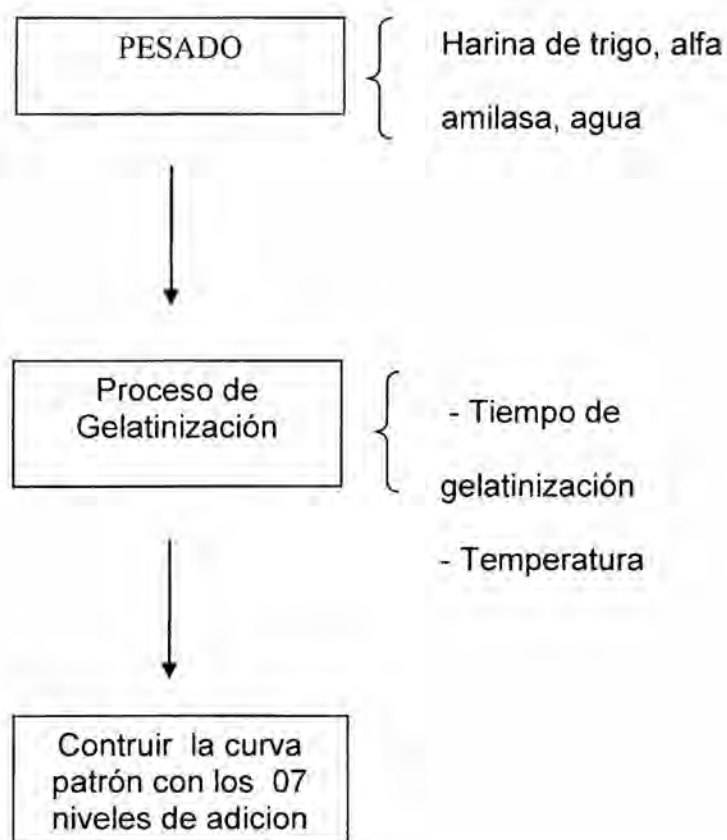
De acuerdo a la información bibliográfica revisada y a las pruebas preliminares y métodos de ensayos estandarizados aplicados en los laboratorios.

#### **A. Determinación de la curva patrón espectrofotometría para los niveles de alfa amilasa presente en la harina de trigo.**

En el figura 01 muestra el flujo de las pruebas de curva patrón de los niveles de concentración de la alfa amilasa presente en la harina de trigo, para lo cual previamente se determinara la longitud de máxima absorvancia de la solución de lugol (disolución de yodo molecular  $I_2$  y yoduro potásico  $KI$  en agua destilada) el cual va servir como indicador del grado de gelatinización de la harina por parte de la enzima alfa amilasa, a mayor grado de gelatinización menor va ser la intensidad y coloración de la reacción con el almidón pudiéndose así cuantificar mediante el equipo.



**Figura N°01: DIAGRAMA DEL ELABORACION DE LA CURVA PATRON DE los niveles de concentración de la alfa amilasa presente en la harina de trigo**



**FUENTE:** Elaboración propia (2012).

Donde se pesaría 7 gramos de harina especial proveniente de Lima y Callao, con diferentes niveles de adición de la enzima alfa amilasa y 25 ml de agua destilada y más la adición del indicador de lugol para la tinción del almidón para poder luego se analizado por el espectrofotómetro tal como se muestra en la figura N°01, para lo cual se realizaría una corrida para determinar la longitud de máxima absorbancia de la muestra



