

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA**



**OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE MAÍZ OXIDADO PARA
SU POSIBLE USO COMO AGENTE AGLUTINANTE EN LA INDUSTRIA
FARMACÉUTICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

SILVIA YANETH MORALES LÓPEZ

CLAUDIA ADELINA ROQUE MENDOZA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA

FEBRERO 2004

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

**Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador**

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rectora:

Dra. María Isabel Rodríguez

Secretaria General:

Licda. Lidia Margarita Muñoz Vela

Facultad de Química y Farmacia

Decano:

Lic. Salvador Castillo Arévalo

Secretaria:

Licda. Miriam del Carmen Ramos Aguilar

Coordinadora General

Licda. María C. Odette Rauda Acevedo

**Coordinadora de Área de
Industria Farmacéutica, Cosmética y Veterinarios**

Licda. Mercedes Rossana Brito de Gamez

**Coordinadora de Área de
Control de Calidad de Productos Farmacéuticos
Cosméticos, Humanos y Veterinarios**

Mcs. Rocío Ruano de Sandoval

Docentes Directores

Ing. Sergio Armando Maravilla

Lic. Marco Antonio Aquino Campos

AGRADECIMIENTO

Nuestro reconocimiento sincero, a nuestros Docentes Directores:

Lic. Marco A. Aquino Campos

Ing. Sergio Armando Maravilla

Por brindarnos su valiosa colaboración y todo el apoyo científico a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Al Comité de Trabajo de Graduación:

Licda. María C. Odette Rauda Acevedo

Licda. Mercedes Rossana Brito de Gamez

Msc. Rocío Ruano de Sandoval

Por sus acertadas observaciones para mejorar nuestro trabajo.

Y a todas las personas que con su ayuda desinteresada, valiosa y oportuna contribuyeron a la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO.

Por todo su amor y bendiciones, por ser mi Padre, amigo y guía en cada momento de mi vida.

A NUESTRA MADRE SANTISIMA.

Por ser una madre amorosa.

A MIS PADRES.

Rafael A. Morales y María del Carmen de Morales. Por el sacrificio de su trabajo en mi educación, formación y brindarme siempre mucho amor.

A MI ABUELITA. (Q. D. D.G.)

Que desde el cielo celebra conmigo este triunfo.

A MIS HERMANOS Y DEMAS FAMILIA.

Carlos, Douglas y Bladimir. Por brindarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A LOS DOCENTES.

Gracias por sus enseñanzas y consejos transmitidos en esas aulas universitarias y que hoy es momento de ponerlos en practica y en especial a mis Docente Directores ING. SERGIO A. MARAVILLA Y LIC. MARCO A. AQUINO, por la confianza y apoyo brindado.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS.

Por la amistad sincera, los buenos momentos y cariño que me brindan. En especial a mi mejor amiga Patty Morales.

SILVIA MORALES.

El propio conocimiento nos lleva como de la mano a la humildad.

DEDICATORIA

A Dios Todo Poderoso y a la Virgen Santísima por darme la sabiduría necesaria para culminar mi carrera y por haberme brindado la protección en todo momento llenándome de muchas bendiciones que fue la base para alcanzar la meta propuesta.

A mis Padres:

Leitia Celina y Salvador, por haberme dado mis primeras enseñanzas, por todos sus esfuerzos y sacrificios, brindándome todo su incondicional apoyo, amor, confianza y animarme a seguir adelante hasta alcanzar el sueño deseado.

A mi querido Hermano:

Erick Eduardo, una persona muy importante en mi vida, gracias por todo tu cariño y por enseñarme a ver los retos con serenidad y apoyarme en los momentos difíciles para que no desmayara.

A mis amigos, con quienes compartí buenos momentos y por demostrarme que es la verdadera amistad, brindándome sus mejores deseos para culminar exitosamente este trabajo.

A mi compañera de tesis:

Silvia Yaneth, por el entusiasmo y constante esfuerzo puesto en este Trabajo de Graduación.

CLAUDIA ADELINA ROQUE MENDOZA

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	xiii
II. OBJETIVOS	
2.1 Objetivo General	16
2.2 Objetivos Específicos	
III. MARCO TEÓRICO	
Diluyentes	19
Absorbentes	20
Aglutinantes	20
Desintegrantes	21
Lubricantes	22
Almidones Modificados	23
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	25
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	Pág.
N° 1 Estructura de Amilosa	1
N° 2 Estructura de Amilopectina	2
N° 3 Certificado de Análisis de Manganeso	3
N° 4 Gráficas de Grupos Carbonilos	4
N° 5 Gráficas de Grupos Carboxilos	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
N° 1 Gráfico de un cubo representando las 8 combinaciones de tratamiento	27
N° 2 Representación de Factor A (Concentración de Almidón) en un cubo	28
N° 3 Representación de Factor B (Concentración de KMnO_4) en un cubo	28
N° 4 Representación de Factor C (Tiempo de reacción) en un cubo	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO	Pág.
N° 1 Representación de Grupos Carbonilos	67
N° 2 Representación de Grupos Carboxilos	69
N° 3 Representación de Porcentaje de Humedad	71
N° 4 Representación de Viscosidad Aparente	73
N° 5 Representación de Capacidad de Hinchamiento	75
N° 6 Representación de Temperatura de Gelatinización	77

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
N° 1 Combinaciones de Tratamientos	26
N° 2 Contrastes Constantes para el diseño 2^3	30
N° 3 Valoración potenciométrica de Grupos Carbonilos	38
N° 4 Valoración potenciométrica de Grupos Carboxilos	41
N° 5 Resumen de propiedades físico-químicas y reológicas	48
N° 6 Totales de las Combinaciones de tratamiento para Grupos Carbonilos	49
N° 7 Análisis de Varianza para los datos de Grupos Carbonilos.....	54
N° 8 Totales de las Combinaciones de tratamiento para Grupos Carboxilos	57
N° 9 Análisis de Varianza para los datos de Grupos Carboxilos	62
N° 10 Resultados de Grupos Carbonilos	66
N° 11 Resultados de Grupos Carboxilos	68
N° 12 Resultados de Porcentaje de humedad	70
N° 13 Resultados de Viscosidad Aparente	72
N° 14 Resultados de Capacidad de Hinchamiento	74
N° 15 Resultados de Temperatura de Gelatinización	76

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la oxidación del almidón de maíz comercial, utilizando un Diseño Experimental 2^3 , donde se midió la influencia de 3 factores: Concentración de almidón (30% ó 50%), Concentración de agente oxidante (Permanganato de Potasio 0.05% ó 0.15%) y tiempo de reacción (1 hora ó 3 horas).

El almidón de maíz oxidado fue caracterizado mediante la determinación del contenido de Grupos Carbonilos y Carboxilos, determinaciones físico-químicas (Humedad, Temperatura de Gelatinización, Contenido de Manganeseo) y reológicas (Viscosidad Aparente y Capacidad de Hinchamiento). Observándose variaciones de sus propiedades en comparación con las del almidón de maíz sin modificar.

Estadísticamente, se logró correlacionar el número de grupos carbonilos en el almidón de maíz oxidado con la disminución de la viscosidad, temperatura de gelatinización y aumento en la capacidad de hinchamiento y la transparencia de los geles.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.0 INTRODUCCIÓN

Al estudiar en forma general la capacidad de producción de la industria del país, se identifican básicamente la carencia de materia prima como fuente prioritaria de producción a nivel nacional, lo que conlleva a permanecer en una constante situación de dependencia de insumos importados. En el caso particular de Industria farmacéutica, ésta opera aproximadamente con el 90% de materias primas importadas para realizar los procesos de fabricación.

La industria de productos farmacéuticos se ocupa de la producción de medicamentos, los cuales son una forma de dosificación, que contienen dentro de su fórmula uno o más principios activos mezclados con excipientes o vehículos específicos, que siguiendo una técnica y un proceso adecuado se obtiene como resultado las diferentes formas farmacéuticas; como las cápsulas, tabletas, grageas, jarabes, cremas, pomadas, ungüentos, inyectables, etc. Siendo estas empleadas en el tratamiento o prevención de enfermedades. Este rubro con el transcurso del tiempo se ha convertido en una actividad industrial con una participación importante en la economía nacional.

El principal problema por el que atraviesa esta industria es la dificultad en la obtención de insumos, lo que confirma la tesis de que al carecer de tecnología propia y el no desarrollo de materias primas locales, la hace casi totalmente dependiente del exterior.

Por lo tanto el presente trabajo está orientado al desarrollo de nuevas materias primas, a partir de las ya existentes, utilizando diferentes vías, una de ellas es la química, en la cual se modifican sus propiedades, con el fin de superar algunas de sus limitaciones y de esta forma obtener compuestos de mayor utilidad en la Industria Farmacéutica.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Obtener y caracterizar el almidón de maíz oxidado para su posible uso como agente aglutinante en Industria Farmacéutica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Obtener el almidón de maíz oxidado por una vía química a partir del almidón de maíz comercial.

2.2.2 Cuantificar los grupos carbonilos y carboxilos presentes en el almidón de maíz oxidado y el almidón de maíz sin modificar.

2.2.3 Determinar las propiedades físico-químicas y reológicas del almidón oxidado y sin modificar.

2.2.4 Comparar los resultados obtenidos del almidón de maíz oxidado con los del almidón sin modificar.

2.2.5 Estudiar la influencia de la concentración del almidón, concentración de agente oxidante y el tiempo en la obtención de almidón oxidado mediante un diseño experimental 2³.

CAPÍTULO III

MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEÓRICO

La Industria Química-Farmacéutica depende de los proveedores extranjeros, dado que carece de tecnología propia y del desarrollo de materias primas. Un hecho muy significativo es que la pequeña empresa paga mayores precios por algunas materias primas a causa de la baja capacidad de compra y de almacenaje, teniendo por ello que adquirir pequeñas cantidades con proveedores intermedios que se aprovechan de tales circunstancias para venderlas a precios más altos de los que normalmente prevalecen en el mercado.

A pesar de todos estos inconvenientes la Industria Farmacéutica de nuestro país es capaz de producir grandes volúmenes de medicamentos, tanto para satisfacer el mercado nacional como el internacional.

Dentro de las formas farmacéuticas que dichos laboratorios se encuentran produciendo en mayores cantidades son las formas farmacéuticas sólidas; tal es el caso de las tabletas, ya que éstas permiten una dosificación rápida, cómoda y exacta del principio activo, también permite mejor conservación y un transporte más adecuado.

Las tabletas son formas farmacéuticas sólidas que contienen, en cada unidad; uno o varios principios activos, con o sin excipientes. Se obtienen aglomerando por compresión un volumen constante de partículas. La forma, tamaño y peso de las tabletas depende de la naturaleza del principio activo y del modo de administración.

Estas formas farmacéuticas contienen una cantidad de materiales conocidos como excipientes, los cuales tienen que cumplir con una serie de propiedades como: porosidad, densidad de partículas, propiedad de flujo, compactación y otros⁽²⁾

Entre los excipientes utilizados en la fabricación de tabletas tenemos: ⁽⁹⁾

- Diluyentes
- Absorbentes
- Aglutinantes
- Desintegrantes
- Lubricantes
- Colorantes
- Saborizantes
- Lentificadores de la desintegración

Diluyentes^(2,9)

Con frecuencia, la dosis única del principio activo es pequeña y la sustancia inerte se agrega para aumentar el volumen con el propósito de que la tableta tenga un tamaño práctico para la compresión. Muchos de los diluyentes clásicos para tabletas han sido modificados actualmente para proveer fluidez y compresibilidad, lo cual permite tener una deformación plástica en muchos casos como el tamaño de gránulos formados durante la tradicional granulación húmeda.

Existen diferentes clases de diluyentes:

- Solubles: lactosa, sacarosa, manitol
- Insolubles: almidones (de trigo, papa, maíz, arroz y yuca)
- Mixtos: lactosa-almidón

Absorbentes⁽⁹⁾

Estas sustancias se utilizan cuando es necesario incorporar sustancias líquidas o blandas en un comprimido. Ejemplos: almidón, carbonato de magnesio, aerosil.

Aglutinantes⁽⁹⁾

Son sustancias capaces de favorecer la cohesión de las partículas de polvo que no pueden aglomerarse entre ellos, cualquiera que sea la fuerza de presión ejercida.

Estas sustancias son las encargadas de dotar de suficiente consistencia a las tabletas para resistir las manipulaciones posteriores a la compresión. Un problema fundamental relacionado con el empleo de soluciones aglutinantes es el de conseguir una dispersión de toda la solución en toda la masa en el menor tiempo posible.

Son muchos los agentes aglutinantes que podemos encontrar en nuestro medio y uno de ellos es Almidón de Maíz, por lo que el estudio de la modificación de este polímero de cadena larga, puede ser una opción para obtener un agente aglutinante con mayores y mejores propiedades.

Se clasifican en:

- .Granulantes por humectación. Son usados cuando algún componente de la fórmula es hidrófilo o soluble en el líquido de humectación.
Ejemplo: agua, alcohol.
- .Granulantes por Aglutinación. Se emplean soluciones de macromoléculas hidrodispersables y se distinguen por su capacidad para formar una película sólida y elástica.
Ejemplo: Almidones en forma de engrudo, goma arábiga, gelatina, derivados de la celulosa.

Desintegrantes_(2,9)

Son sustancias o mezclas de ellas, que promueven en un comprimido su disgregación en un medio acuoso, incrementando su superficie y permitiendo la rápida liberación de la sustancia activa.

Los desintegrantes pueden actuar de diferentes formas:

- Hinchándose al contacto con el agua:

Ejemplo: almidón, pectina, avicel, explotab

- Reaccionando con el ácido clorhídrico del estómago desprendiendo CO_2 (g) y O_2 (g) .

Ejemplo: bicarbonato de sodio, carbonato de magnesio, carbonato de calcio.

La actividad de los desintregantes depende de:

- Capacidad de absorción de agua
- Hinchamiento
- Porosidad
- Forma de incorporarlo a la mezcla a comprimir
- Cantidad agregada



Lubricantes_(2,9)

Su principal función es la de evitar el pegado de las tabletas en la superficie de los punzones y reducir la fricción entre las partículas.

Durante la compresión de las tabletas se presentan tres problemas de fricción:

- Entre gránulo-gránulo: Aquí se ocupan los deslizantes.
Ejemplo: almidón seco, ácido bórico, talco.
- Entre el comprimido y los punzones o paredes de la matriz. En este caso se emplean los antiadherentes. Ejemplo: talco, almidón de maíz, estearato (de calcio, magnesio, zinc, aluminio).
- Entre punzón y matriz. Para este problema es necesario usar los lubricantes propiamente dichos.
Ejemplo: parafina, manteca de cacao, grasa hidrogenadas.

Por lo anterior se puede observar que el Almidón de Maíz (*Zea mays*) posee características por las cuales se puede utilizar como diluyente, absorbente, aglutinante, desintegrante y lubricante

Almidones modificados₍₁₆₎

El término derivado de almidón, incluye modificaciones como el cambio de la estructura química de algunas unidades de D-glucopiranososa en la molécula. Esas modificaciones usualmente involucran la oxidación, esterificación o eterificación y la hidrólisis. Todas estas modificaciones conllevan a proporcionar un efecto marcado en la gelatinización, disminución de la retrogradación y tendencia gelificante de los almidones que contienen amilosa, incrementa la capacidad de hinchamiento de las dispersiones de almidón a temperaturas bajas e impartiendo propiedades hidrofílicas. Un derivado de almidón es completamente definido por los siguientes factores: fuente natural, tratamiento (hidrólisis catalizada por ácido), contenido de amilosa/amilopectina, medición del peso molecular; tipo de derivado (éster, éter) y forma física (granular, pregelatinizada).

Múltiples tratamientos pueden ser empleados para obtener la combinación deseada de sus propiedades. De esta manera el almidón en reacción ácida puede ser usado para obtener un producto con viscosidades bajas, que sea dispersable en sólidos. Algunos derivados hechos de almidón sin degradar, pueden ser sujetos a una conversión ácida o tratamiento de oxidación para obtener el rango de viscosidad deseado.

Los almidones oxidados₍₁₁₎ representan los grupos más grandes de almidones modificados actualmente en producción. Una oxidación bien controlada puede garantizar, con bajos costos y sin dificultades tecnológicas, almidones modificados con propiedades físico-químicas y reológicas; y así poder establecer si se puede mejorar su función como agente aglutinante.

CAPÍTULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

Es un estudio prospectivo que se realizó en tres etapas.

4.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La investigación bibliográfica fue realizada en las diferentes Bibliotecas de:

Facultad de Química y Farmacia, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, de la Universidad de El Salvador.

Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).

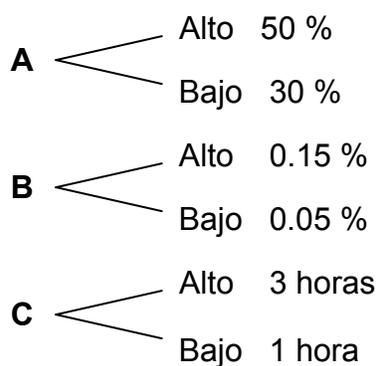
Universidad Nueva San Salvador (UNSSA).

4.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

4.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL₍₁₂₎

Diseño 2³

En el proceso experimental se encuentran en estudio tres factores: A (Concentración de almidón de maíz), B (Concentración de agente oxidante) y C (Tiempo de reacción), cada uno de estos factores con dos niveles:



Existen en realidad tres notaciones distintas que se usan ampliamente para las corridas o ejecuciones en el diseño 2^3 . La primera notación es la notación “+, - “ a menudo llamada “geométrica”. La segunda consiste en el uso de letras minúsculas para identificar las combinaciones de tratamiento. En la tercera notación se utilizan los dígitos 1 y 0 para denotar los niveles alto y bajo del factor.

Para nuestro caso se usó únicamente las notaciones de signos y letras minúsculas.

Se obtienen 8 combinaciones de tratamiento y su orden estándar se ilustra en la siguiente tabla:

Tabla N° 1. Combinaciones de Tratamientos

CORRIDA	A Concentración de Almidón	B Concentración de KMnO ₄	C Tiempo de reacción	Combinaciones de tratamientos
1	-	-	-	(1)
2	+	-	-	a
3	-	+	-	b
4	+	+	-	ab
5	-	-	+	c
6	+	-	+	ac
7	-	+	+	bc
8	+	+	+	abc

Donde:

a = Concentración de almidón de maíz

b = Concentración de agente oxidante

c = Tiempo de reacción

De igual forma las 8 combinaciones de tratamientos pueden representarse gráficamente mediante un cubo:

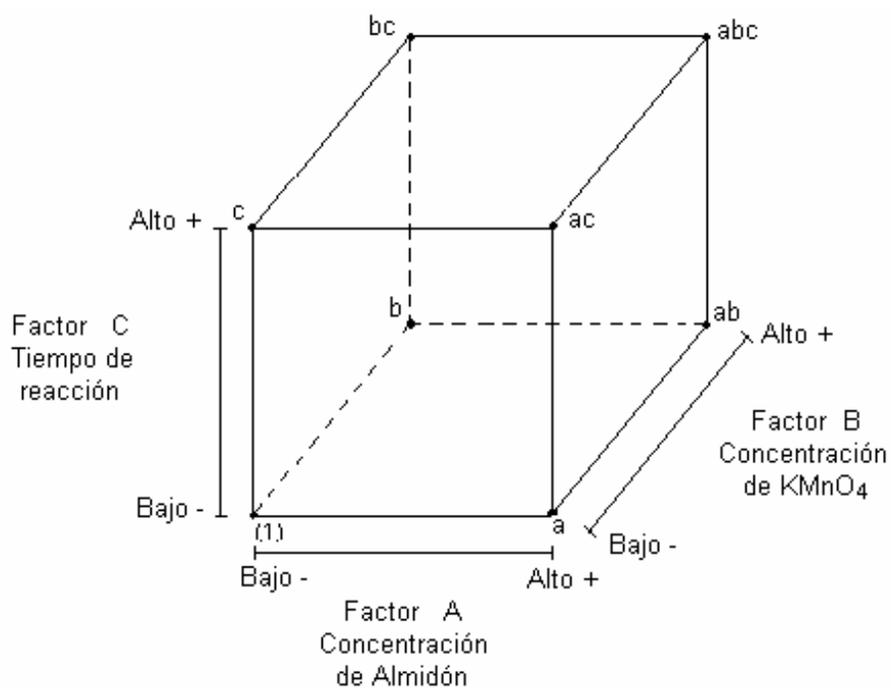


Figura N° 1. Representación de las 8 combinaciones de tratamientos.

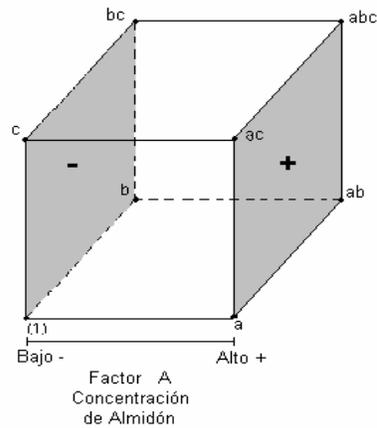


Figura N° 2. Representación de Factor A (Concentración de Almidón) mediante un cubo. La cara derecha del cubo representa el nivel alto y la cara izquierda el nivel bajo.

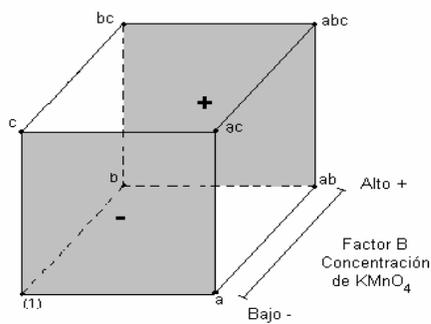


Figura N° 3. Representación del Factor B (Concentración de KMnO_4) mediante un cubo. La cara anterior del cubo representa el nivel alto y la posterior el nivel bajo.