Figura N°02  
Equipo de Espectrofotómetro

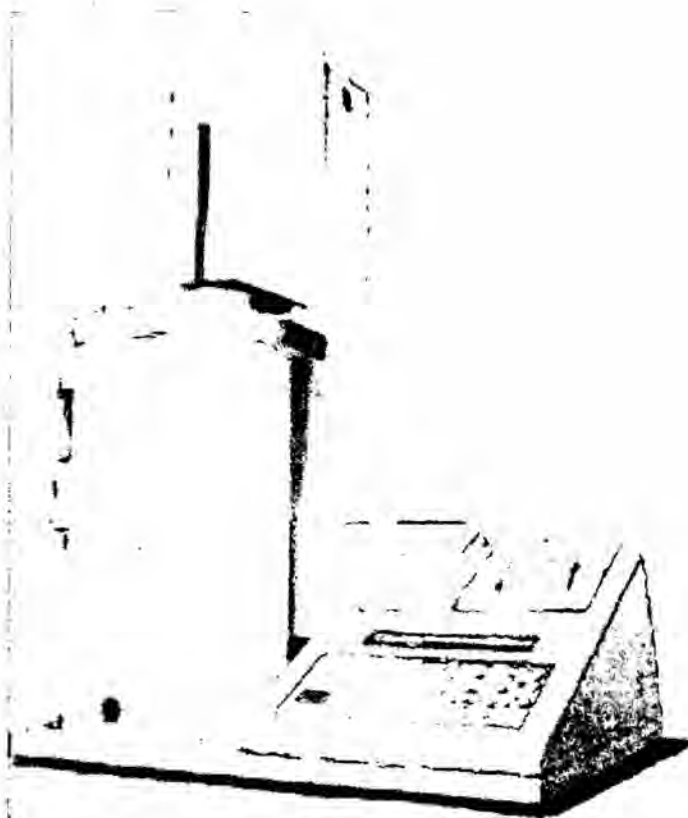


**B. Prueba de Índice de caída (falling number ) para los diferente niveles de alfa amilasa presente en la harina de trigo**

En el caso de las prueba de índice de caída ( falling number), se utilizó el método estandarizado por AACC N° 56-81B, ICC N° 107; ISO N° ISO/DIS 3093, donde se utiliza 7 gramos de harina proveniente de Lima y Callao, donde se adiciona 25 ml de agua destilada, previamente se adicionaría a la harina la enzima alfa amilasa.

Figura N° 03

Equipo de Falling Number



### 3.2.3. Técnicas Estadísticas

Las evaluación estadística, será utilizando el análisis de regresiones, con un nivel de significancia "a" y "K" grados de libert.ad ( ta,k)

## IV. RESULTADOS:

### 4.1 Resultado del Método Espectrofotométrico

CUADRO N° 01

Resultados del Análisis Espectrofotométrico

Numero de prueba	Concentración	Lectura obtenida en Absorbancia
<u>1</u>	0.1	0.76
<u>2</u>	0.2	0.53
<u>3</u>	0.3	0.42
<u>4</u>	0.4	0.36
<u>5</u>	0.5	0.29
<u>6</u>	0.6	0.22
<u>7</u>	0.7	0.12

**FUENTE:** Elaboración propia (2012).

Apartir de esos resultados obtenemos la siguiente:

Ecuación ajustada  $= -0.9536*(C)+0.7671$  (curva patrón)



### Cuadro N°02

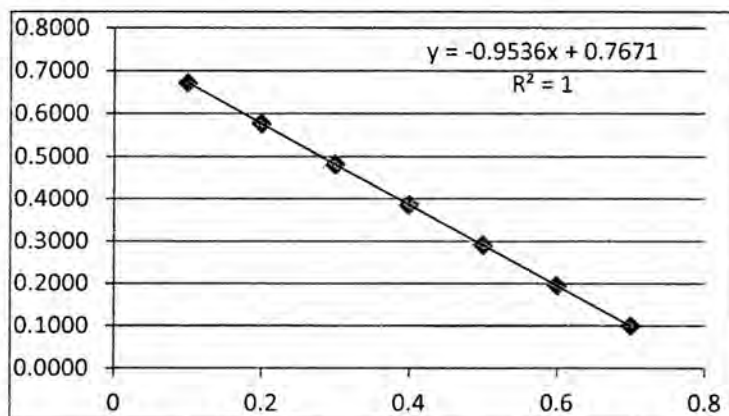
Dato ajustado de la curva patrón

Concentración de enzima adicionada	Absorbancias
0.1	0.6717
0.2	0.5764
0.3	0.4810
0.4	0.3857
0.5	0.2903
0.6	0.1949
0.7	0.0996

**FUENTE:** Elaboración propia (2012).

Grafico N° 01

Curva patrón del análisis espectrofotométrico



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Resultado del Método del Falling Number (índice de caída)

CUADRO N° 03

##### Resultado del Método del Falling Number

Numero de prueba	Concentración	Índice de Caída (segundos)
<u>1</u>	<u>0.1</u>	<u>265</u>
<u>2</u>	<u>0.2</u>	<u>245</u>
<u>3</u>	<u>0.3</u>	<u>233</u>
<u>4</u>	<u>0.4</u>	<u>210</u>
<u>5</u>	<u>0.5</u>	<u>187</u>
<u>6</u>	<u>0.6</u>	<u>174</u>
<u>7</u>	<u>0.7</u>	<u>140</u>

**FUENTE:** Elaboración propia (2012).

Con estos resultados obtenidos se procederá a realizar el análisis de regresión, para determinar el grado de correlación

#### 4.3 ANALISIS ESTADISTICOS

Para los análisis se utilizó el programa estadístico **MINITAB 15**

##### **Análisis de regresión Lineal: C5 vs. C4**

C5= Resultados de absorbancias obtenidas

C4= Resultados de índice de caída obtenidas

La ecuación de regresión es

$$y = 131.7 + 197.0 X$$

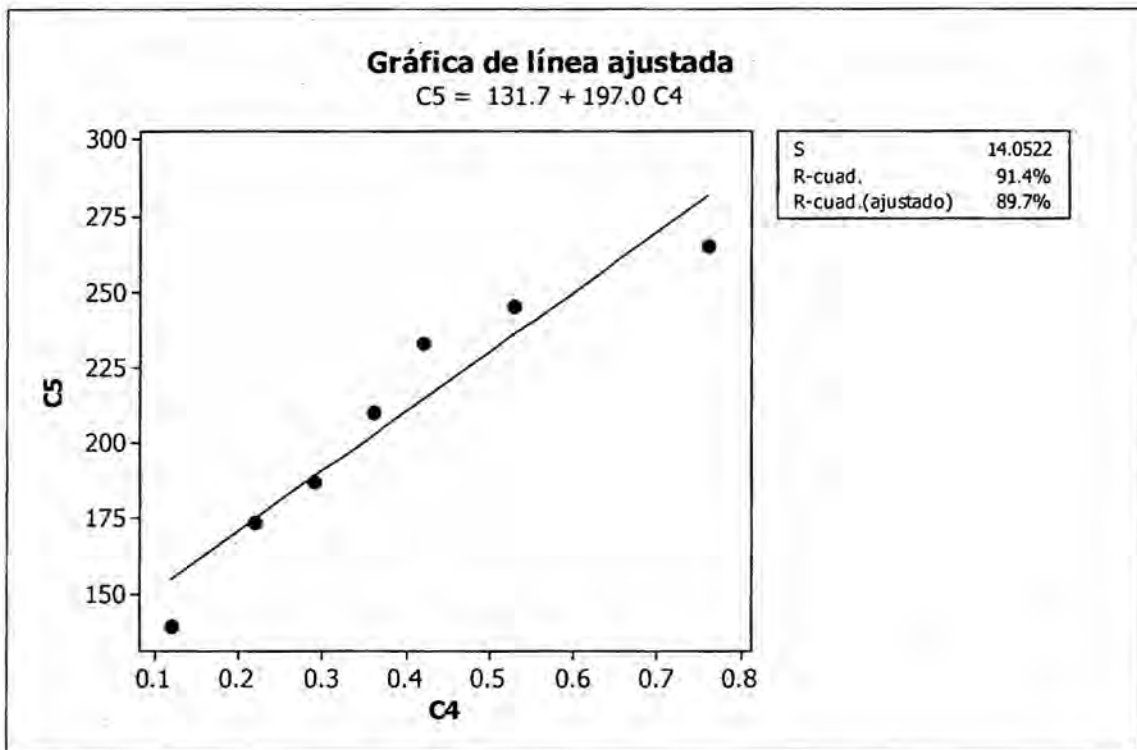
S = 14.0522 R-cuad. = 91.4% r= 0.98 indice de correlacion

**Análisis de varianza**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	10480.1	10480.	1	53.07 0.001
Error	5	987.3	197.5		
Total	6	11467.4			

Grafica N° 01

Regresion Lineal ajustada



FUENTE: Elaboración propia (2012).