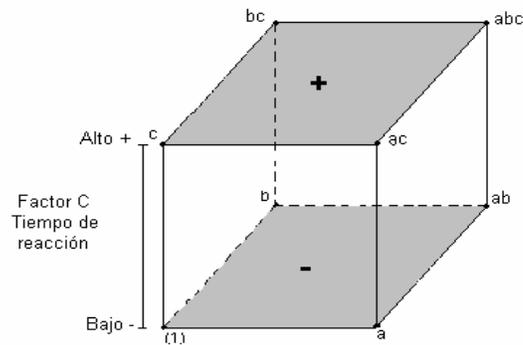


Figura N° 4. Representación de Factor C (Tiempo de reacción) mediante un cubo.

La cara superior del cubo representa el nivel alto y la cara inferior el nivel bajo.

Existen siete grados de libertad entre las ocho combinaciones en el diseño 2^3 .

Tres de estos grados de libertad se asocian con los principales efectos de A, B y C.

Cuatro se asocian con interacciones (AB, AC, BC y ABC), uno para cada una.

Se estiman los efectos principales, primeramente el de A. El efecto de A cuando B y C están en el nivel bajo es $[a - (1)] / n$. El efecto de A cuando B está en el nivel alto y C en el nivel bajo es $[ab - b] / n$. El efecto de A cuando C está en el nivel alto y B en el nivel bajo es $[ac - c] / n$. Y por último, el efecto de A cuando B y C están ambos en el nivel alto $[abc - bc] / n$.

Donde n significa el número de réplicas para las cuales se efectuaron 2.

De este modo, el efecto promedio de A es simplemente el promedio de estos cuatro efectos, sea :

$$A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc]$$

La ecuación anterior también puede deducirse como un contraste entre las cuatro combinaciones de tratamientos en la cara derecha del cubo (Fig. 2).

De igual forma consultando con la siguiente tabla:

Tabla N° 2. Contrastes Constantes para el diseño $2^3_{(13)}$

Combinación de tratamientos	EFFECTOS	A	B	AB	C	AC	BC	ABC
(1)		-	-	+	-	+	+	-
a		+	-	-	-	-	+	+
b		-	+	-	-	+	-	+
ab		+	+	+	-	-	-	-
c		-	-	+	+	-	-	+
ac		+	-	-	+	+	-	-
bc		-	+	-	+	-	+	-
abc		+	+	+	+	+	+	+

El efecto de A es simplemente el promedio de las cuatro corridas en que A se encuentra en el nivel alto ($\hat{y} A +$) menos el promedio de las cuatro corridas en que A está en el nivel bajo ($\hat{y} A -$).

$$A = \hat{y} A + - \hat{y} A -$$

$$A = \frac{1}{4n} [a + ab + ac + abc - (1) - b - c - bc]$$

En forma similar, el efecto de B es un contraste entre las cuatro combinaciones de tratamientos de la cara anterior del cubo y las de la cara posterior del cubo (Fig. 3).

Esto conduce a:

$$B = \hat{y} B + - \hat{y} B -$$

$$B = \frac{1}{4n} [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac]$$

El efecto de C es un contraste entre las cuatro combinaciones de tratamientos en la cara superior del cubo y las de la cara inferior (Fig. 4)

$$C = \hat{y} C + - \hat{y} C -$$

$$C = \frac{1}{4n} [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab]$$

Los efectos de la interacción de dos factores pueden calcularse fácilmente. Una medida de la interacción AB es la diferencia entre los efectos promedio de A a los niveles de B. Por convención, la mitad de esta diferencia se denomina interacción AB.

B	Efecto promedio de A
Alto (+)	$\frac{\{ (abc - bc) + (ab - b) \}}{2 n}$
Bajo (-)	$\frac{\{ (ac - c) + (a - (1)) \}}{2 n}$
Diferencia	$\frac{[abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)]}{2 n}$

Dado que la interacción AB es la mitad de esta diferencia.

$$AB = \frac{[abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)]}{4n}$$

La interacción AB es la diferencia de promedios entre corridas en dos planos diagonales del cubo. Realizando un razonamiento similar las interacciones AC y BC son:

$$AC = \frac{1}{4n} [(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc]$$

$$BC = \frac{1}{4n} [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc]$$

La interacción ABC se define como la diferencia promedio entre la interacción AB para los dos niveles distintos de C.

$$ABC = \frac{1}{4n} [(abc - bc) - (ac - c) - (ab - b) + (a - (1))]$$

$$ABC = \frac{1}{4n} [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)]$$

La interacción ABC puede considerarse la diferencia de dos promedios. Si las corridas de los dos promedios se aíslan, definen los vértices de los dos tetraedros que comprende el cubo.

Todas estas propiedades son consecuencia de la ortogonalidad de los contrastes usados para estimar los efectos. Fácilmente se puede determinar las sumas de cuadrados de los efecto, porque a cada una le corresponde un contraste de un solo grado de libertad. En el diseño 2^3 con n réplicas, la suma de cuadrados de cualquier efecto es:

$$SS_A = \frac{(\text{Contraste}_A)^2}{8n}$$

Residuos y Pruebas de diagnóstico.

Los residuos de este experimento pueden generarse por el método del modelo de regresión.

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2$$

Donde las variables X_1 , X_2 y X_3 representan A, B y C, respectivamente. El término $X_1 X_2$ es la interacción AB.

4.3 INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO

4.3.1 OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE MAÍZ OXIDADO POR VÍA QUÍMICA A PARTIR DEL ALMIDÓN DE MAÍZ COMERCIAL.

Para la obtención del almidón oxidado, se hizo a través de una reacción química.

Para lo cual se prepararon 8 muestras de 200 mL cada una.

La oxidación del almidón de maíz se llevó a cabo con permanganato de potasio, el cual tiene la característica de ser un agente oxidante fuerte.

Para llevar a cabo dicha obtención se definieron 3 variables principales, tomando en cuenta el nivel bajo y el nivel alto :

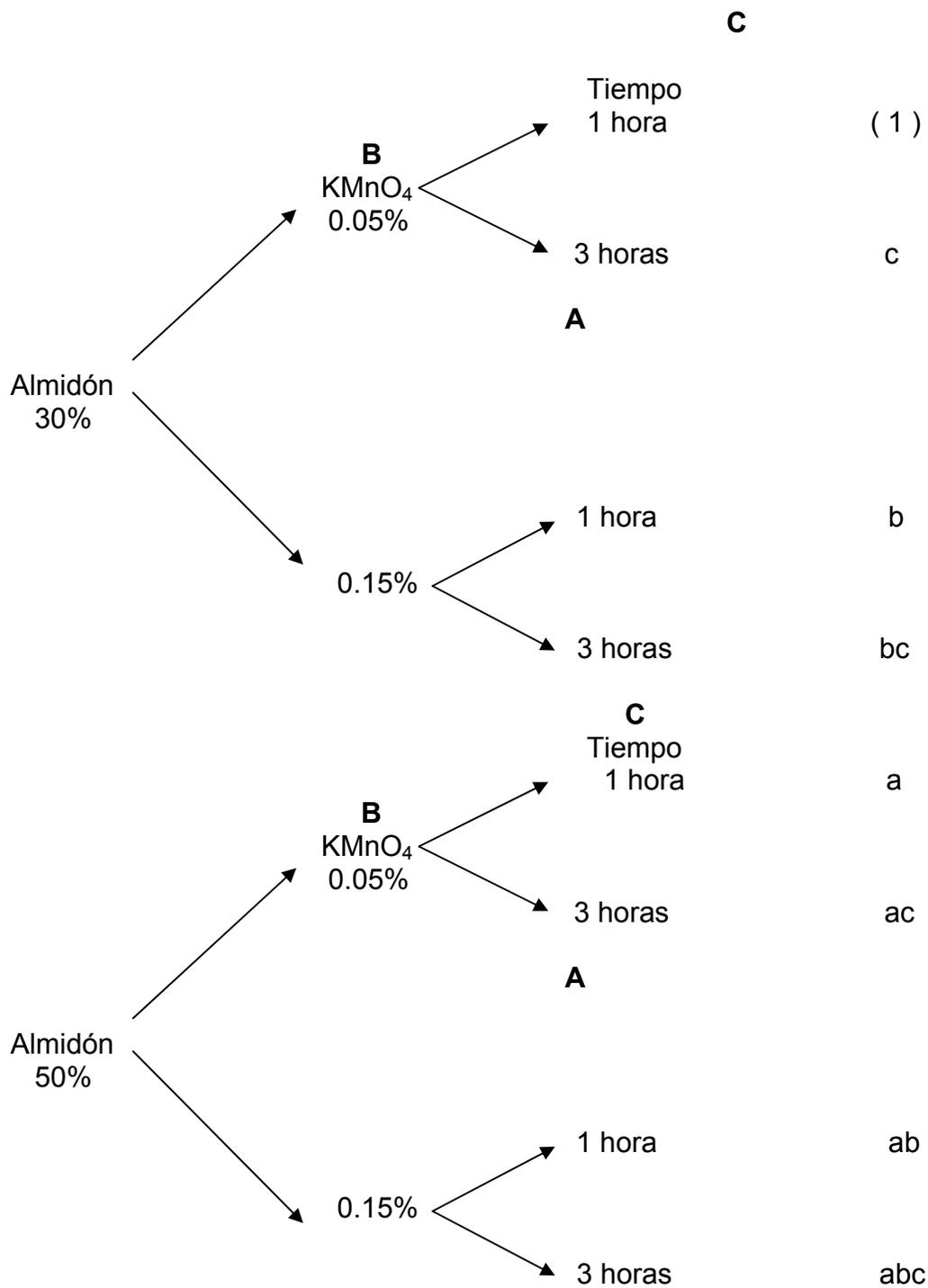
Concentración de almidón de maíz (30 % ó 50 %)

Concentración de agente oxidante (0.05% ó 0.15%)

Tiempo de reacción (1 hora ó 3 horas)

Basados en un diseño experimental 2^3 , se obtiene las siguientes combinaciones, para la obtención de las diferentes muestras de almidón:

DIAGRAMA DE TRABAJO



- Todas las muestras se hicieron por duplicado

4.3.1.1 MÉTODO DE OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE MAZ OXIDADO ⁽⁷⁾.

En un balón de 3 bocas de 500 mL colocar 200 mL de suspensión acuosa de almidón de maíz (30% ó 50%), introducir en baño de agua, manteniendo la suspensión a 35° C. A velocidad constante de 600 rpm.

En estas condiciones, añadir ácido sulfúrico 30% hasta ajustar a un pH = 1. Añadiéndose entonces 20 mL de solución de permanganato de potasio en la concentración determinada (0.05% ó 0.15%), transcurrido el tiempo de reacción (1 hora ó 3 horas) se ajusta el pH con una solución de hidróxido de sodio 3% a un valor de pH entre 5 y 6, la suspensión se filtra al vacío, y al sólido recolectado se le añaden 100 mL de solución de metabisulfito de sodio 5%, dejándolo en agitación constante durante 15 minutos. Se filtra al vacío y se lava 3 veces con agua destilada. Colocar la muestra en estufa por 2 horas a 60° C.

4.3.2 CUANTIFICAR LOS GRUPOS CARBONILOS Y CARBOXILOS PRESENTES EN EL ALMIDÓN DE MAÍZ OXIDADO Y EL ALMIDÓN DE MAÍZ SIN MODIFICAR.

4.3.2.1 DETERMINACIÓN DE GRUPOS CARBONILOS.⁽⁷⁾

Preparar una suspensión de almidón al 8%.

Adicionar a la suspensión 10.0 mL de Solución de Hidrocloruro de Hidroxilamina 2%, agitar mecánicamente.

Dejar en reacción por 2 horas. Transcurrido el tiempo, valorar potenciométricamente con NaOH 0.05N.

CÁLCULOS:

1 mol consumido de NaOH 0.05 N \equiv 1 mol de CO_2 ⁽¹¹⁾

NaOH 0.05 N \equiv NaOH 0.05 M

Tabla N° 3. Valoración potenciométrica de Grupos Carbonilos.

MUESTRA	Réplica 1 mL NaOH 0.05N	Réplica 2 mL NaOH 0.05N
Almidón sin modificar	X mL 52.50	X mL 52.50
(1)	62.50	62.60
a	68.50	63.60
b	62.60	62.50
ab	68.50	67.50
c	122.55	122.50
ac	68.50	71.10
bc	63.70	63.50
abc	61.10	81.00

Ver Anexo N° 4 (Gráficas de Grupos Carbonilos)

$$\% \text{ } ^-\text{CO} = \frac{XmL \times f \times M \times \left(\frac{1L}{1000mL} \right) \times PM_{-co}}{P_{mx}} \times 100$$

Donde:

X = mL gastados de NaOH 0.05M

f = Factor de corrección de la solución de NaOH

M = Molaridad de la solución de NaOH

PM_{-co} = Peso molecular de ^-CO

P_{mx} = Peso de muestra (base seca)

EJEMPLO:

MUESTRA (1)

$X = 62.5 \text{ mL}$

$$\% \text{ } ^{-}\text{CO} = \frac{62.50\text{mL} \times 0.9056 \times 0.050 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \left(\frac{1\text{L}}{1000\text{mL}} \right) \times 28.0000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{4.0000\text{g}} \times 100$$

$\% \text{ } ^{-}\text{CO} = 1.9810$

4.3.2.2 DETERMINACIÓN DE GRUPOS CARBOXILOS.⁽⁷⁾

Preparar una suspensión de almidón al 8%. Adicionar a la suspensión 25 mL de Acido Clorhídrico 0.1N, agitar la suspensión por 30 minutos. Filtrar por medio de bomba al vacío y lavar con agua destilada hasta que no se detecten iones cloruro con una solución de AgNO_3 0.1N. Del sólido preparar nuevamente la suspensión de almidón con agua destilada. Llevar acabo el proceso de gelatinización por 20 minutos. Valorar potenciométricamente el gel formado con NaOH 0.05N.

La determinación del contenido de grupos carboxílicos se realiza por una valoración potenciométrica ácido – base, la cual consiste en medir las variaciones de los valores de pH al titular una suspensión de almidón de maíz.

El porcentaje de grupos carboxílicos presentes se determina por la siguiente ecuación, tomando en cuenta :

1 mol consumido de NaOH 0.05 N \equiv 1 mol de COOH ₍₁₁₎

NaOH 0.05 N \equiv NaOH 0.05 M

Tabla N° 4. Valoración potenciométrica de Grupos Carboxilos.

MUESTRA	Réplica 1		Réplica 2	
	mL NaOH 0.05N		mL NaOH 0.05N	
Almidón sin modificar	X mL	Y mL	X mL	Y mL
	1.15	1.45	1.15	1.45
(1)	1.25	2.55	1.10	3.25
a	1.20	3.00	1.10	1.45
b	0.85	2.30	1.15	2.80
ab	8.30	12.85	5.00	6.25
c	2.90	9.25	2.25	5.75
ac	1.15	2.25	1.15	1.70
bc	1.30	3.10	0.75	1.55
abc	1.15	1.80	0.90	2.95

Ver anexo N°4 (Gráficas de Grupos Carboxilos)

$$\% \text{ COOH} = \frac{(Y - X) \text{ mL} \times f \times M \times \left(\frac{1\text{L}}{1000\text{mL}} \right) \times PM_{\text{COOH}}}{P_{mx}} \times 100$$

Donde:

Y = Punto de inflexión mayor mL

X = Punto de inflexión menor mL

f = Factor de corrección de la solución de NaOH

M = Molaridad de la solución de NaOH

PM_{COOH} = Peso molecular de COOH

P_{mx} = Peso de muestra (base seca)

EJEMPLO:

MUESTRA (1)

$Y = 2.55 \text{ mL}$

$X = 1.25 \text{ mL}$

$$\% \text{ COOH} = \frac{(2.55 - 1.25) \text{ mL} \times 0.9056 \times 0.050 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \left(\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \right) \times 45.0000 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)}{4.0000 \text{ g}} \times 100$$

$\% \text{ COOH} = 0.0662$

4.4.3. REALIZAR LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y REOLÓGICAS DEL ALMIDÓN OXIDADO Y ALMIDÓN SIN MODIFICAR.

4.4.3.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.⁽¹⁴⁾

Tarar las cápsulas por 4 horas a 100° C – 105°C

Enfriar las cápsulas en desecador, luego pesar la cápsula tarada.

Pesar 5.0000 g de almidón de maíz y distribuirlo uniformemente en la cápsula.

Secar a 100° C – 105° C. Enfriar en desecador y pesar, continuar pesando hasta peso constante.

Aproximadamente 4 horas.

CÁLCULOS:

$$\text{Porcentaje de Humedad (\%)} = \frac{P \times 100}{Mx}$$

Donde:

P = Es pérdida de peso de la muestra (g)

Mx = Corresponde al peso de muestra (g)

EJEMPLO:

MUESTRA (1)

Peso de cápsula tarada = 82.4000 g

Peso de muestra = 5.0000g

Peso de cápsula + muestra = 87.4000g

Peso de cápsula después de 4 horas = 86.8892 g

Perdida = 0.5109 g

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{0.5109 \text{ g} \times 100}{5.0000 \text{ g}} = 10.21 \%$$

4.4.3.2 DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD APARENTE.⁽¹¹⁾

Preparar una suspensión de almidón al 10%.

Colocar la suspensión de almidón en baño de vapor y llevar a temperatura de 64°C, manteniendo la suspensión a un pH = 7.

Tomar el valor de viscosidad que reporta el viscosímetro utilizando un spinter # 5.

La viscosidad aparente se determina en un viscosímetro Modelo VT – 01, marca Haake Alemania.

La viscosidad del almidón de maíz sin modificar es de 60 cp a 37° C ⁽⁷⁾

4.4.3.3 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO.⁽⁵⁾

Pesar 10.0 g de muestra de almidón en vaso precipitado de 250 mL. Adicionar agua destilada gota a gota por medio de una bureta de 50 mL, y agitar mecánicamente hasta observar que el almidón pierda su comportamiento reológico como polvo cambiando a una masa pastosa. Determinar el volumen gastado de agua destilada.

CÁLCULOS:

$$\text{Capacidad de hinchamiento} = \frac{\text{Peso de agua imbibida}}{\text{Peso de la sustancia que la imbebe}} \times 100$$

EJEMPLO:

MUESTRA (1)

Peso de la muestra = 10.0 g

Volumen de agua gastada = 9.8 mL

Asumiendo que la densidad del agua es $1 \frac{g}{mL}$ se tiene:

$$D = \frac{m}{V}$$

Donde:

D = Densidad (g / mL)

m = masa (g)

V = volumen (mL)

$$m = V \times D$$

$$m = 9.8mL \times 1 \frac{g}{mL} = 9.8g$$

$$\text{Capacidad de hinchamiento} = \frac{9.8 g}{10.0 g} \times 100$$

Capacidad de hinchamiento = 98 %.

4.4.3.4 DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA DE GELATINIZACION.⁽⁴⁾

Preparar una suspensión de almidón al 8% en un vaso precipitado de 250 mL.

Colocar en Hotplate. Agitar mecánicamente hasta que la suspensión ha gelatinizado. Determinar la temperatura alcanzada por la suspensión a la cual se ha gelatinizado.

4.4.3.5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MANGANESO.⁽⁷⁾

La determinación del contenido de manganeso en las muestras de almidón oxidado y almidón de maíz sin oxidar se lleva a cabo mediante un espectrofotómetro de absorción atómica. La medición se realiza en un equipo modelo PERKIN ELMER 3110. Según la curva de calibración.

Las condiciones instrumentales empleadas para la medición son:

Longitud de onda: 279.5 nm.

Flujo de acetileno: 2.5 L / min.

Flujo de aire: 4.0 L / min.

Corriente de la lámpara: 30 mA.

Altura del quemador: 10 cm.

Ranura: 0.2 nm.

Se tomaron 2 muestras como representativas, las cuales fueron oxidadas utilizando el nivel más bajo y más alto de agente oxidante, respectivamente.

Preparación de la muestra: Suspensión 1 %

4.5.2. COMPARAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ALMIDÓN DE MAÍZ OXIDADO CON LOS DEL ALMIDÓN DE MAÍZ SIN MODIFICAR.

Tabla N° 5. Resumen de propiedades fisicoquímicas y reológicas

	Temperatura de Gelatinización (° C)	Capacidad de Hinchamiento %	Viscosidad Aparente (cp)	Humedad %	Grupos Carbonilos %	Grupos Carboxilos %
Almidón sin modificar	77	70	80.0	12.00	1.6640	0.0152
	77	70	80.0	12.00	1.6640	0.0152
(1)	74	77	20.0	10.21	1.9810	0.0662
	73	70	20.0	7.38	1.9841	0.1095
a	63	85	20.0	10.23	2.1711	0.0916
	74	83	20.0	11.02	2.0158	0.0178
b	74	80	30.0	6.74	1.9841	0.0738
	74	90	22.5	7.50	1.9810	0.0840
ab	73	84	30.0	11.56	2.1711	0.2317
	72	82	35.0	7.57	2.1394	0.0636
c	71	90	25.0	7.80	1.9421	0.1617
	72	90	15.0	6.00	1.9413	0.0891
ac	75	92	45.0	10.13	2.1711	0.0560
	72	82	37.5	10.51	2.2535	0.0285
bc	79	80	20.0	6.71	2.0190	0.0916
	79	90	27.5	6.71	2.0126	0.0407
abc	73	77	17.5	7.86	1.9366	0.0331
	74	70	50.0	7.06	2.5673	0.1044

4.5.1 ESTUDIAR LA INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE ALMIDÓN, CONCENTRACIÓN DE AGENTE OXIDANTE Y EL TIEMPO EN LA OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN OXIDADO MEDIANTE UN DISEÑO EXPERIMENTAL 2^3 .