### Análisis de regresión cuadrática: C5 vs. C4

C5= Resultados de absorbancias obtenidas

C4= Resultados de índice de caída obtenidas

La ecuación de regresión es

$$y = 89.56 + 438.6 x - 272.2 x^2$$

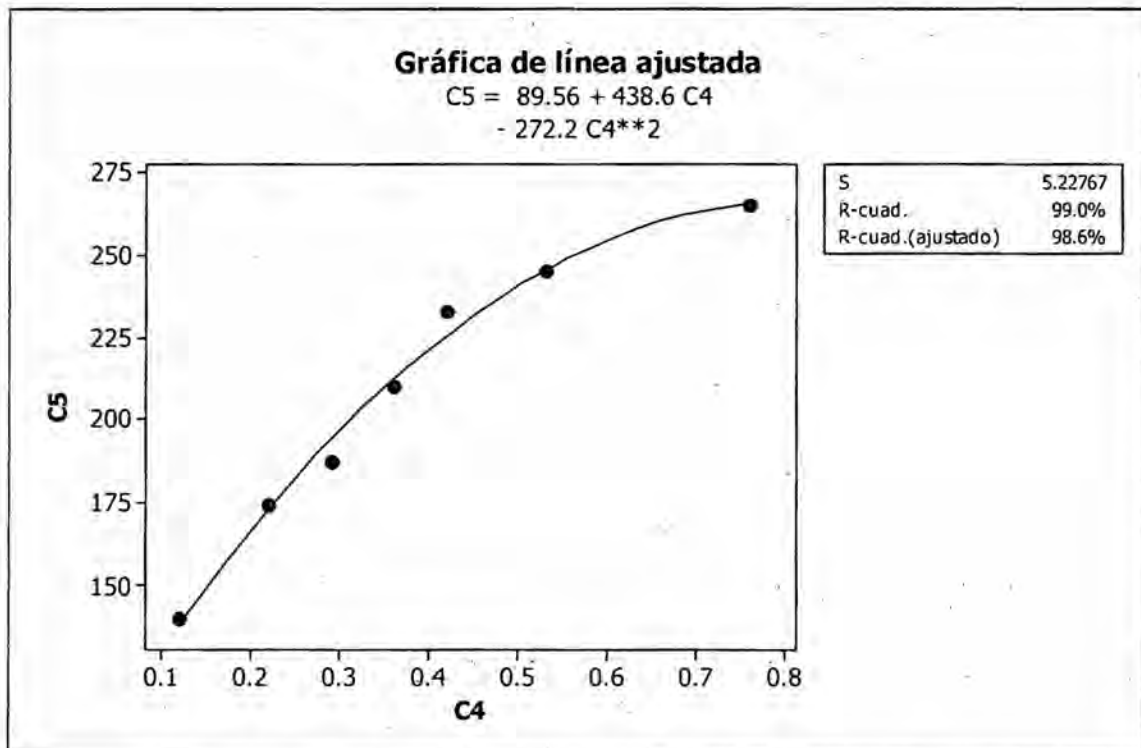
S = 5.22767 R-cuad. = 99.0% r=0.995 índice de correlación

### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	2	11358.1	5679.06	207.81	0.000
Error	4	109.3	27.33		
Total	6	11467.4			

Grafica N° 02

Regresión cuadrática ajustada



FUENTE: Elaboración propia (2012).

**Análisis de regresión cubica: C5 vs. C4**

C5= Resultados de absorbancias obtenidas

C4= Resultados de índice de caída obtenidas

La ecuación de regresión es

$$C5 = 101.9 + 313.5 C4 + 66.7 C4^{**2} - 259.8 C4^{**3}$$

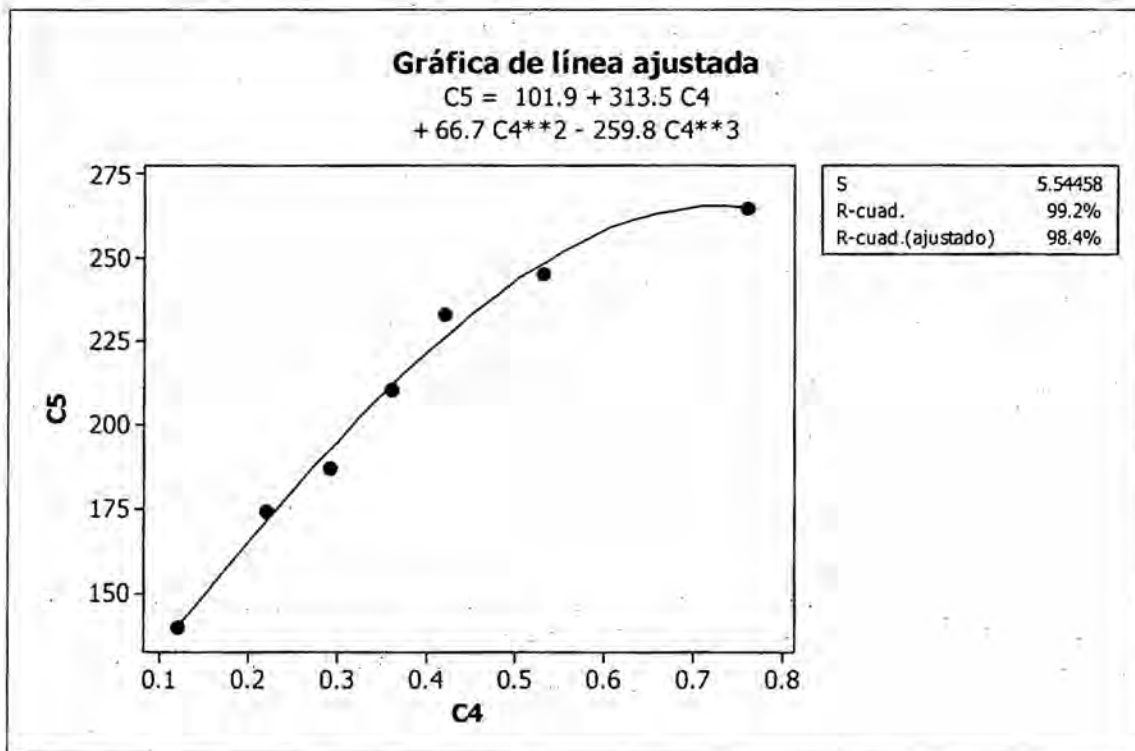
S = 5.54458 R-cuad. = 99.2% r=0.996 índice de correlación