GRUPOS CARBONILOS

Tabla N° 6. Totales de las Combinaciones de Tratamiento para Grupos

Carbonilos₍₁₃₎

Combinaciones de tratamientos	Factores de diseño			Grupos		Totales
	A	B	C	Carbonilos		
				Réplica 1	Réplica 2	
(1)	-1	-1	-1	1.9810	1.9841	3.9651
a	1	-1	-1	2.1711	2.0158	4.1869
b	-1	1	-1	1.9841	1.9810	3.9651
ab	1	1	-1	2.1711	2.1394	4.3105
c	-1	-1	1	1.9421	1.9413	3.8834
ac	1	-1	1	2.1711	2.2535	4.4246
bc	-1	1	1	2.0190	2.0126	4.0316
abc	1	1	1	1.9366	2.5673	4.5039
						33.2711

DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS ₍₁₂₎**Efecto principal de A**

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc] \\
 &= \frac{1}{8} [4.1869 - 3.9651 + 4.3105 - 3.9651 + 4.4246 - 3.8834 + 4.5039 - 4.0316] \\
 &= \frac{1}{8} [1.5807] = 0.1976
 \end{aligned}$$

Esta fórmula se obtiene consultando la Tabla N° 2. y al utilizar los totales de las combinaciones de tratamientos que se muestran en el Tabla N° 6, se determinan los valores de los efectos principales.

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{1}{4n} [b + ab + bc + abc - (1) - a - b - ab] \\
 &= \frac{1}{8} [0.3511] = 0.0439 \\
 C &= \frac{1}{4n} [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab] \\
 &= \frac{1}{8} [0.4159] = 0.0520
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AB &= \frac{1}{4n} [abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)] \\
 &= \frac{1}{8} [0.0547] = 0.0068
 \end{aligned}$$

$$AC = \frac{1}{4n} [(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc]$$

$$= \frac{1}{8} [0.4463] = 0.0558$$

$$BC = \frac{1}{4n} [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc]$$

$$= \frac{1}{8} [0.1039] = 0.0130$$

$$ABC = \frac{1}{4n} [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)]$$

$$= \frac{1}{8} [-0.1925] = -0.0241$$

ANÁLISIS DE VARIANZA

DETERMINACIÓN DE LA SUMA DE LOS CUADRADOS DE LOS EFECTOS PARA EL DISEÑO 2^3 CON $n = 2$ REPLICAS DE GRUPOS CARBONILOS₍₁₂₎

$$SS_A = \frac{(\text{Contraste}_A)^2}{8n}$$

$$SS_A = \frac{(1.5807)^2}{16} = 0.1562$$

$$SS_B = \frac{(0.3511)^2}{16} = 0.0077$$

$$SS_C = \frac{(0.4159)^2}{16} = 0.0108$$

$$SS_{AB} = \frac{(0.0547)^2}{16} = 0.0002$$

$$SS_{AC} = \frac{(0.4463)^2}{16} = 0.0124$$

$$SS_{BC} = \frac{(0.1039)^2}{16} = 0.0007$$

$$SS_{ABC} = \frac{(-0.1925)^2}{16} = 0.0023$$

DETERMINACIÓN DEL ERROR

Se toman en cuenta los datos de la Tabla 6.

Suma Total de los cuadrados (12) :

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^n y_{ijkl}^2 - \frac{y^2}{abcn}$$

$$SS_T = \left[\begin{array}{l} (1.9810)^2 + (1.9841)^2 + (2.1711)^2 + \\ (2.0158)^2 + (1.9841)^2 + (1.9810)^2 + \\ (2.1711)^2 + (2.1394)^2 + (1.9421)^2 + \\ (1.9413)^2 + (2.1711)^2 + (2.2535)^2 + \\ (2.0190)^2 + (2.0126)^2 + (1.9366)^2 + \\ (2.5673)^2 \end{array} \right] - \frac{\left[\begin{array}{l} 3.9651 + 4.1869 + 3.9651 \\ 4.3105 + 3.8834 + 4.4246 \\ 4.0316 + 4.5039 \end{array} \right]^2}{16}$$

$$SS_T = 69.5906 - \frac{(33.2710)^2}{16}$$

$$SS_T = 69.5906 - 69.1853$$

$$SS_T = 0.4053$$

Suma de Cuadrados de los Subtotales (12) :

$$SS_{\text{Subtotales}} = 0.1562 + 0.0077 + 0.0108 + 0.0002 + 0.0124 + 0.0007 + 0.0023$$

$$SS_{\text{Subtotales}} = 0.1903$$

Suma de Cuadrados de Error $(_{12})$:

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{Subtotales}}$$

$$SS_E = 0.4053 - 0.1903$$

$$SS_E = 0.2150$$

Tabla N° 7. Análisis de Varianza para los datos de Grupos Carbonilos

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de Cuadrados
Concentración de Almidón (A)	0.1562	1	0.1562
Concentración de KMnO_4 (B)	0.0077	1	0.0077
Tiempo de Reacción (C)	0.0108	1	0.0108
AB	0.0002	1	0.0002
AC	0.0124	1	0.0124
BC	0.0007	1	0.0007
ABC	0.0023	1	0.0023
Error	0.2150	8	0.0269
Total	0.4053	15	

Cálculo del Error Estándar de cada efecto ⁽¹³⁾ :

$$se (\text{Efecto}) = \sqrt{\frac{1}{n2^{k-2}} s^2}$$

Donde:

n = número de réplicas

k = tres factores en estudio

s = media de los cuadrados del error

$$se (\text{Efecto}) = \sqrt{\frac{1}{2(2)^{3-2}} (0.0269)^2}$$

$$se (\text{Efecto}) = \sqrt{\frac{1}{4} (0.0007)}$$

$$se (\text{Efecto}) = \sqrt{0.0001}$$

$$se (\text{Efecto}) = 0.01$$

Por tanto, con límites de dos errores estándar las estimaciones de los efectos son:

$$\mathbf{A} = 0.1976 \pm 0.02$$

$$\mathbf{B} = 0.0439 \pm 0.02$$

$$\mathbf{C} = 0.0512 \pm 0.02$$

$$\mathbf{AB} = 0.0068 \pm 0.02$$

$$\mathbf{AC} = 0.0558 \pm 0.02$$

$$\mathbf{BC} = 0.0130 \pm 0.02$$

$$\mathbf{ABC} = -0.0241 \pm 0.02$$

ANÁLISIS RESIDUAL ⁽¹³⁾

Los tres efectos más grandes son A, C y la interacción AC

$$Y_{(C=O)} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_3 X_3 + \beta_{13} X_1 X_3$$

Donde:

X_1 = Factor A

X_3 = Factor C

$X_1 X_3$ = Interacción AC

Los coeficientes de regresión β_1 , β_3 y β_{13} se estiman como la mitad de las estimaciones de los efectos correspondientes, mientras β_0 , es el gran promedio.

$$Y_{(C=O)} = \frac{33.2711}{16} + \left(\frac{0.1976}{2}\right) X_1 + \left(\frac{0.0520}{2}\right) X_3 + \left(\frac{0.0558}{2}\right) X_1 X_3$$

$$Y_{(C=O)} = 2.0794 + 0.0988 X_1 + 0.0260 X_3 + 0.0279 X_1 X_3$$

El polinomio muestra que la formación de Grupos Carbonilos está influenciada por el medio ácido en que se desarrolla la formación del almidón oxidado.

GRUPOS CARBOXILOS

Tabla N° 8. Totales de las combinaciones de Tratamiento para Grupos

Carboxilos₍₁₃₎

Combinaciones de tratamientos	Factores de diseño			Grupos		Totales
	A	B	C	Carboxilos		
				Réplica 1	Réplica 2	
(1)	-1	-1	-1	0.0662	0.1095	0.1757
a	1	-1	-1	0.0916	0.0178	0.1094
b	-1	1	-1	0.0738	0.0840	0.1578
ab	1	1	-1	0.2317	0.0636	0.2953
c	-1	-1	1	0.1617	0.0891	0.2508
ac	1	-1	1	0.0560	0.0285	0.0845
bc	-1	1	1	0.0916	0.0407	0.1323
abc	1	1	1	0.0331	0.1044	0.1375
						1.3433

DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS₍₁₂₎

Efecto principal de A

$$A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc]$$

$$= \frac{1}{8} [0.1094 - 0.1757 + 0.2953 - 0.1578 + 0.0845 - 0.2508 + 0.1375 - 0.1323]$$

$$= \frac{1}{8} [-0.09899] = -0.0112$$

$$B = \frac{1}{4n} [b + ab + bc + abc - (1) - a - b - ab]$$

$$= \frac{1}{8} [0.1025] = 0.0128$$

$$C = \frac{1}{4n} [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab]$$

$$= \frac{1}{8} [-0.1331] = -0.0166$$

$$AB = \frac{1}{4n} [abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)]$$

$$= \frac{1}{8} [0.3753] = 0.0469$$

$$AC = \frac{1}{4n} [(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc]$$

$$= \frac{1}{8} [-0.2323] = -0.0290$$

$$BC = \frac{1}{4n} [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc]$$

$$= \frac{1}{8} [-0.2335] = -0.0292$$

$$ABC = \frac{1}{4n} [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)]$$

$$= \frac{1}{8} [-0.0323] = -0.0040$$

ANÁLISIS DE VARIANZA

DETERMINACIÓN DE LA SUMA DE LOS CUADRADOS DE LOS EFECTOS PARA EL DISEÑO 2^3 CON $n = 2$ REPLICAS PARA GRUPOS CARBOXILOS₍₁₂₎

$$SS_A = \frac{(\text{Contraste}_A)^2}{8n}$$

$$SS_A = \frac{(-0.0899)^2}{16} = 0.0005$$

$$SS_B = \frac{(0.1025)^2}{16} = 0.0007$$

$$SS_C = \frac{(-0.1331)^2}{16} = 0.0011$$

$$SS_{AB} = \frac{(0.3753)^2}{16} = 0.0088$$

$$SS_{AC} = \frac{(-0.2323)^2}{16} = 0.0033$$

$$SS_{BC} = \frac{(-0.2328)^2}{16} = 0.0034$$

$$SS_{ABC} = \frac{(-0.0323)^2}{16} = 0.0001$$

DETERMINACIÓN DEL ERROR

Se toman en cuenta los datos de la Tabla N° 14.

Suma Total de los cuadrados₍₁₂₎:

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^n y_{ijkl}^2 - \frac{y^2}{abcn}$$

$$SS_T = \left[\begin{array}{l} (0.0662)^2 + (0.1095)^2 + (0.0916)^2 + \\ (0.0178)^2 + (0.0738)^2 + (0.0840)^2 + \\ (0.2317)^2 + (0.0636)^2 + (0.1617)^2 + \\ (0.0891)^2 + (0.0560)^2 + (0.0285)^2 + \\ (0.0916)^2 + (0.0407)^2 + (0.0331)^2 + \\ (0.1044)^2 \end{array} \right] - \frac{\left[\begin{array}{l} 0.1757 + 0.1094 + 0.1578 + \\ 0.2953 + 0.2508 + 0.0840 + \\ 0.1323 + 0.1375 \end{array} \right]^2}{16}$$

$$SS_T = 0.1554 - \frac{(1.3433)^2}{16}$$

$$SS_T = 0.1554 - 0.1128$$

$$SS_T = 0.0426$$

Suma de Cuadrados de los Subtotales₍₁₂₎:

$$SS_{\text{Subtotales}} = 0.0005 + 0.0007 + 0.0011 + 0.0088 + 0.0033 + 0.0034 + 0.0001$$

$$SS_{\text{Subtotales}} = 0.0179$$

Suma de Cuadrados de Error₍₁₂₎:

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{Subtotales}}$$

$$SS_E = 0.0424 - 0.0179$$

$$SS_E = 0.0247$$

Tabla N° 9. Análisis de Varianza para los datos de Grupos Carboxilos

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de Cuadrados
Concentración de Almidón (A)	0.0005	1	0.0005
Concentración de KMnO ₄ (B)	0.0007	1	0.0007
Tiempo de Reacción (C)	0.0011	1	0.0011
AB	0.0088	1	0.0088
AC	0.0033	1	0.0033
BC	0.0034	1	0.0034
ABC	0.00001	1	0.0001
Error	0.0247	8	0.0031
Total	0.0426	15	

Cálculo del Error Estándar de cada efecto₍₁₃₎:

$$se (\text{Efecto}) = \sqrt{\frac{1}{n2^{k-2}} s^2}$$

Donde:

n = número de réplicas

k = tres factores en estudio

s = media de los cuadrados del error

$$se (\text{Efecto}) = \sqrt{\frac{1}{2(2)^{3-2}} (0.0031)^2}$$

$$se (\text{Efecto}) = \sqrt{\frac{1}{4} (0.000009)}$$

$$se (\text{Efecto}) = \sqrt{0.000002}$$

$$se (\text{Efecto}) = 0.001$$

Por tanto, con límites de dos errores estándar las estimaciones de los efectos son:

$$\mathbf{A} = -0.0112 \pm 0.002$$

$$\mathbf{B} = 0.0128 \pm 0.002$$

$$\mathbf{C} = -0.0166 \pm 0.002$$

$$\mathbf{AB} = 0.0469 \pm 0.002$$

$$\mathbf{AC} = -0.0290 \pm 0.002$$

$$\mathbf{BC} = -0.0292 \pm 0.002$$

$$\mathbf{ABC} = -0.0040 \pm 0.002$$

ANÁLISIS RESIDUAL⁽¹³⁾

Las interacciones más grandes son: AB, AC, BC

$$Y_{(\text{COOH})} = \beta_0 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3$$

Donde:

X_{12} = Interacción AB

X_{13} = Interacción AC

X_{23} = Interacción BC

Los coeficientes de regresión β_{12} , β_{13} y β_{23} se estiman como la mitad de las estimaciones de los efectos correspondientes, mientras que β_0 , es el gran promedio.

$$Y_{(\text{COOH})} = \frac{1.3433}{16} + \left(\frac{0.0469}{2}\right) X_1 X_2 - \left(\frac{0.0290}{2}\right) X_1 X_3 - \left(\frac{0.0292}{2}\right) X_2 X_3$$

$$Y_{(\text{COOH})} = 0.0846 + 0.0234 X_1 X_2 - 0.0145 X_1 X_3 - 0.0146 X_2 X_3$$

En polinomio anterior muestra que para favorecer la formación de Grupos Carboxilos es necesario incrementar el pH del medio en que se desarrolló la formación del almidón oxidado.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 CUANTIFICACIÓN DE GRUPOS CARBONILOS Y CARBOXILOS PRESENTES EN EL ALMIDÓN DE MAÍZ OXIDADO Y EN EL AMIDÓN DE MAÍZ SIN MODIFICAR.

Tabla N° 10. Resultados de Grupos Carbonilos

MUESTRA	Réplica 1 % CO	Réplica 2 % CO
Almidón sin modificar	1.6640	1.6640
(1)	1.9810	1.9841
a	2.1711	2.0158
b	1.9841	1.9810
ab	2.1711	2.1394
c	1.9421	1.9413
ac	2.1711	2.2535
bc	2.0190	2.0126
abc	1.9366	2.5673

Los datos obtenidos pueden representarse mediante el siguiente gráfico:

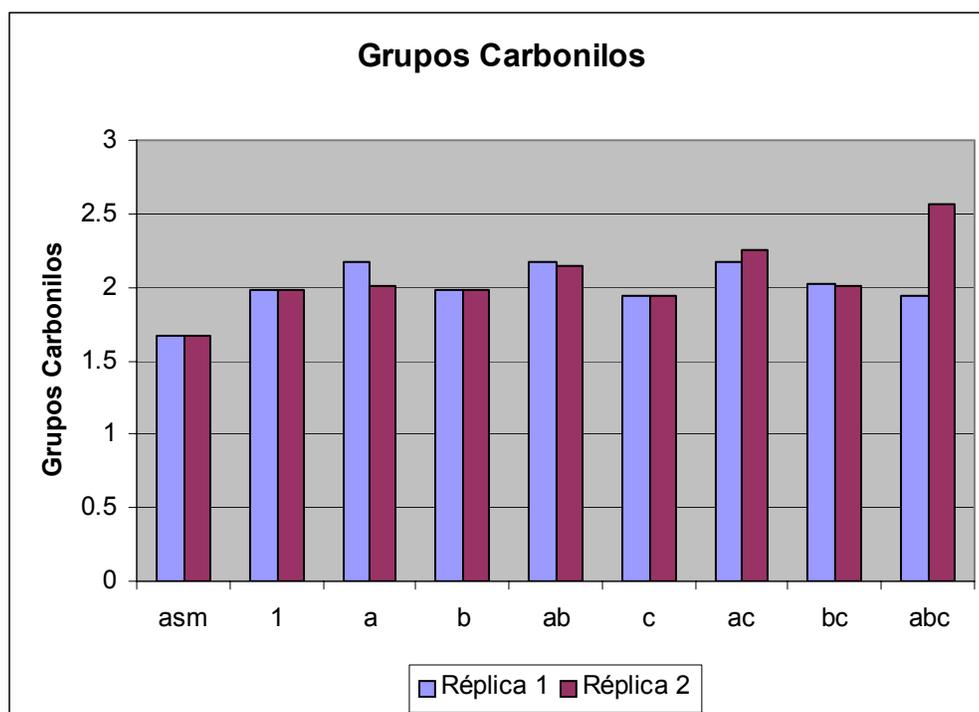


Gráfico N° 1. Representación de Grupos Carbonilos

Donde:

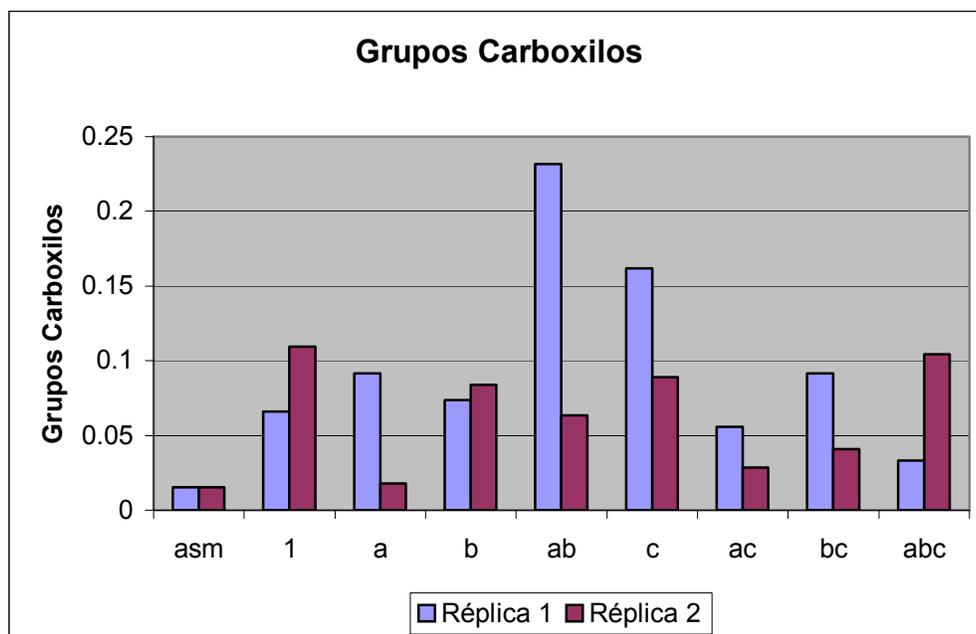
asm = Almidón sin modificar

El porcentaje de grupos carbonilos presentes en las muestras de almidón oxidado son mayores que los presentes en el almidón sin modificar, lo que indica que la oxidación en medio ácido favorece la producción de grupos carbonilos.

Tabla N° 11. Resultados de grupos carboxilos

MUESTRA	Réplica 1 % COOH	Réplica 2 %COOH
Almidón sin modificar	0.0152	0.0152
(1)	0.0662	0.1095
a	0.0916	0.0178
b	0.0738	0.0840
ab	0.2317	0.0636
c	0.1617	0.0891
ac	0.0560	0.0285
bc	0.0916	0.0407
abc	0.0331	0.1044

Estos resultados pueden representarse mediante el siguiente gráfico:



Gráfica N° 2. Representación de Grupos Carboxilos

Donde:

asm = Almidón sin modificar

Los resultados obtenidos indican que las muestras de almidón oxidados presentan mayores porcentajes de grupos carboxilos comparados con los del almidón sin modificar.

5.2 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y REOLÓGICAS DEL ALMIDÓN OXIDADO Y ALMIDÓN SIN MODIFICAR.

5.2.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Tabla N° 12. Resultados obtenidos en la determinación del Porcentaje de Humedad.

MUESTRA	Peso de cápsula sola (g)	Peso de muestra (g)	Peso de cap. + muestra (g)	Peso de cap. luego de 4 horas	Pérdida de peso $Mx_i - Mx_f$	Porcentaje de Humedad %
Almidón sin modificar	76.1265	5.0000	81.1265	80.5265	0.6000	12.00
	76.1265	5.0000	81.1265	80.5265	0.6000	12.00
(1)	82.4000	5.0000	87.4000	86.8892	0.5108	10.21
	76.1280	5.0000	81.1280	80.7588	0.3692	7.38
a	46.3611	5.0000	51.3611	50.8486	0.5125	10.23
	98.5632	5.0000	103.5936	103.0426	0.5510	11.02
b	42.4490	5.0000	47.4490	47.1120	0.3370	6.74
	43.9340	5.0000	48.9340	48.5585	0.3755	7.50
ab	73.1320	5.0000	81.1320	80.5537	0.5783	11.56
	87.1570	5.0000	92.1570	91.7785	0.3785	7.57
c	43.9294	5.0000	48.9294	48.5394	0.3900	7.80
	72.5071	5.0000	77.5071	77.2066	0.3005	6.00
ac	76.0510	5.0000	81.0510	80.5434	0.5076	10.13
	75.0835	5.0000	80.0835	79.5577	0.5258	10.51
bc	76.6635	5.0000	78.6635	78.3260	0.3375	6.71
	74.6635	5.0000	79.6635	79.3260	0.3375	6.71
abc	75.0890	5.0000	80.0890	79.6957	0.3933	7.86
	53.2764	5.0000	58.276	57.9219	0.3545	7.09

Donde:

Mx_i = Peso de muestra inicial

Mx_f = Peso de muestra final

Estos resultados pueden representarse en el siguiente gráfico:

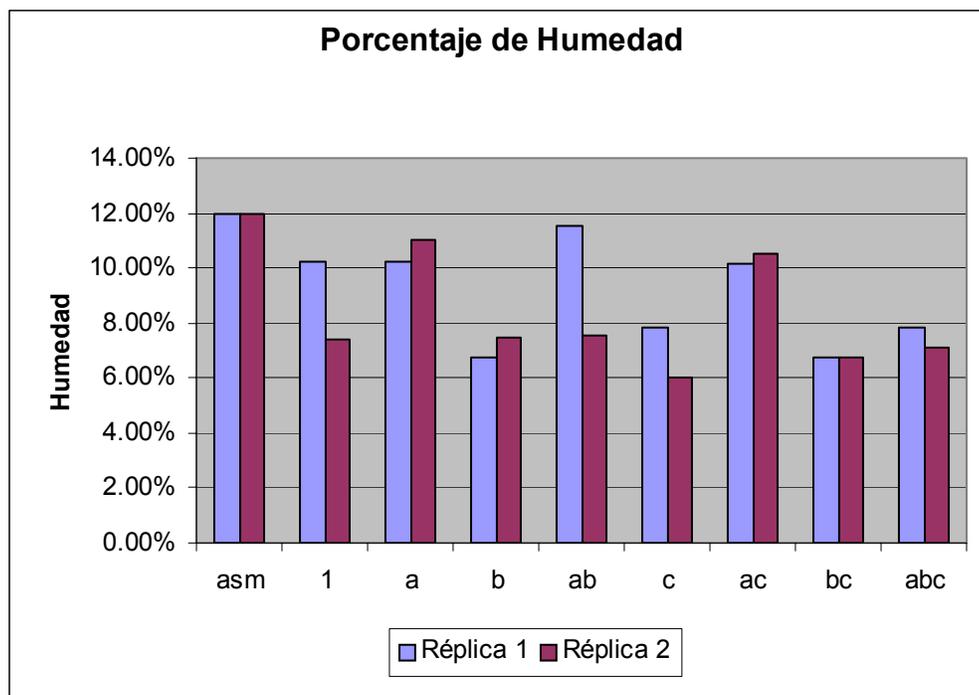


Gráfico N° 3. Representación de Porcentaje de Humedad

Donde:

asm = Almidón sin modificar

Los resultados obtenidos del almidón oxidado son menores al almidón sin modificar encontrándose todos los valores dentro del límite máximo de Humedad de 13 %.

5.2.2 DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD APARENTE

Tabla N°13. Resultados de Viscosidad Aparente

MUESTRA	Réplica 1 VISCOSIDAD APARENTE	Réplica 2 VISCOSIDAD APARENTE
ALMIDON SIN MODIFICAR	80.0 cp	80.0cp
(1)	20.0 cp	20.0 cp
a	20.0 cp	30.0cp
b	22.5 cp	30.0 cp
ab	35.0 cp	25.0 cp
c	15.0 cp	45.0 cp
ac	37.5 cp	20.0 cp
bc	27.5 cp	17.5 cp
abc	50.0 cp	15.0 cp

cp = centi poise

Estos resultados pueden representarse por medio del siguiente gráfico:

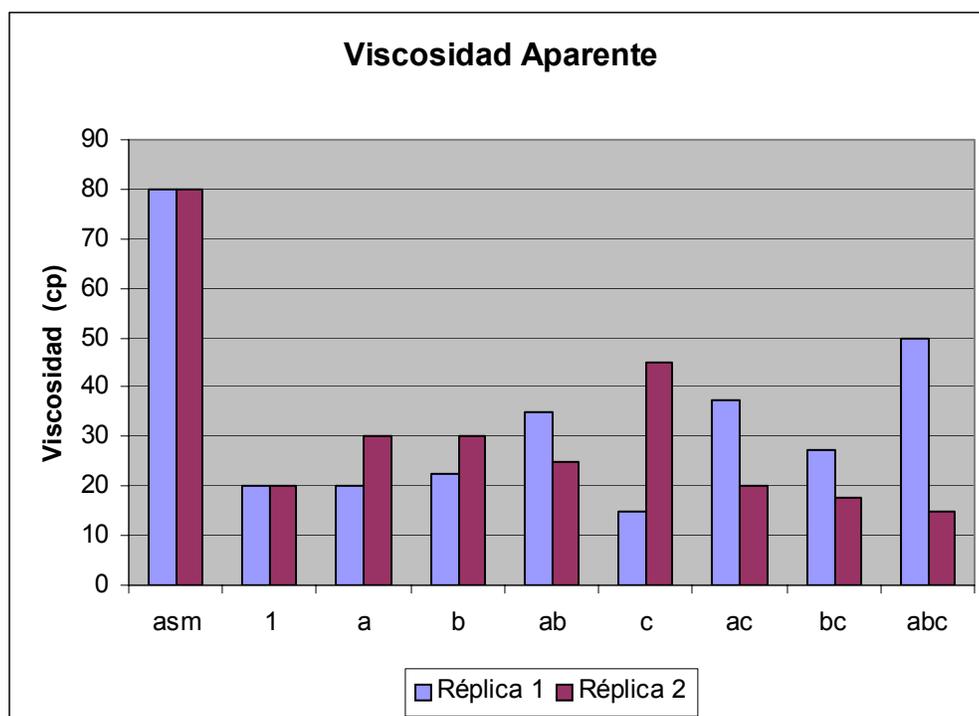


Gráfico N° 4. Representación de Viscosidad Aparente

Donde:

asm = Almidón sin modificar

Los resultados de las muestras de almidón oxidado son menores comparados con los del almidón sin modificar.

Para el caso de la muestra abc, sus valores varían notablemente en relación a la Réplica 1 y 2, pero son aceptables puesto que muestran valores menores a las del almidón sin modificar.

5.2.3 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO.

Tabla N° 14. Resultados de Capacidad de Hinchamiento

MUESTRA	Peso de agua imbibida (g)	Peso de sustancia que la imbebe. (g)	Peso de agua imbibida (g)	Peso de sustancia que la imbebe (g)	Capacidad de Hinchamiento %	Capacidad de Hinchamiento %
Almidón sin modificar	7.0	10.0	7.0	10.0	70	70
1	9.8	10.0	10.4	10.0	77	70
a	8.5	10.0	8.3	10.0	85	83
b	8.0	10.0	9.0	10.0	80	90
ab	8.4	10.0	8.2	10.0	84	82
c	9.0	10.0	9.0	10.0	90	90
ac	9.2	10.0	8.2	10.0	92	92
bc	8.0	10.0	9.0	10.0	80	90
abc	7.7	10.0	7.0	10.0	77	70

Los resultados obtenidos pueden representarse mediante el siguiente gráfico:

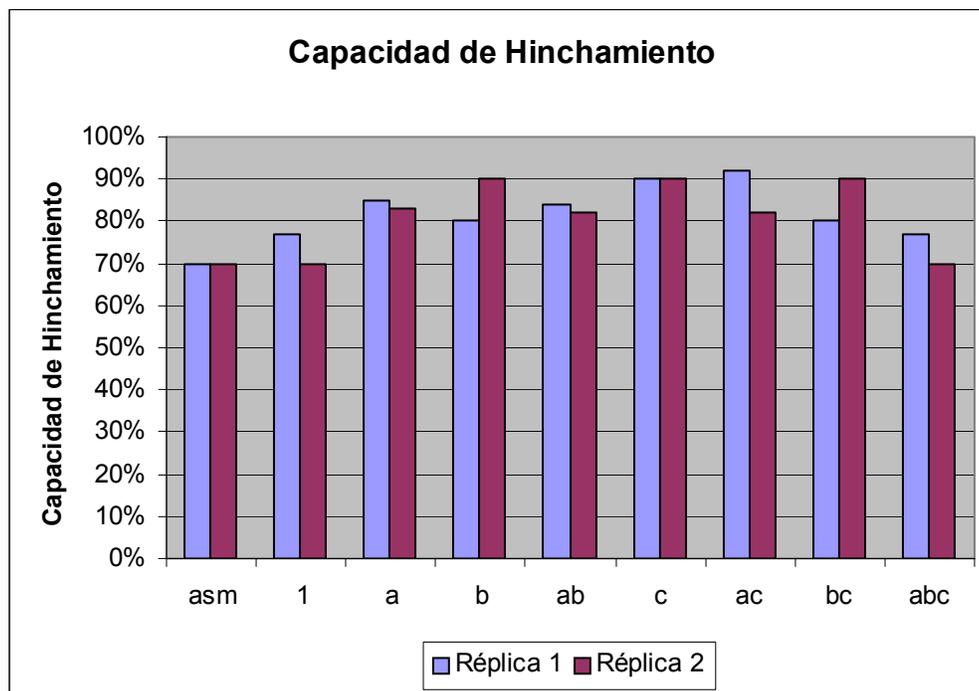


Gráfico N° 5. Representación de Capacidad de Hinchamiento

Donde:

asm = Almidón sin modificar

En el gráfico anterior las muestras de almidón oxidado presentan mayor capacidad de absorber agua en comparación con el almidón de maíz sin modificar.

5.2.4 DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN

Tabla N° 15. Resultados de Temperatura de Gelatinización.

MUESTRA	Réplica 1 TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN	Réplica 2 TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN
ALMIDON SIN MODIFICAR	77° C	77° C
(1)	74° C	73° C
a	63° C	74° C
b	74° C	74° C
ab	73° C	72° C
c	71° C	72° C
ac	75° C	72° C
bc	79° C	79° C
abc	73° C	74° C

Los resultados pueden representarse por medio de un gráfico.

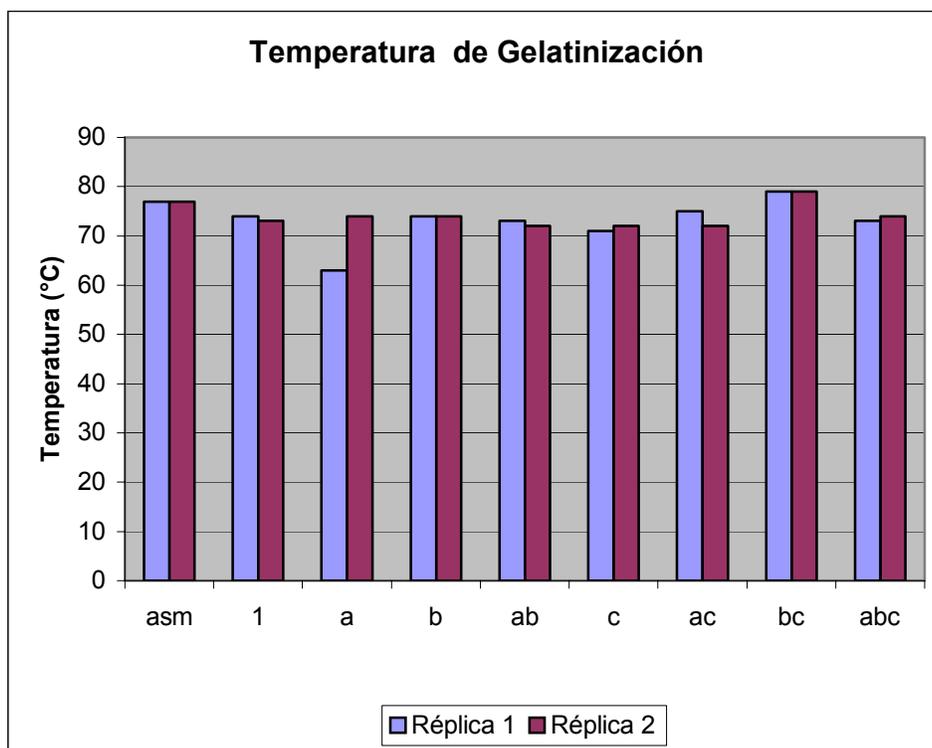


Gráfico N° 6. Representación de Temperatura de Gelatinización

Donde:

asm = Almidón sin modificar

El gráfico anterior muestra la capacidad que tienen los gránulos de almidón oxidado de poder absorber agua sometida al calentamiento, formando en menor tiempo el gel. Los resultados se encuentran dentro del límite $62^{\circ}\text{C} - 74^{\circ}\text{C}_{(4)}$ exceptuando el almidón sin modificar y la muestra abc, que reporta 73°C en la Réplica 1 y 74°C en la Réplica 2.

5.2.5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MANGANESO

Los resultados obtenidos son:

Almidón sin modificar: < 0.05 ppm

Muestra (1), que en Certificado de Análisis (Anexo N° 3) se reporta como muestra 1 A : < 0.05 ppm

Muestra abc, que en el Certificado de Análisis se reporta como 8 A: < 0.05 ppm

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del límite máximo de 20 ppm para este tipo de compuestos₍₇₎

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. La disminución de la temperatura de gelatinización en las muestras de almidón oxidado es debido al mayor contenido de grupos carbonilos y carboxílicos, los cuales le imparten al almidón oxidado una mayor afinidad por el agua, razón por la cual los granos de almidón son capaces de hinchar de forma irreversible a una temperatura inferior que el almidón sin modificar en un rango de 62°C – 74°C.
2. El proceso de oxidación en medio ácido favorece la formación de grupos carbonilos, mientras que en medio básico se favorecen los grupos carboxilos.
3. La mayor capacidad de absorción de agua para las muestras de almidón oxidado se debe a la presencia de grupos funcionales como carbonilos y carboxílicos.
4. La disminución de la viscosidad en las muestras de almidón oxidado se debe a la hidrólisis parcial que se lleva a cabo durante el proceso de oxidación, permitiendo obtener geles de menor viscosidad de 60 cp y evitar el fenómeno de retrogradación.
5. En base al análisis residual de los grupos carbonilos, el polinomio formado indica que la formación de éstos está influenciada por los efectos principales

de concentración de almidón y tiempo de reacción y la interacción entre ambos; en el caso de los grupos carboxilos, el polinomio formado indica la necesidad de incrementar la interacción entre la concentración de almidón y agente oxidante, para favorecer la formación de éstos.

6. Del análisis de correlación lineal entre el contenido de grupos carbonilos y carboxilos con la viscosidad, la capacidad de hinchamiento y la temperatura de gelatinización, se pudo comprobar que la presencia de grupos carbonilos tiene un mayor efecto sobre las propiedades del almidón de maíz oxidado dado que éstos se encuentran en mayor porcentaje comparados con los grupos carboxílicos.

CAPÍTULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados obtenidos en las propiedades físico-químicas y reológicas del almidón oxidado, se permite predecir la posibilidad de su empleo como agente aglutinante en formulaciones de formas farmacéuticas sólidas.
2. Se recomienda estudiar otros factores principales, tales como: pH, agentes oxidantes y diferentes variedades de almidones con el fin de mejorar las propiedades de las materias primas que se utilizan en la Industria Farmacéutica, Alimenticia y Cosmética.
3. Se recomienda fomentar este tipo de estudio para la investigación y desarrollo de materias primas nuevas y/o las ya existentes por parte de la Industria Farmacéutica y ramas afines a ella, con el fin de reducir los costos y tiempos de fabricación.
4. El resultado obtenido en el análisis estadístico plantea la conveniencia de incrementar las 3 variables para aumentar el nivel de oxidación, por lo que resulta particularmente importante la posibilidad de incrementar la concentración de almidón, ya que desde el punto de vista industrial permite aprovechar de forma más adecuada la capacidad de los reactores donde se llevaría a cabo el proceso.

5. Por la baja viscosidad obtenida en los resultados se recomienda realizar estudios en base a esta propiedad con el fin de comprobar como afecta en la friabilidad, desintegración y dureza de las Formas Farmacéuticas sólidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aquino, M. A. 1997. Recopilación Bibliográfica de pruebas de Identificación y Ensayos de pureza de drogas de origen animal más utilizados en la Industria Farmacéutica y Cosmética. Trabajo de Graduación. Facultad de química y Farmacia, Universidad de El Salvador, El Salvador.
2. Alba Bazala, N. F. 2002. Evaluación y mejora del procedimiento de fabricación de tabletas de Hioscina –N-butilbromuro de 10mg.Trabajo de Graduación. Universidad de La Habana, Cuba. Disponible en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/salud/Alba_B_N/Aspect
3. Charlaix, E. 1963. Fabricación de tabletas comprimidas, Nuevos Aglutinantes, Desintegrantes y Técnicas de Granulación. Trabajo de Graduación. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de El Salvador, El Salvador.
4. Cheftel, J. C. y otros. 2000. Introducción a la bioquímica de Tecnología de los Alimentos. 4ª Reimpresión, Vol. I. Madrid, España. Editorial Acribia. P 118 – 129.
5. Del Pozo, A. y otros. 1963. Enciclopedia Farmacéutica. Tomo III. Barcelona, España. Editorial Científico – Médica.
6. Díaz Crespín, G. 2002. Caracterización de quitina y quitosano obtenidos a partir de exoesqueletos de camarón. Trabajo de Graduación. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Química, Universidad de El salvador, El salvador.

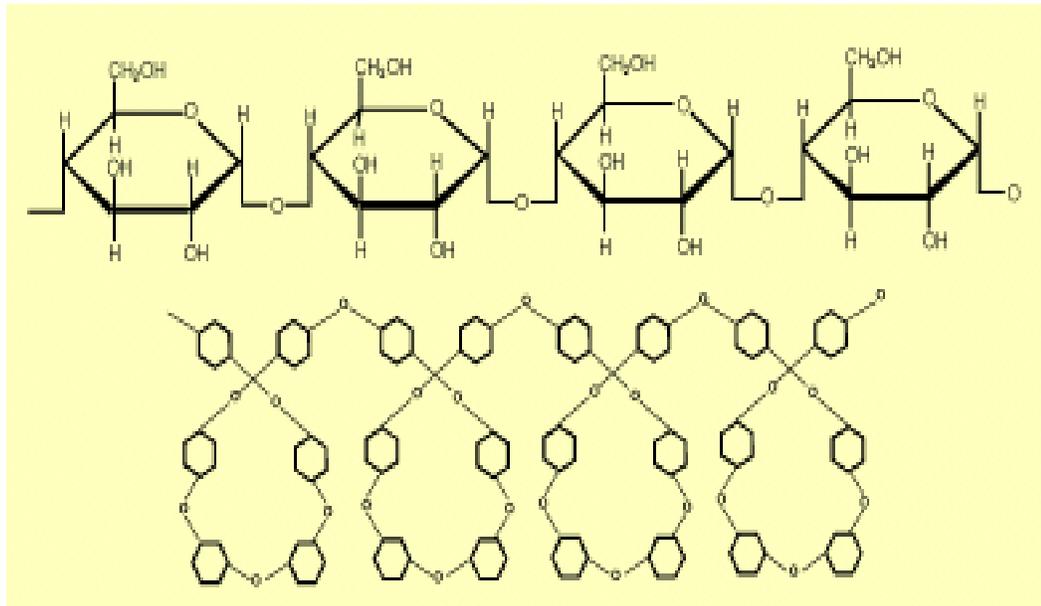
7. Díaz Molina, M. y otros. 1999. Síntesis de almidón oxidado. La Habana, Cuba. Disponible en:
<http://bvs.sid.cu/revistas/far/vol33299/far03299htm>
8. Gómez Fatuo, J. M. y otros. 1998. Estudio de la Funcionalización del Polietileno de alta densidad con maleato de dietilo mediante diseños experimentales. Revista de Plásticos Modernos. 75 (503): 473 – 479.
9. Helman, J. 1982. Farmacotecnia Teórica y Práctica. Tomo VI. México. Cia Editorial Continental, S. A de C. V. p 1712 – 1716.
10. Kirk, R. y otros. 1966. Enciclopedia de Tecnología Química. 1° Edición. Tomo II. México.
11. Kvasnicka, F. Y otros. 1984. Study of physico-chemical properties of oxidized starches. Scientific paper. 58: 87 – 100.
12. Montgomery, D .C. 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. México. Grupo de Editores Iberoamericanos, S. A. de C. V. p 249 – 258.
13. Montgomery, D. C. y otros. 1996. Probabilidad y Estadística aplicada a la Ingeniería. México. Editorial McGRAW-HILL. p 737 – 744
14. Comité de Normas y Asistencia Técnica Industrial. Costa Rica.
Norma oficial para almidón de maíz RTCR 11:1959.
Disponible en: <http://reventazón.meic.go.cr/información/onnun/normas//11.pdf>
15. Remington, J. P. 1995. Farmacia práctica de Remington 19° edición en español traducida de la décima edición en inglés por Oscar G. Carrera y Francisco Contromal.

16. Rutenberg, M. y otros. 1984. Starch derivatives; production and uses, 2^{ed} New Jersey. p 311 – 366
17. Sosa Hidalgo de Suncín, K. L. 1971. Estudio comparativo de aglutinantes; referido a la dureza, friabilidad y tiempo de desintegración en la fabricación de tabletas. Trabajo de Graduación. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de El Salvador, El Salvador.