**Análisis de varianza**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	11375.2	3791.73	123.34	0.001
Error	3	92.2	30.74		
Total	6	11467.4			

Grafica N°03

Regresión cubica ajustada



FUENTE: Elaboración propia (2012).



Apartir de la ecuación encontrada cubica ( $101.9 + 313.5x + 66.7x^2 - 259.8x^3$ ), se puede realizar una tabla de equivalencia entre el análisis espectrofotométrico y el índice de caída evaluados.

Tabla N° 01

Tabla de equivalencia entre absorbancias e índice de caída

X	Y
Absorbancia	Indice de Caída
0.9	248.6
0.8	262.3
0.7	264.9
0.6	257.9
0.5	242.8
0.4	221.3
0.3	194.9
0.2	165.2
0.1	133.7
0.0	101.9

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIONES

Con los valores del cuadro N° 01 se construyó la curva patrón (gráfica N°01) donde los valores de absorbancias obtenida a diferente adición de la enzima alfa amilasa, cumple con la ley de Lamber-Beert, en forma negativa debido a que el aumento de la enzima alfa amilasa, origina una disminución del coloración con el reactivo de lugol, debido al desdoblamiento del almidón presente en la harina, apartir de la ecuación de curva patrón ajustada se obtienen los resultados del cuadro N°02



El resultado del índice de caídas obtenidas en el cuadro N°03, se puede observar que a medida que se incrementa la adición de la enzima alfa amilasa, disminuye la viscosidad del gel por el desdoblamiento de la cadena de almidón en moléculas más corta por la acción enzimática. (Charley, H., 1996; Fennema R.O., 2000)

Ello origina que el tiempo de caída del viscosímetro agitador (Manual de operador PERTEN INSTRUMENTS, 1996), sea menor debido a la disminución de la viscosidad del gel, lo cual disminuye la resistencia del agitador cuando es liberado para su conteo en segundo.

El análisis estadístico de regresión se puede evaluar mediante la regresión lineal, cuadrática y cubica para determinar donde existe mayor correlación

En el primer caso tenemos la regresión lineal, donde se obtiene un índice de correlación de 0.98.

En el segundo caso tenemos la regresión cuadrática, donde se obtiene un índice de correlación de 0.995

En el tercer caso tenemos la regresión cubica, donde se obtiene un índice de correlación de 0.996

Por lo tanto la regresión con mayor índice de correlación es la cubica siendo su ecuación la siguiente:  $101.9 + 313.5x + 66.7x^2 - 259.8x^3$  a partir de ella se construyó la tabla de equivalencia entre las absorbancias y el índice de caída, que solo sirve para el rango de absorbancia de 0 a 0.9 siendo el valor máximo cálculo de índice de caída de 249 segundos y el valor mínimo de 102



segundo concluyendo que a menor absorbancias menor será el índice de caída.

Por lo tanto la regresión que mejor se correlaciona los datos de absorbancia e índice de caída es la cubica no la lineal como se había planteado inicialmente.

## VI. RECOMENDACIONES

## VII. BIBLIOGRAFIA:

1. **CHARLEY, H**, Tecnología de Cereales editorial Acribia, 1996
2. **CHERRY H.M.; HOSSAIN Towhid; ANWAR M.N.** *Extracellular Glucoamylase from the Isolate Aspergillus fumigates. Pakistan Journal of Biological Sciences.* 2004. p. 1989.
3. **FENNEMA R.O.** Introducción a la ciencia de los alimentos. Editorial Salvador. (2000)
4. **MANUAL DEL OPERADOR FALLING NUMBER 1500, PERTEN INSTRUMENTS, 1996,**
5. **NIEVES ABRIL DÍAZ**, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, 14004-Córdoba.2005
6. **SALVADOR BADUI, D;** Química de los Alimentos, Cuarta edición, México, 2006
7. **INSTITUTO ADOLFO LUTZ.** Métodos físico-químicos para análisis de alimentos. Coordinadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglia. Sao Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2008.
8. **UBMB,** Enzyme Nomenclature,  
<http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/EC3/2/1/2.html>