ANEXOS

ANEXO N° 1
ESTRUCTURA DE AMILOSA

Estructura de Amilosa

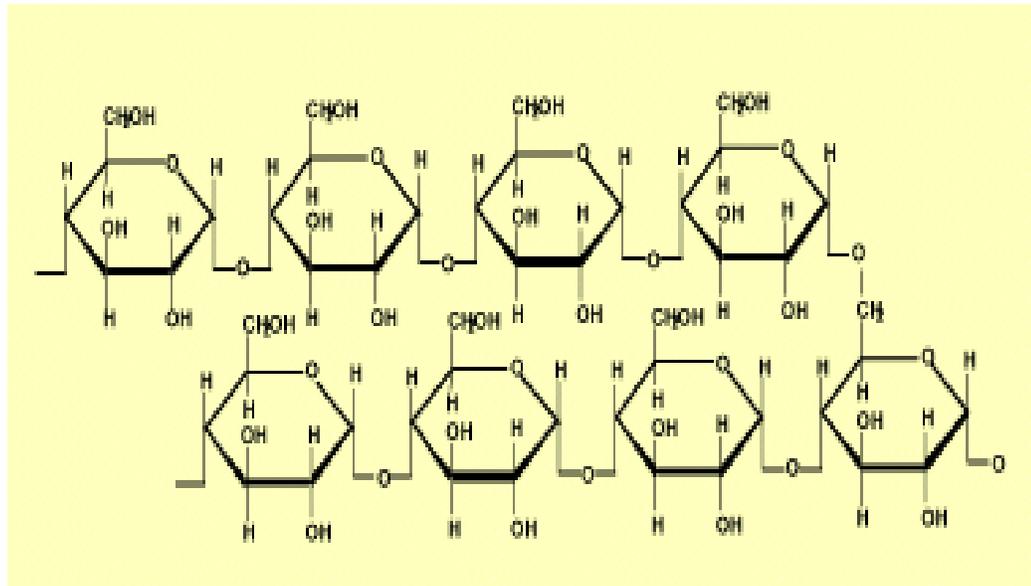


La amilosa es un polímero de cadena lineal de residuos de D-glucosa, unidos por enlaces α 1,4. Su estructura molecular de cadena recta le confiere una capacidad aglutinante intramolecular muy fuerte.

La amilosa aumenta significativamente de tamaño cuando se humedece, confiriéndole unas características disgregantes excelentes₍₄₎

ANEXO N° 2
ESTRUCTURA DE AMILOPECTINA

Estructura de Amilopectina



La amilopectina es un polímero ramificado de D-glucosa. Los enlaces son del tipo α 1,4 salvo a nivel de las ramificaciones, donde son del tipo α 1,6. Su estructura molecular de cadenas laterales, hace que la molécula sea fácilmente soluble en agua fría. La amilopectina funciona como aglutinante en los procesos de granulación húmeda (4)

ANEXO N° 3

DE MANGANESO PRESENTE EN LAS MUESTRAS:

ALMIDÓN SIN MODIFICAR

MUESTRA (1)

MUESTRA abc

CODIFICACIÓN DE MUESTRAS:

ALMIDÓN SIN MODIFICAR : EC – 576

MUESTRA (1) : EC – 577

MUESTRA abc : EC – 575



FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
Sección Agroquímicos y Foliare

INFORME No.: EC-91

PROPIETARIO: Claudia Adelina Roque Mendoza
DIRECCIÓN: Col. Jardín Pje. F Casa 19, Mejicanos
TELÉFONO: 282-6681
RESPONSABLE: Claudia Adelina Roque Mendoza

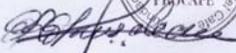
FECHAS	
RECEPCIÓN:	11/09/03
ANÁLISIS:	11/09/03
EMISIÓN:	11/09/03

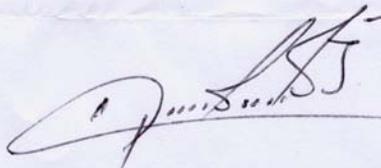
RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS DE
LECTURAS DE SOLUCIONES PREPARADAS

CÓDIGO DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	LECTURA DE MANGANESO mg/L
EC-575	Almidón de maíz 8A	< 0.05
EC-576	Almidón de maíz sin oxidar	< 0.05
EC-577	Almidón de maíz 1A	< 0.05

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.




Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos


Lic. Julio César Chávez Guerra
Técnico Analista

ANEXO N° 4

GRÁFICAS DE GRUPOS CARBONILOS

Cuadro N° 1. Valoración Potenciométrica de Almidón de Maíz sin modificar.

Réplica 1. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05 N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	5.10				
10.00	5.47	7.50	0.07	5.0	0.37
15.00	5.72	12.50	0.05	5.0	0.25
20.00	5.92	17.50	0.04	5.0	0.20
25.00	6.09	22.50	0.03	5.0	0.17
30.00	6.25	27.50	0.03	5.0	0.16
35.00	6.41	32.50	0.03	5.0	0.16
40.00	6.57	37.50	0.03	5.0	0.16
45.00	6.74	42.50	0.03	5.0	0.17
50.00	6.95	47.50	0.04	5.0	0.21
55.00	9.00	* 52.50	0.41	5.0	2.05
60.00	10.00	57.50	0.20	5.0	1.00
65.10	10.85	62.55	0.15	5.1	0.80
70.00	11.45	67.55	0.12	4.9	0.60
75.00	11.90	72.50	0.09	5.0	0.45
80.00	12.22	77.50	0.06	5.0	0.32
85.00	12.43	82.50	0.04	5.0	0.21
90.00	12.57	87.50	0.02	5.0	0.14
95.00	12.83	92.50	0.03	5.0	0.11
100.00	12.76	97.50	0.01	5.0	0.08
105.00	12.83	102.50	0.01	5.0	0.07
110.00	12.88	107.50	0.01	5.0	0.05

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

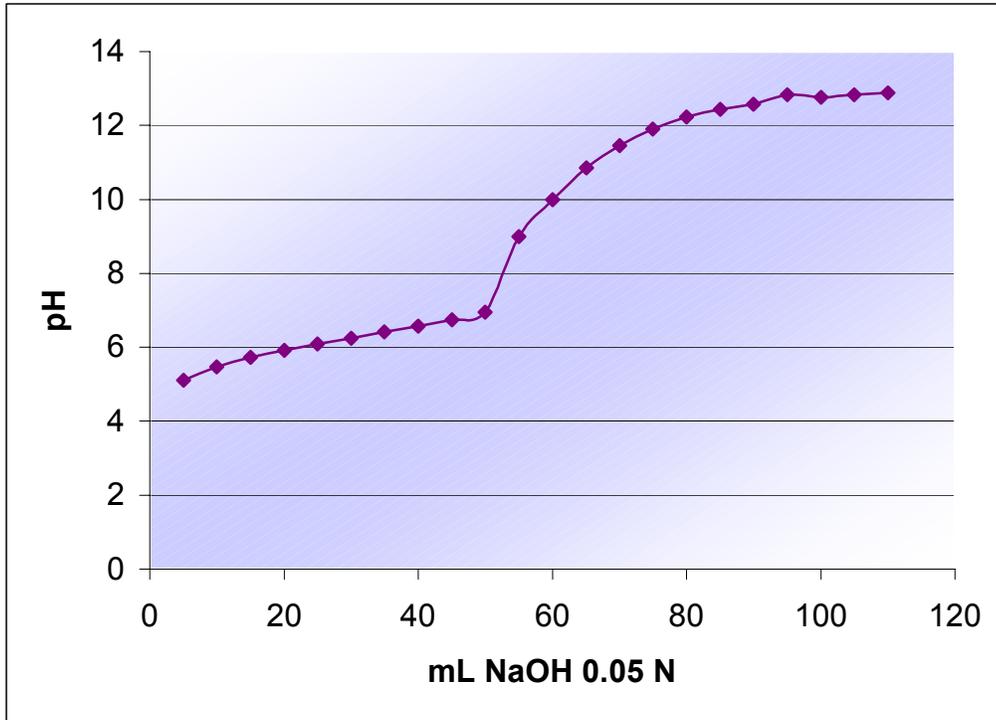


Gráfico N° 7. mL NaOH 0.05N vs pH para el Almidón sin modificar de Grupos Carbonilos.

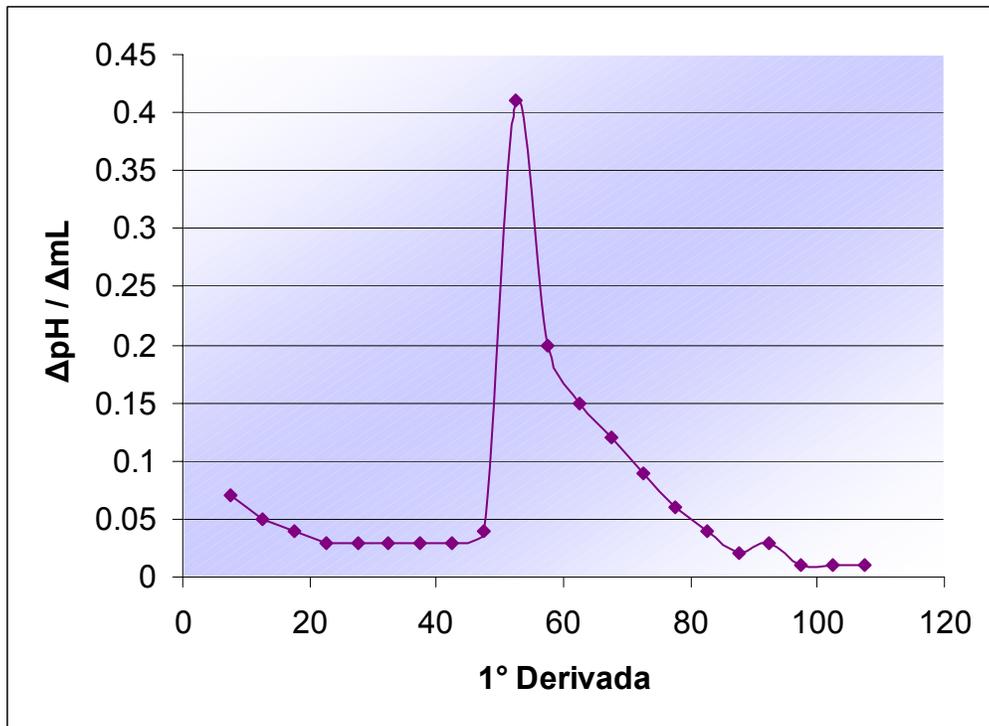


Gráfico N° 8. 1° Derivada vs $\Delta pH / \Delta mL$ para el Almidón sin modificar de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 2. Valoración Potenciométrica de Muestra (1). Réplica 1.

Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	4.86				
10.00	5.25	7.50	0.07	5.00	0.39
20.00	5.72	15.00	0.04	10.00	0.47
35.00	6.22	27.50	0.03	15.00	0.50
50.00	6.83	42.50	0.04	15.00	0.61
60.00	7.79	55.00	0.19	5.00	0.96
65.00	10.17	* 62.50	0.47	5.00	2.38
70.00	11.06	67.50	0.17	5.00	0.89
80.00	11.99	75.00	0.09	10.00	0.93
90.00	12.36	85.00	0.03	10.00	0.37
100.00	12.57	95.00	0.02	10.00	0.21

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

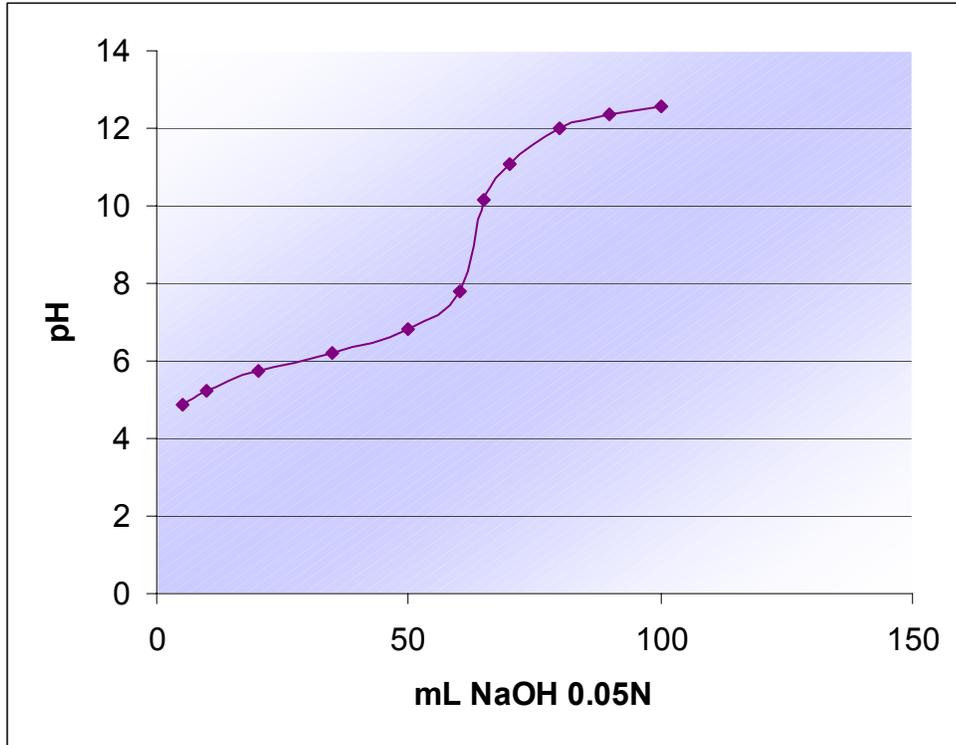


Gráfico N° 9. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra (1) Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

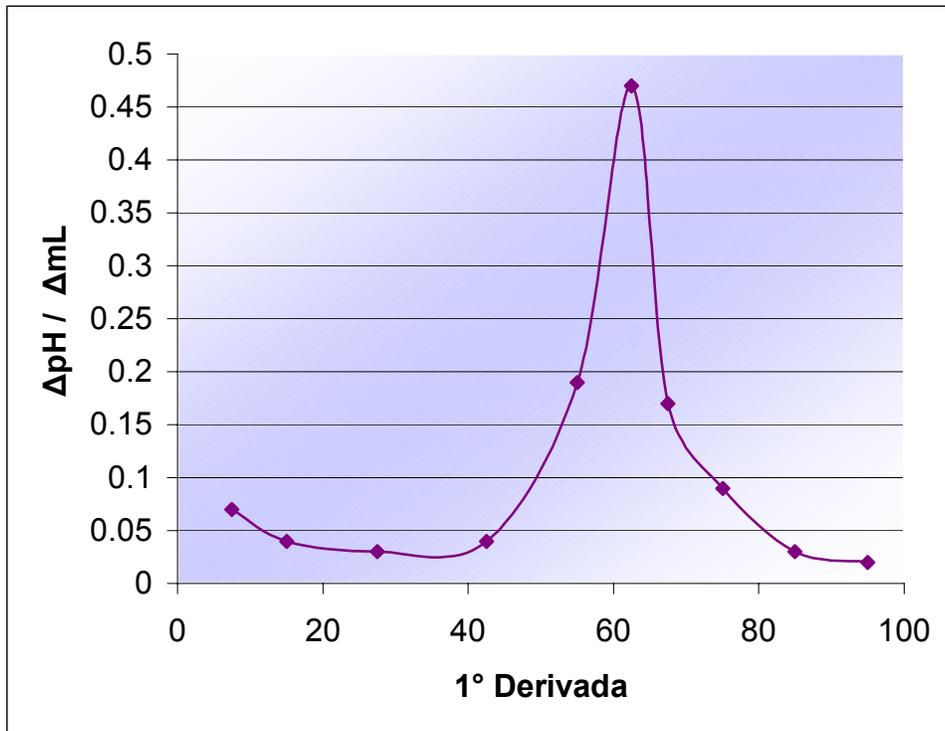


Gráfico N° 10. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra (1) Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 3. Valoración Potenciométrica de Muestra (1).

Réplica 2. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔpH	ΔmL
10.00	5.23				
20.00	5.72	15.00	0.05	0.49	10.00
35.00	6.25	27.50	0.03	0.53	15.00
50.00	6.88	42.50	0.04	0.63	15.00
60.10	7.97	55.05	0.10	1.09	10.10
65.10	10.45	* 62.60	0.49	2.48	5.00
70.10	11.32	67.60	0.17	0.87	5.00
80.20	12.21	75.15	0.08	0.89	10.10
90.20	12.54	85.20	0.03	0.33	10.00
100.00	12.72	95.10	0.02	0.18	9.80

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

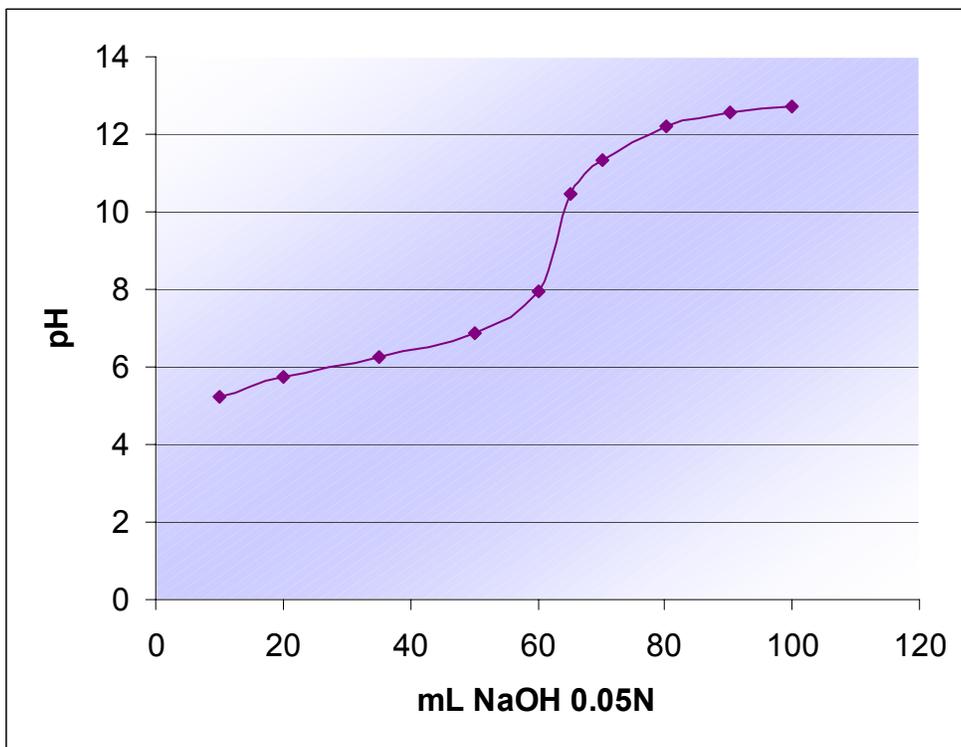


Gráfico N° 11. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra (1). Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

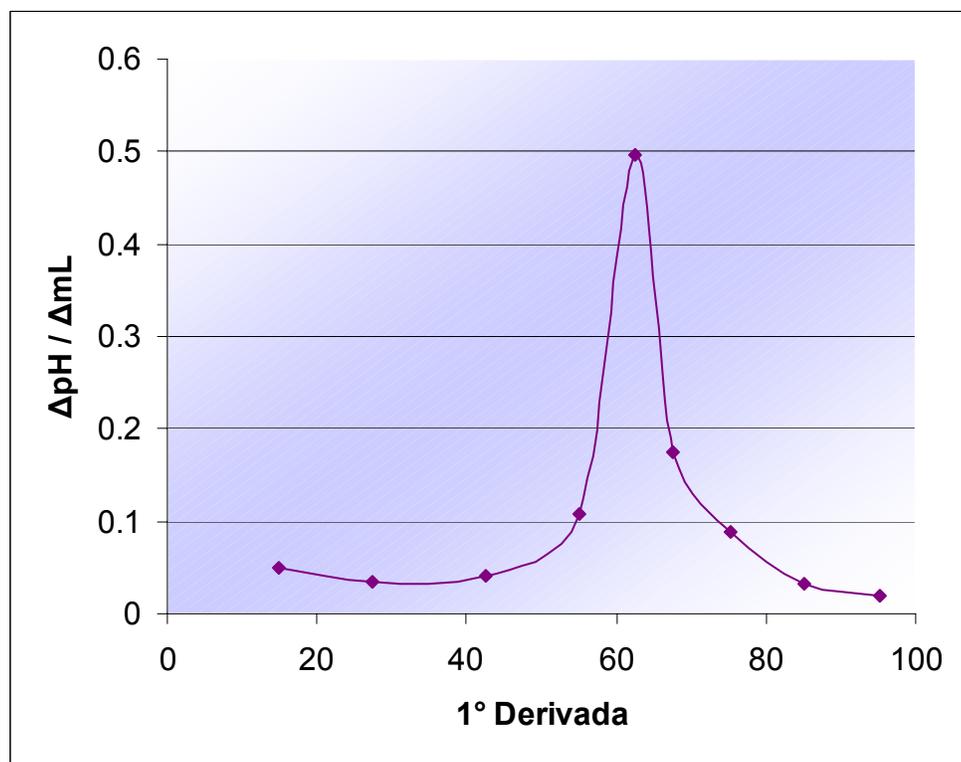


Gráfico N° 12. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra (1). Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 4. Valoración Potenciométrica de Muestra a.

Réplica 1. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	4.99				
7.00	5.20	6.00	0.10	2.00	0.21
11.00	5.47	9.00	0.06	4.00	0.27
16.00	5.72	13.50	0.05	5.00	0.25
21.00	5.92	18.50	0.04	5.00	0.20
31.00	6.24	26.00	0.03	10.00	0.32
41.00	6.55	36.00	0.03	10.00	0.31
66.00	8.41	63.50	0.17	5.00	0.89
71.00	10.73	* 68.50	0.46	5.00	0.89
81.00	12.01	76.00	0.12	10.00	1.28
91.00	12.41	86.00	0.04	10.00	0.46
100.00	12.68	95.50	0.03	9.00	0.21

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

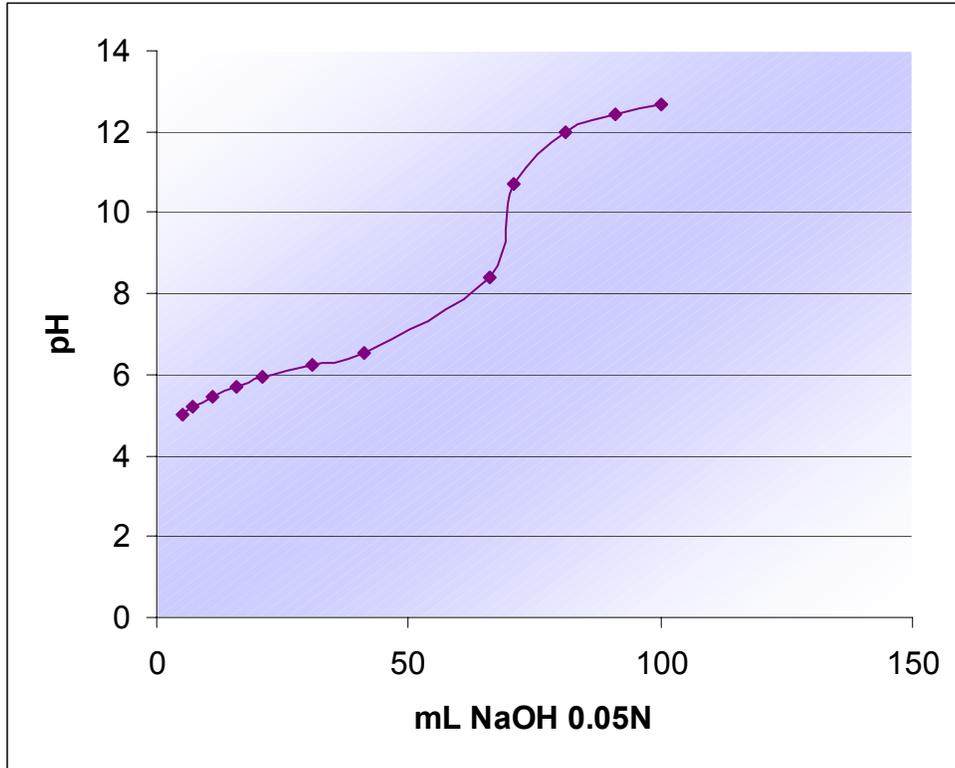


Gráfico N° 13. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra a. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

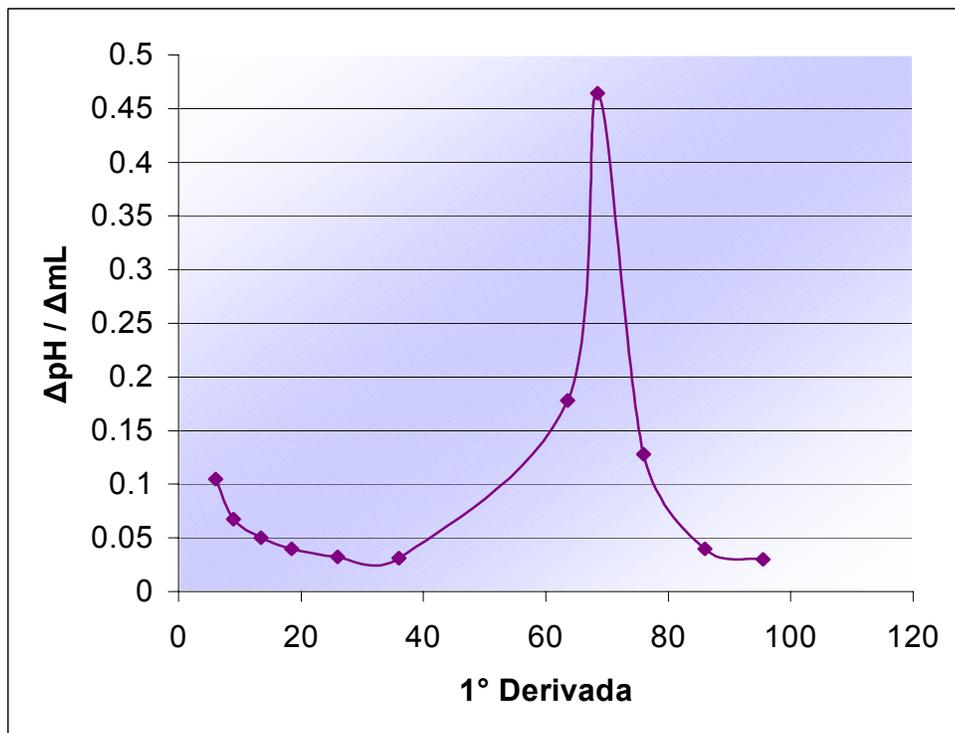


Gráfico N° 14. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra a. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 5. Valoración Potenciométrica de Muestra a.

Réplica 2. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	4.91				
7.00	5.11	6.00	0.10	2.00	0.20
11.00	5.40	9.00	0.07	4.00	0.29
16.10	5.66	13.55	0.05	5.10	0.26
21.10	5.86	18.60	0.04	5.00	0.20
31.10	6.21	26.10	0.03	10.00	0.35
41.10	6.55	36.10	0.03	10.00	0.34
51.10	6.98	46.10	0.04	10.00	0.43
61.10	7.28	56.10	0.09	10.00	0.98
66.10	10.68	* 63.60	0.54	5.00	2.72
71.10	11.70	68.60	0.20	5.00	1.02
81.10	12.38	76.10	0.06	10.00	0.68
91.10	12.65	86.10	0.02	10.00	0.27
100.00	12.79	95.55	0.01	8.90	0.14

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

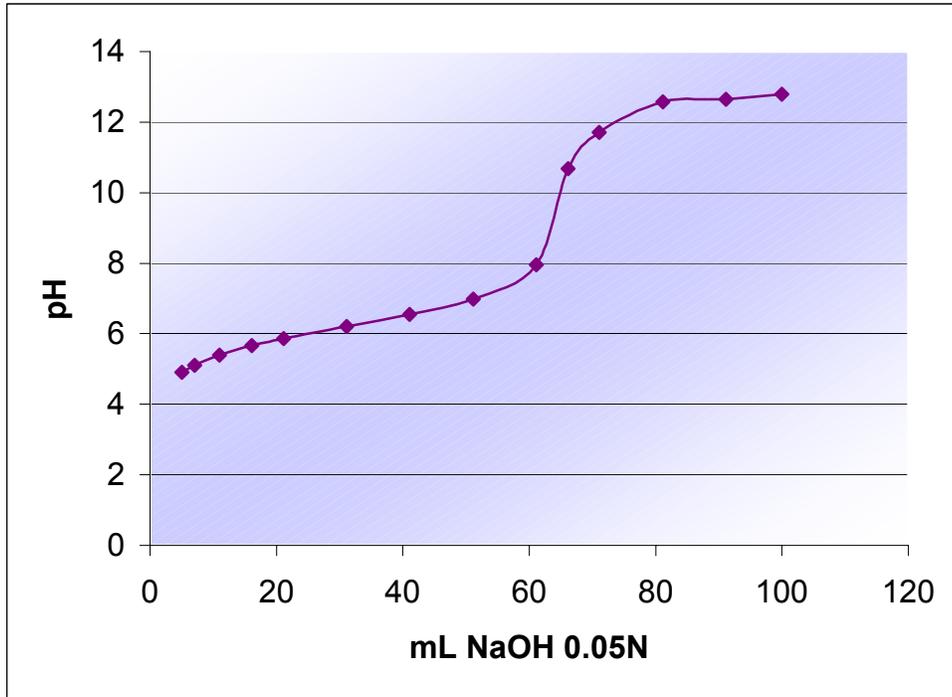


Gráfico N° 15. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra a. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

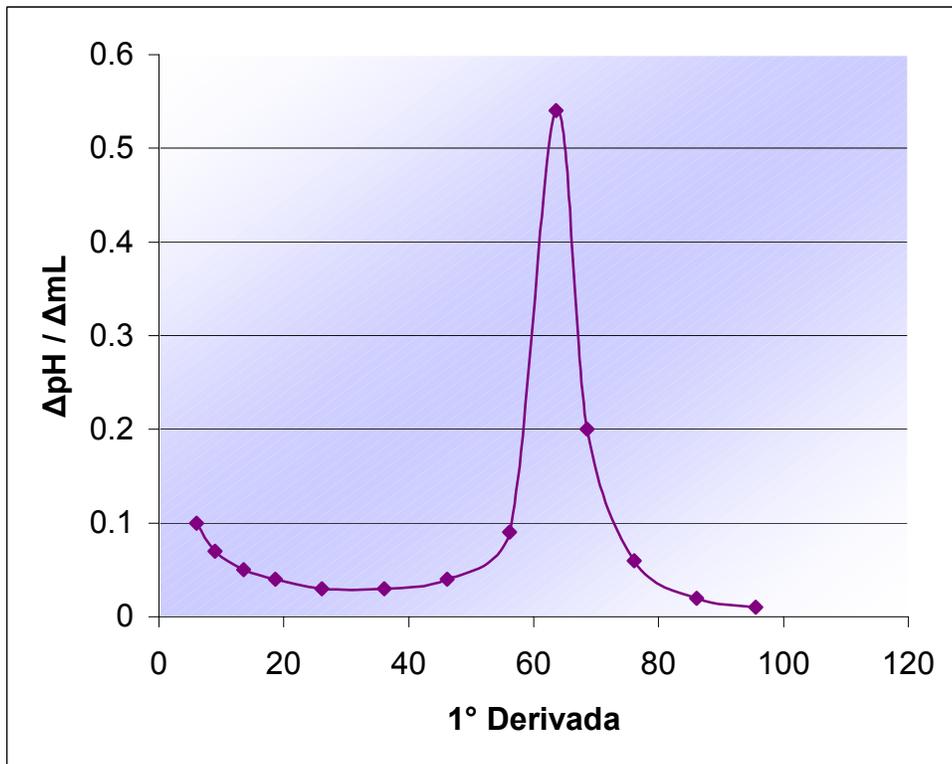


Gráfico N° 16. 1° Derivada vrs $\Delta pH / \Delta mL$ para muestra a. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 6. Valoración Potenciométrica de Muestra b.

Réplica 1. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	5.14				
10.00	5.54	7.50	0.08	5.00	0.14
15.00	5.80	12.50	0.05	5.00	0.26
20.00	6.01	17.50	0.04	5.00	0.42
30.00	6.37	25.00	0.03	10.00	0.36
40.00	6.72	35.00	0.03	10.00	0.35
50.00	7.19	45.00	0.04	10.00	0.47
60.10	8.94	55.05	0.17	10.10	1.75
65.10	10.89	* 62.60	0.39	5.00	1.95
70.10	11.60	67.60	0.14	5.00	0.71
75.20	12.02	72.65	0.08	5.10	0.42
85.20	12.47	80.20	0.04	10.00	0.45
95.20	12.71	90.20	0.02	10.00	0.24
100.00	12.79	97.60	0.01	4.80	0.08

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

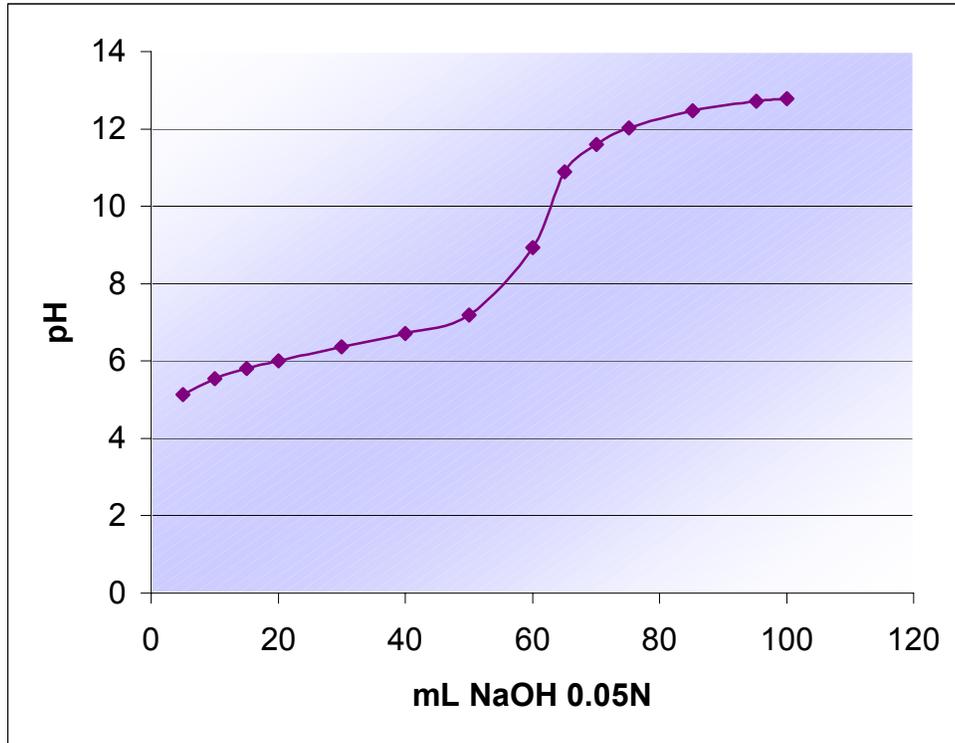


Gráfico N° 17. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra b. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

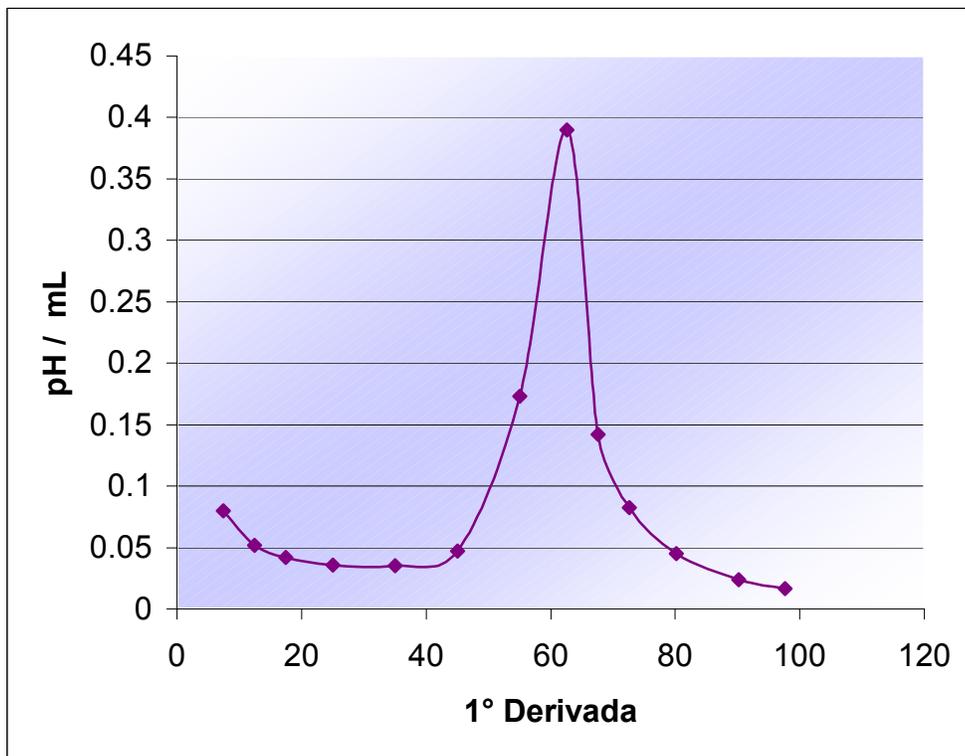


Gráfico N° 18. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra b. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 7. Valoración Potenciométrica de Muestra b.

Réplica 2. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	4.97				
10.10	5.40	7.55	0.08	5.10	0.43
15.10	5.67	12.60	0.05	5.00	0.27
20.10	5.89	17.60	0.04	5.00	0.22
30.10	6.24	25.10	0.03	10.00	0.35
40.10	6.59	35.10	0.03	10.00	0.35
50.00	7.04	45.05	0.04	9.90	0.45
60.00	8.15	55.00	0.11	10.00	1.11
65.00	10.54	* 62.50	0.47	5.00	2.39
70.00	11.43	67.50	0.17	5.00	0.89
80.00	12.26	75.00	0.08	10.00	0.83
90.00	12.58	85.00	0.03	10.00	0.32
100.00	12.77	95.00	0.01	10.00	0.19

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

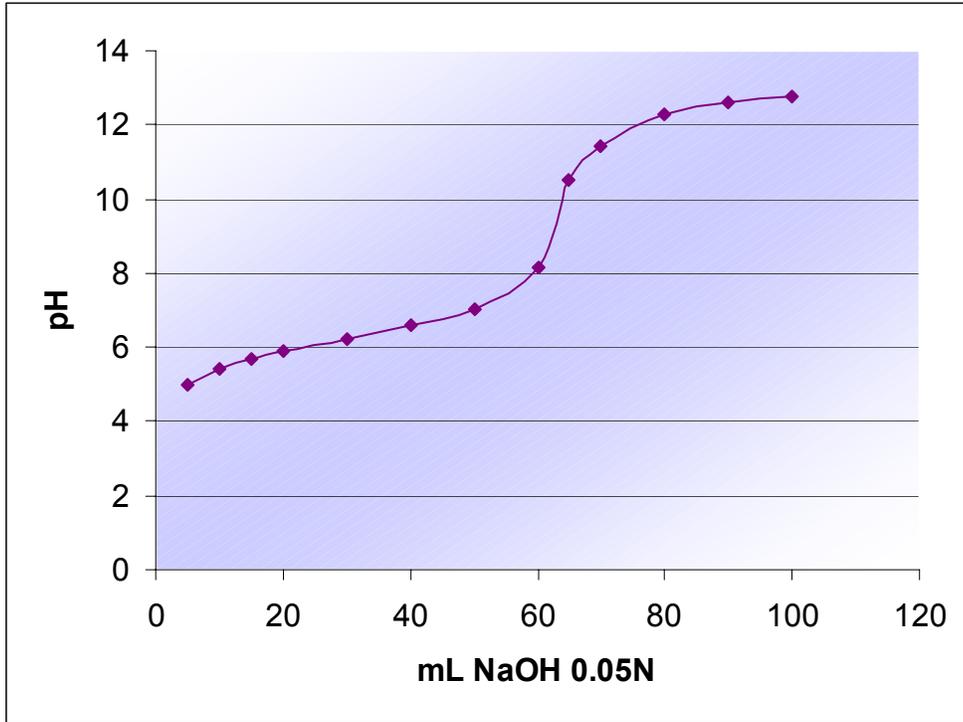


Gráfico N° 19. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra b. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

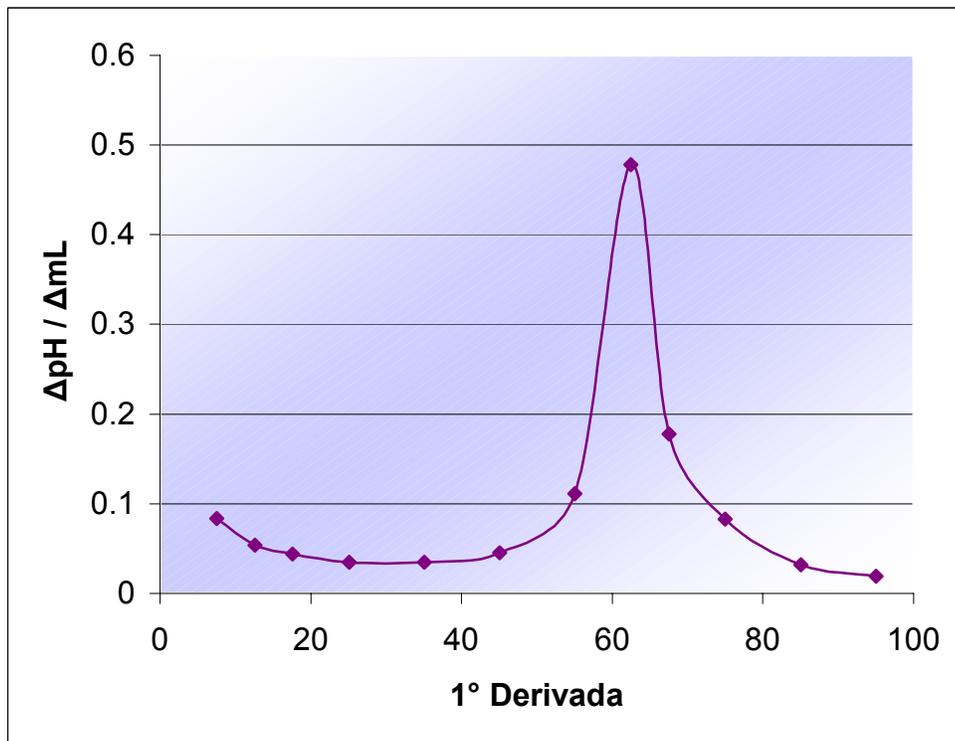


Gráfico N° 20. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra b. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 8. Valoración Potenciométrica de Muestra ab.

Réplica 1. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	5.13				
7.00	5.32	6.00	0.09	2.00	0.19
11.00	5.58	9.00	0.06	4.00	0.26
16.00	5.82	13.50	0.04	5.00	0.24
21.00	6.02	18.50	0.04	5.00	0.20
26.00	6.18	23.50	0.03	5.00	0.16
36.00	6.48	31.00	0.03	10.00	0.30
46.00	6.81	41.00	0.03	10.00	0.33
56.00	7.26	51.00	0.04	10.00	0.45
66.00	8.69	61.00	0.14	10.00	1.43
71.00	11.02	* 68.50	0.46	5.00	2.33
76.00	11.82	73.50	0.16	5.00	0.80
81.00	12.21	78.50	0.07	5.00	0.39
86.00	12.45	83.50	0.04	5.00	0.24
91.00	12.61	88.50	0.03	5.00	0.16
96.00	12.73	93.50	0.02	5.00	0.12
100.00	12.80	98.00	0.01	4.00	0.07

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

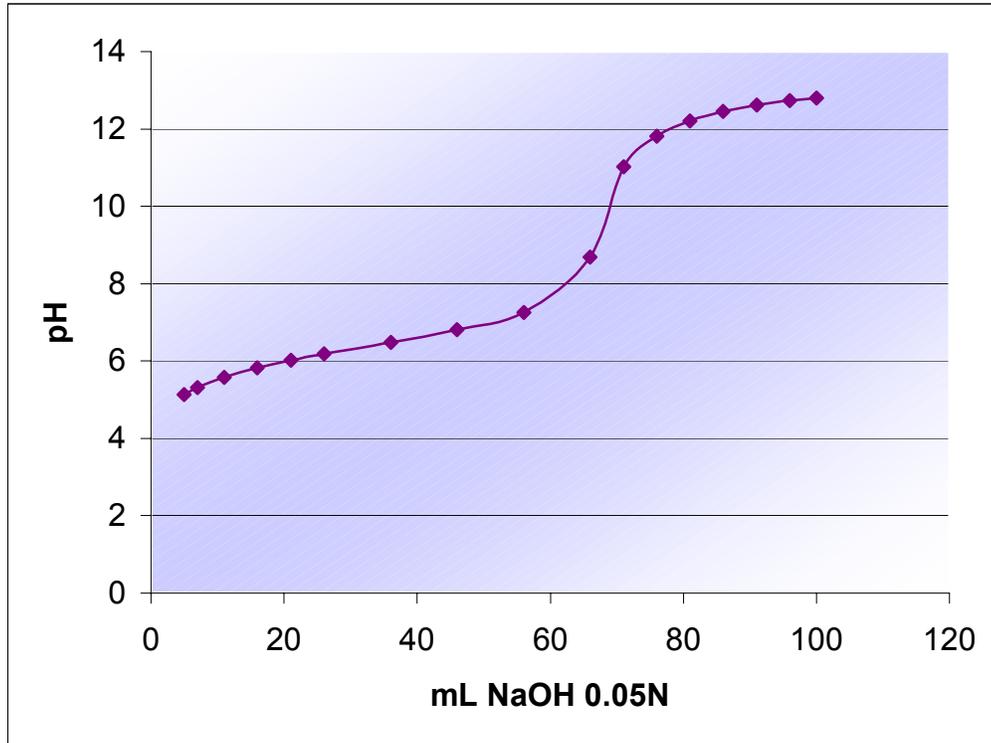


Gráfico N° 21. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra ab. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

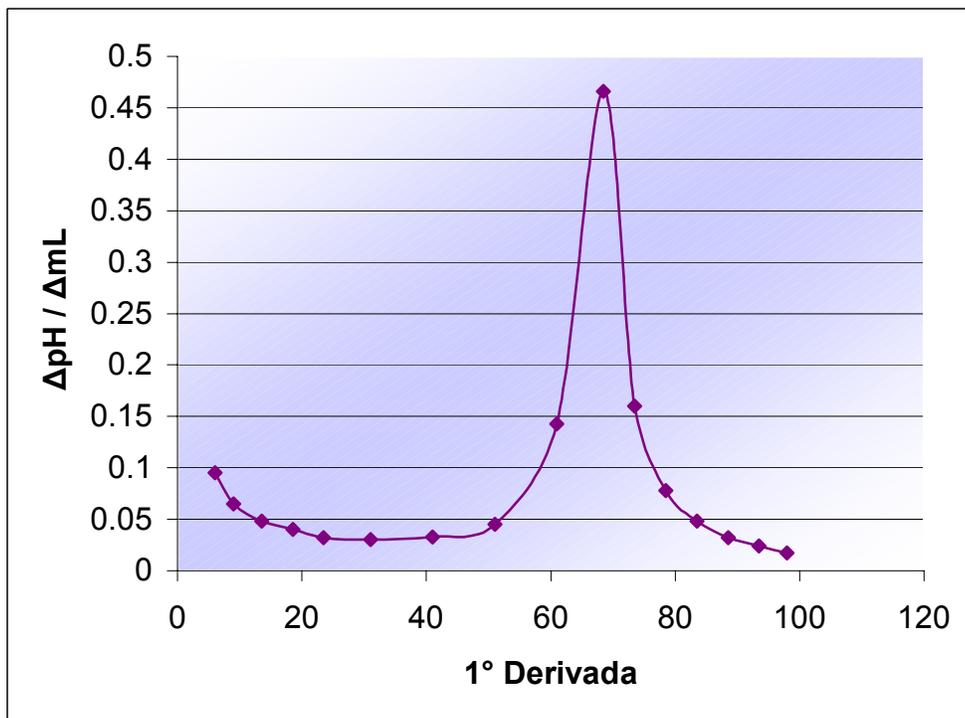


Gráfico N° 22. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra ab. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 9. Valoración Potenciométrica de Muestra ab.

Réplica 2. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{mL}/\Delta\text{pH}$	ΔmL	ΔpH
5.00	4.96				
7.00	5.14	6.00	0.09	2.00	0.18
11.00	5.41	9.00	0.06	4.00	0.27
16.00	5.66	13.50	0.05	5.00	0.25
21.00	5.86	18.50	0.04	5.00	0.20
31.00	6.20	26.00	0.03	5.00	0.34
41.00	6.52	36.00	0.03	10.00	0.32
50.00	6.88	45.50	0.03	10.00	0.35
60.00	7.53	55.00	0.06	9.00	0.66
65.00	8.47	62.50	0.18	10.00	0.94
70.00	10.97	* 67.50	0.50	5.00	2.50
75.00	11.74	72.50	0.15	5.00	0.77
80.00	12.10	77.50	0.07	5.00	0.36
85.00	12.33	82.50	0.04	5.00	0.23
95.00	12.60	90.00	0.02	5.00	0.27
100.00	12.69	97.50	0.01	5.00	0.09

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

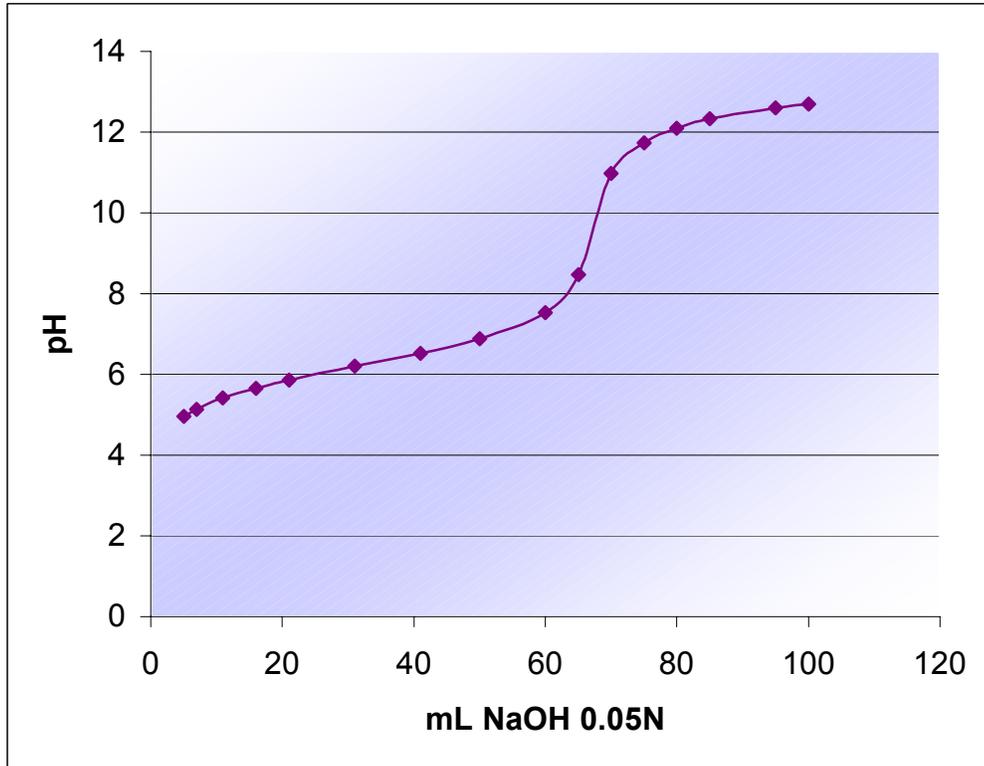


Gráfico N° 23. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra ab. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

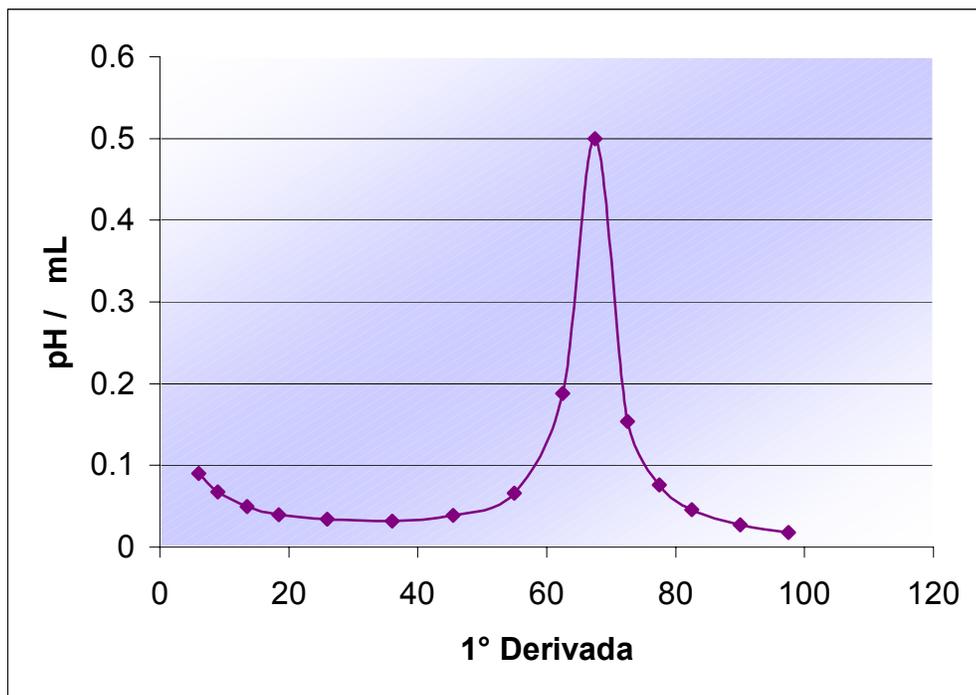


Gráfico N° 24. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra ab. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

Cruadro N° 10. Valoración Potenciométrica de Muestra c.

Réplica 1. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	4.60				
10.00	5.01	7.50	0.08	5.00	0.41
15.00	5.26	12.50	0.05	5.00	0.25
30.00	5.55	22.50	0.02	15.00	0.29
45.00	5.88	37.50	0.02	15.00	0.33
60.00	6.15	52.50	0.02	15.00	0.28
65.00	6.24	62.50	0.02	5.00	0.09
70.10	6.34	67.55	0.02	5.10	0.10
85.00	6.62	77.55	0.01	14.90	0.28
100.00	6.90	92.50	0.01	15.00	0.28
115.00	7.64	107.50	0.04	15.00	0.74
130.10	10.75	*122.55	0.20	15.10	3.11
140.10	11.55	135.10	0.08	10.00	0.80
150.00	12.04	145.50	0.04	9.90	0.49

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

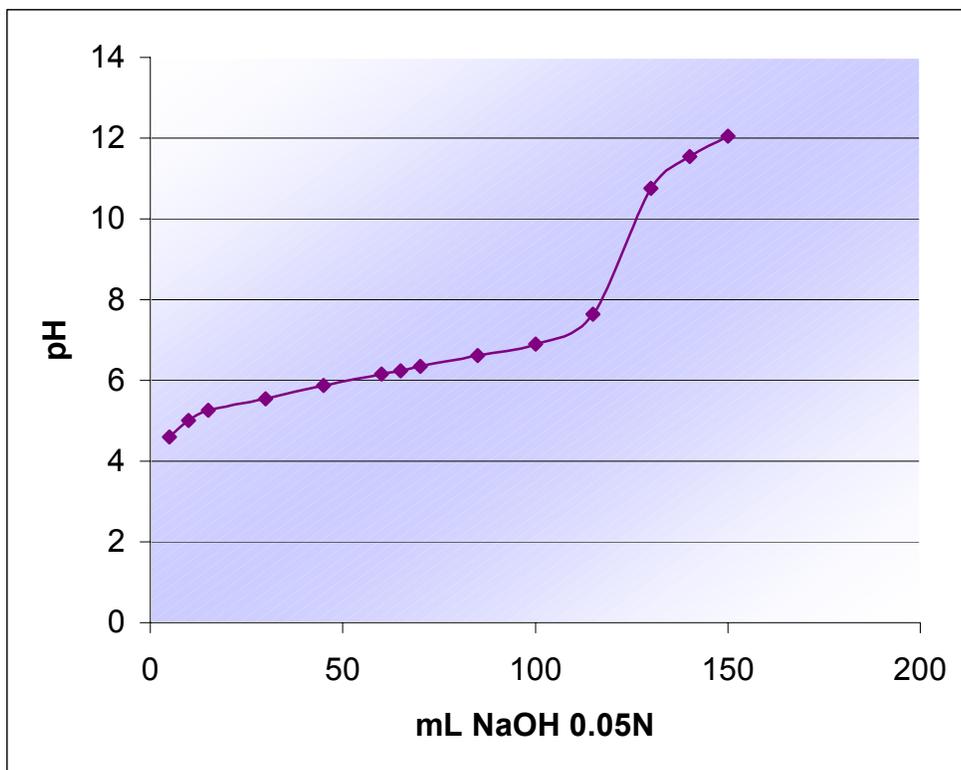


Gráfico N° 25. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra c. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

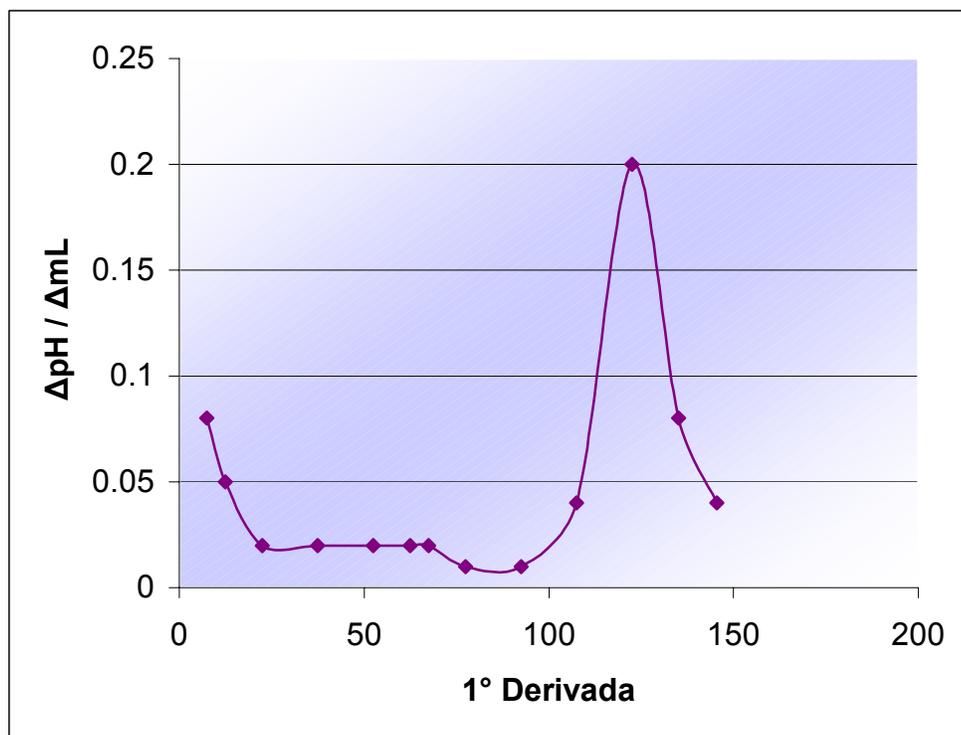


Gráfico N° 26. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra c. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 11. Valoración Potenciométrica de Muestra c.

Réplica 2. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.10	4.53				
15.00	5.17	10.05	0.06	9.90	0.64
25.00	5.49	20.00	0.03	10.00	0.32
35.00	5.72	30.00	0.02	10.00	0.23
45.00	5.90	40.00	0.02	10.00	0.18
55.10	6.06	50.05	0.01	10.10	0.16
60.10	6.12	57.60	0.01	5.00	0.06
65.10	6.20	62.60	0.01	5.00	0.08
70.00	6.28	67.55	0.01	4.90	0.08
80.00	6.45	75.00	0.01	10.00	0.17
90.00	6.64	85.00	0.02	10.00	0.19
100.00	6.89	95.00	0.02	10.00	0.25
115.00	7.51	107.50	0.04	15.00	0.62
130.00	10.41	*122.50	0.19	15.00	2.90
140.00	11.32	135.00	0.09	10.00	0.91
150.00	11.87	145.00	0.05	10.00	0.55

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

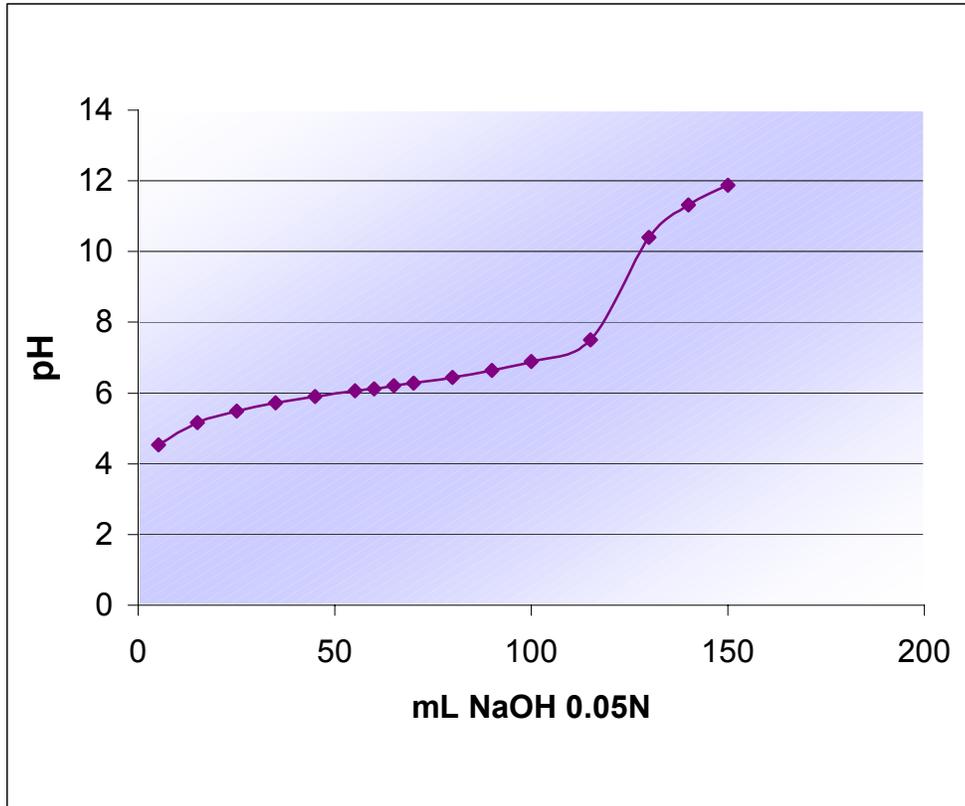


Gráfico N° 27. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra c. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

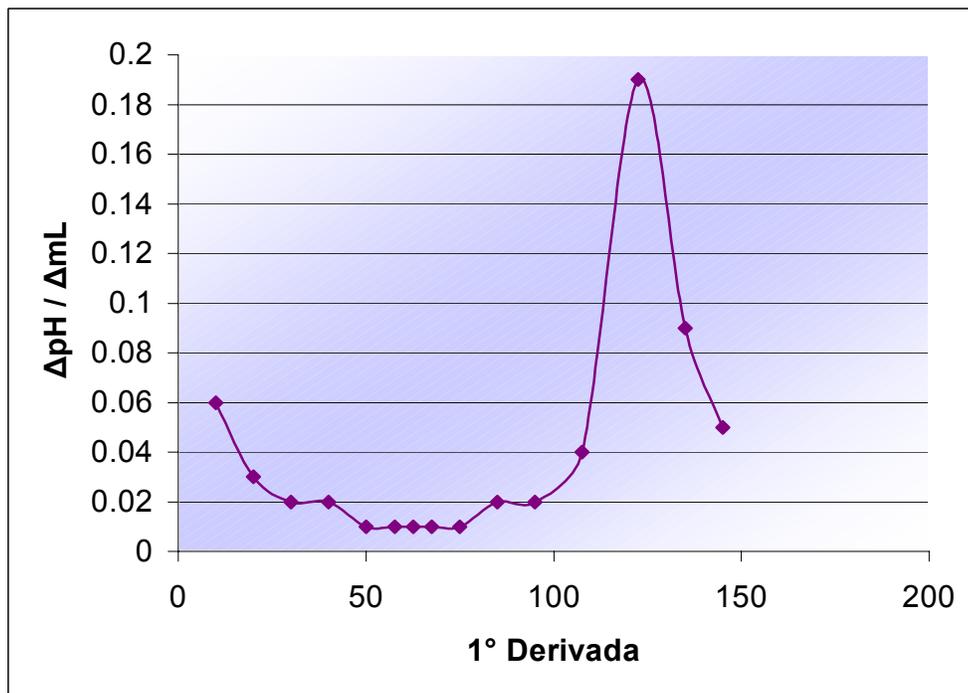


Gráfico N° 28. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra c. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 12. Valoración Potenciométrica de Muestra ac.

Réplica 1. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	5.00				
7.00	5.20	6.00	0.10	2.00	0.20
11.10	5.48	9.05	0.06	4.10	0.28
16.00	5.72	13.55	0.04	4.90	0.24
21.00	5.92	18.50	0.04	5.00	0.2
26.00	6.10	23.50	0.03	5.00	0.18
36.00	6.42	31.00	0.03	10.00	0.32
46.00	6.76	41.00	0.03	10.00	0.34
56.00	7.26	51.00	0.05	10.00	0.5
66.00	9.13	61.00	0.18	10.00	1.87
71.00	11.03	* 68.50	0.38	5.00	1.9
76.00	11.62	73.50	0.11	5.00	0.59
81.00	12.01	78.50	0.07	5.00	0.39
91.00	12.43	86.00	0.04	10.00	0.42
100.00	12.63	95.50	0.02	9.00	0.20

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

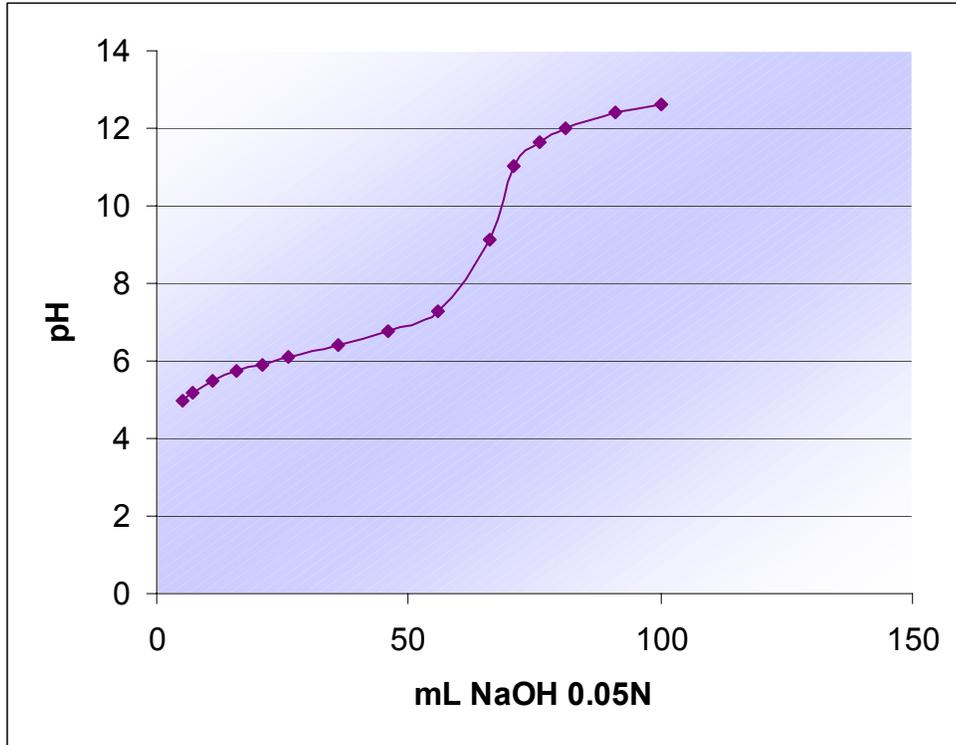


Gráfico N° 29. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra ac. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

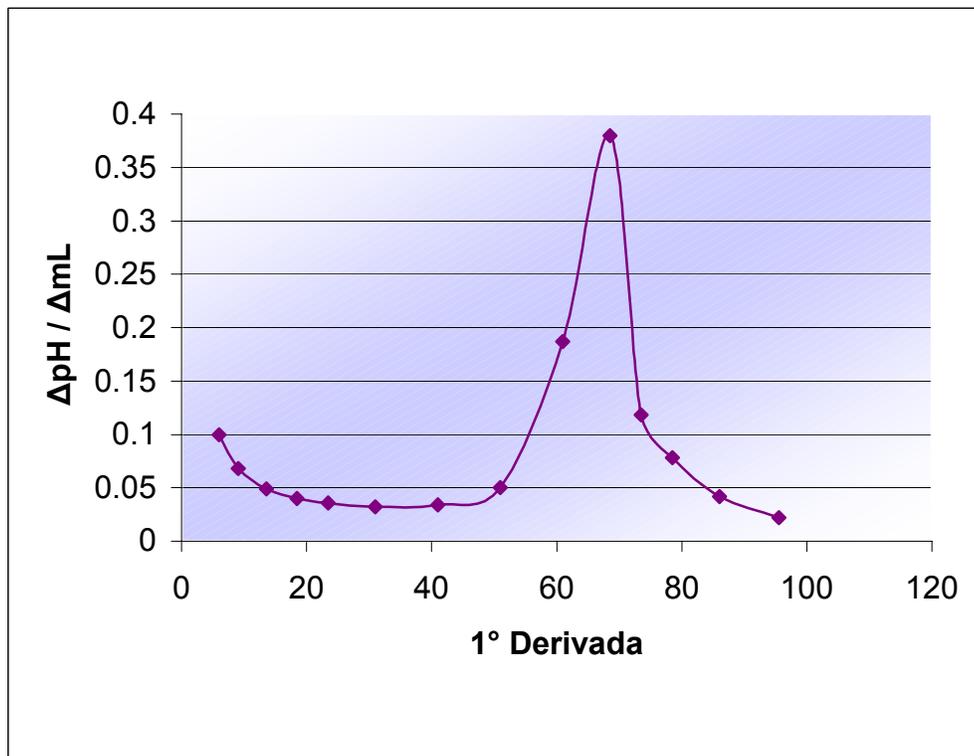


Gráfico N° 30. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra ac. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 13. Valoración Potenciométrica de Muestra ac

Réplica 2. Grupos Carbonilos

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	4.95				
7.00	5.15	6.00	0.10	2.00	0.20
11.00	5.43	9.00	0.07	4.00	0.28
16.00	5.68	13.50	0.05	5.00	0.25
21.00	5.88	18.50	0.04	5.00	0.20
26.00	6.04	23.50	0.03	5.00	0.16
36.00	6.35	31.00	0.03	10.00	0.31
46.00	6.68	41.00	0.03	10.00	0.33
56.00	7.11	51.05	0.04	10.10	0.43
66.10	8.23	61.10	0.11	10.00	1.12
76.10	11.32	* 71.10	0.30	10.00	3.09
81.10	11.80	78.60	0.09	5.00	0.48
91.10	12.33	86.10	0.05	10.00	0.53
100.00	12.58	95.55	0.02	8.90	0.25

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

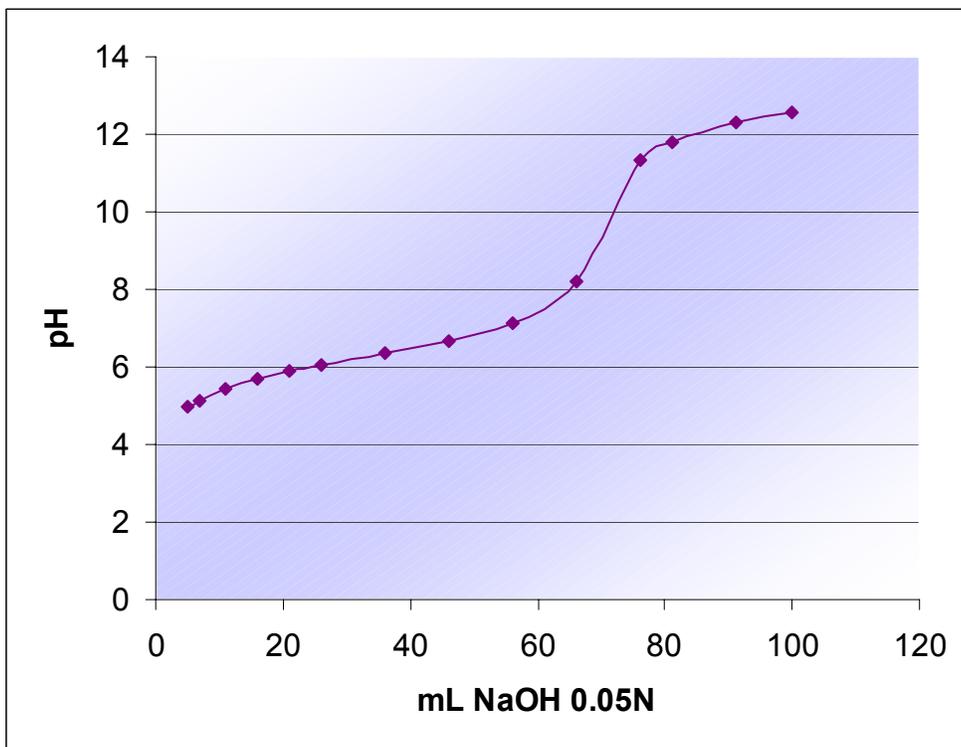


Gráfico N° 31. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra ac. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

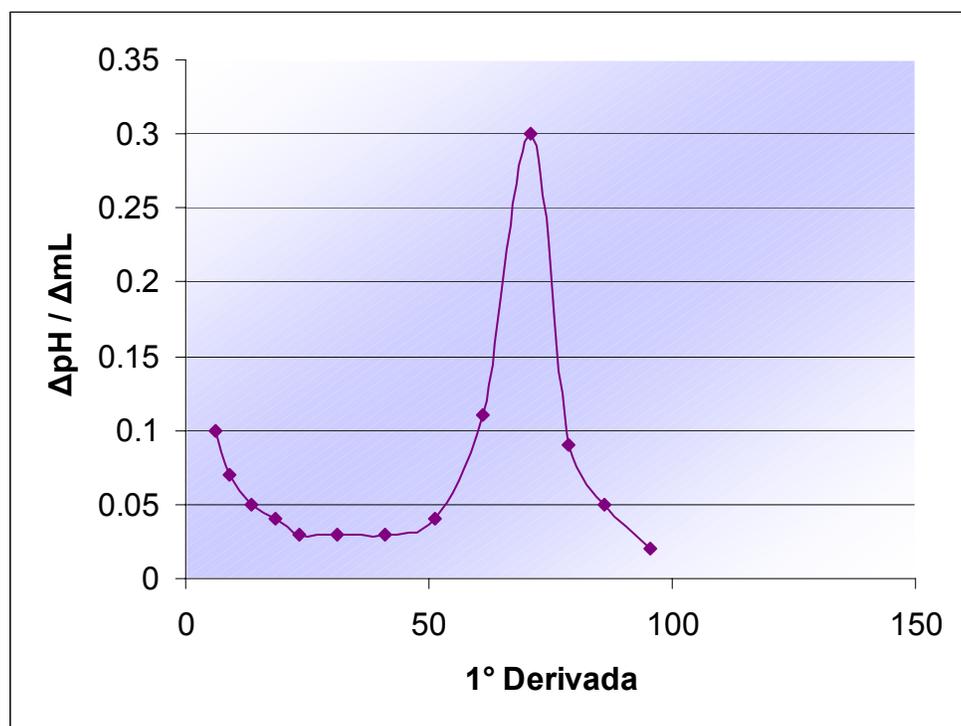


Gráfico N° 32. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra ac. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 14. Valoración Potenciométrica de Muestra bc.

Réplica 1. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	5.22				
7.10	5.39	6.05	0.08	2.10	0.17
11.10	5.64	9.10	0.06	4.00	0.25
16.10	5.88	13.60	0.04	5.00	0.24
21.10	6.07	18.60	0.03	5.00	0.19
26.10	6.25	23.60	0.03	5.00	0.18
36.10	6.58	31.10	0.03	10.00	0.33
46.20	6.98	41.15	0.03	10.10	0.40
56.20	7.64	51.20	0.06	10.00	0.66
61.20	8.84	58.70	0.24	5.00	1.20
66.20	10.74	* 63.70	0.38	5.00	1.90
71.20	11.39	68.70	0.13	5.00	0.65
76.20	11.90	73.70	0.10	5.00	0.51
86.20	12.45	81.20	0.05	10.00	0.55
96.20	12.71	91.20	0.02	10.00	0.26
100.00	12.77	98.10	0.01	3.80	0.06

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

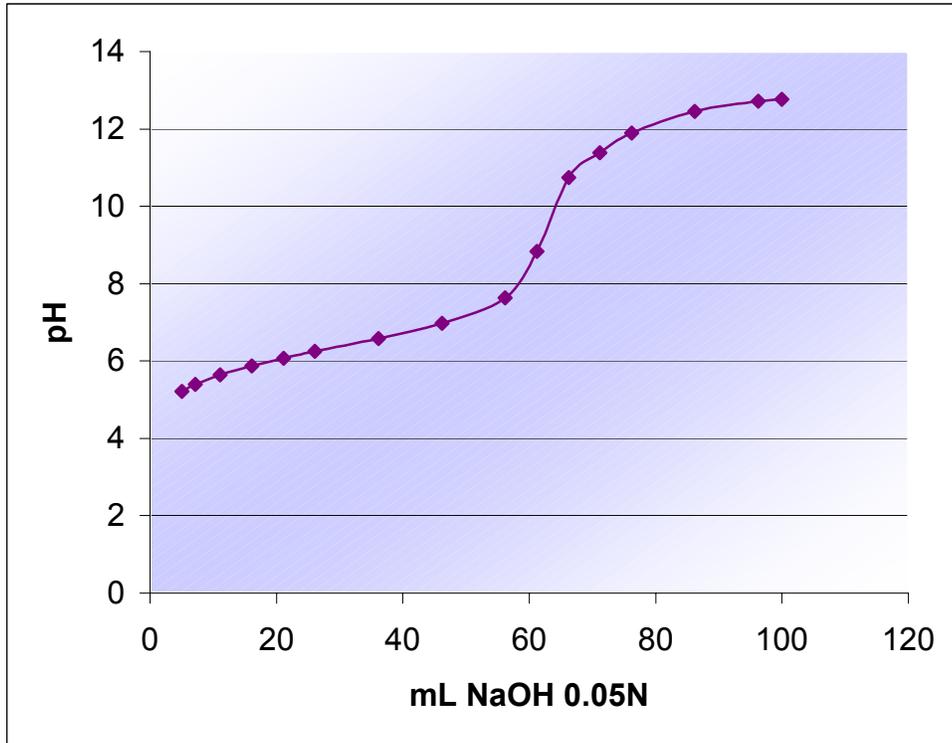


Gráfico N° 33. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra bc. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

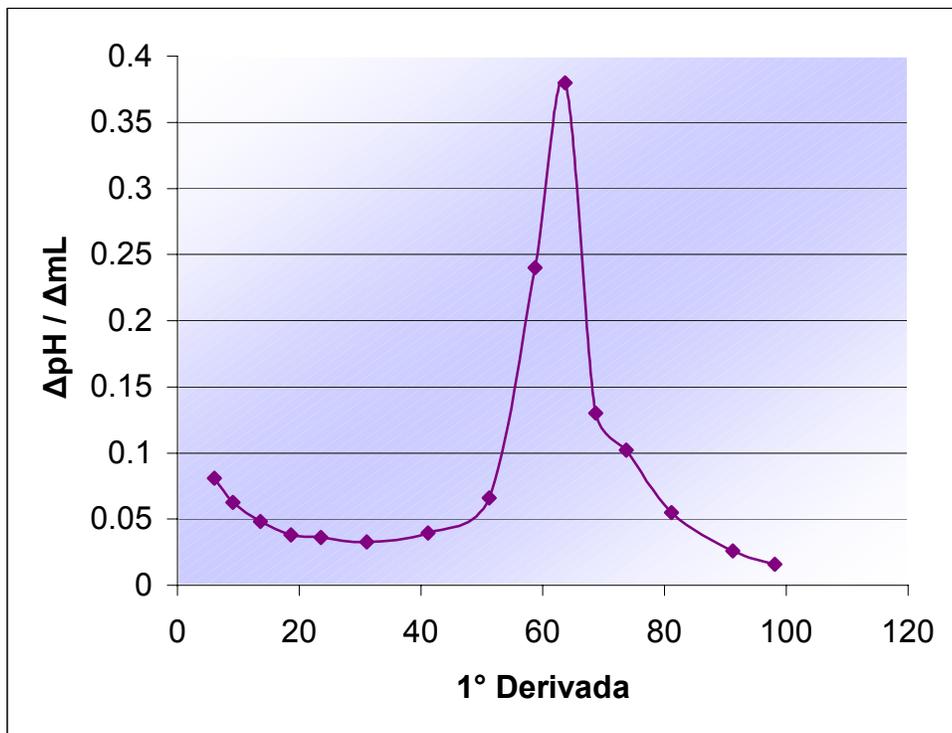


Gráfico N° 34. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra bc. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 15. Valoración Potenciométrica de Muestra bc.

Réplica 2. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	5.06				
7.00	5.26	6.00	0.10	2.00	0.20
11.00	5.55	9.00	0.07	4.00	0.29
16.00	5.81	13.50	0.05	5.00	0.26
21.00	6.02	18.50	0.04	5.00	0.21
26.00	6.20	23.50	0.03	5.00	0.18
31.00	6.37	28.50	0.03	5.00	0.17
41.00	6.70	36.00	0.03	10.00	0.33
51.00	7.13	46.00	0.04	10.00	0.43
56.00	7.46	53.50	0.06	5.00	0.33
61.00	8.19	58.50	0.14	5.00	0.73
66.00	10.41	* 63.50	0.44	5.00	2.22
71.00	11.25	68.50	0.16	5.00	0.84
81.00	12.22	76.00	0.09	10.00	0.97
91.00	12.61	86.00	0.03	10.00	0.39
100.00	12.80	95.50	0.02	9.00	0.19

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

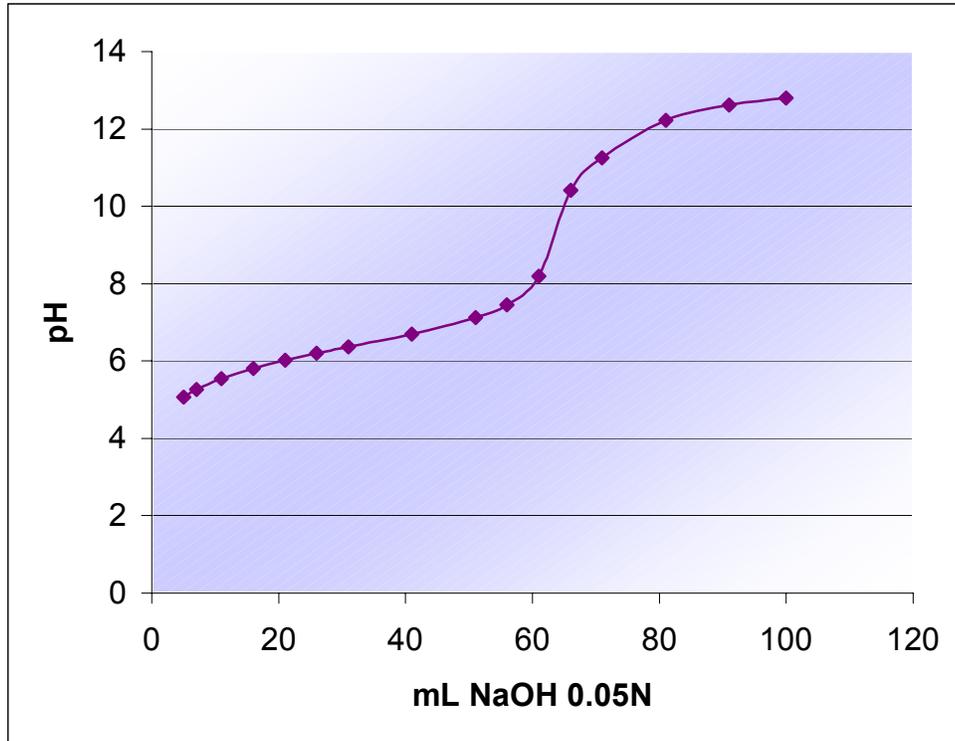


Gráfico N° 35. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra bc. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

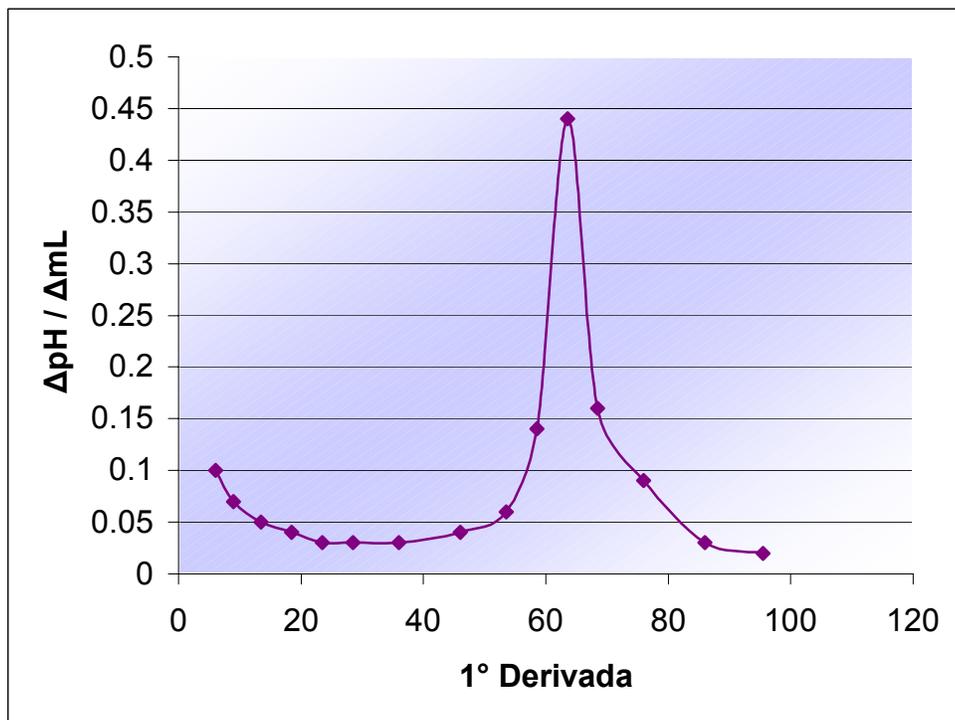


Gráfico N° 36. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra bc. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 16. Valoración Potenciométrica de Muestra abc.

Réplica 1. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	5.10				
7.00	5.29	8.50	0.09	2.00	0.19
11.00	5.56	9.00	0.06	4.00	0.27
16.00	5.80	13.50	0.04	5.00	0.24
21.00	6.00	18.50	0.04	5.00	0.20
26.00	6.18	23.50	0.03	5.00	0.18
36.00	6.50	31.00	0.03	10.00	0.32
46.00	6.86	41.00	0.03	10.00	0.36
56.10	7.39	51.05	0.05	10.10	0.53
66.10	10.11	* 61.10	0.27	10.00	2.72
71.10	11.26	68.60	0.23	5.00	1.15
76.10	11.80	73.60	0.10	5.00	0.54
81.10	12.12	78.60	0.06	5.00	0.32
91.10	12.49	86.10	0.03	10.00	0.37
100.00	12.68	95.55	0.02	8.90	0.19

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

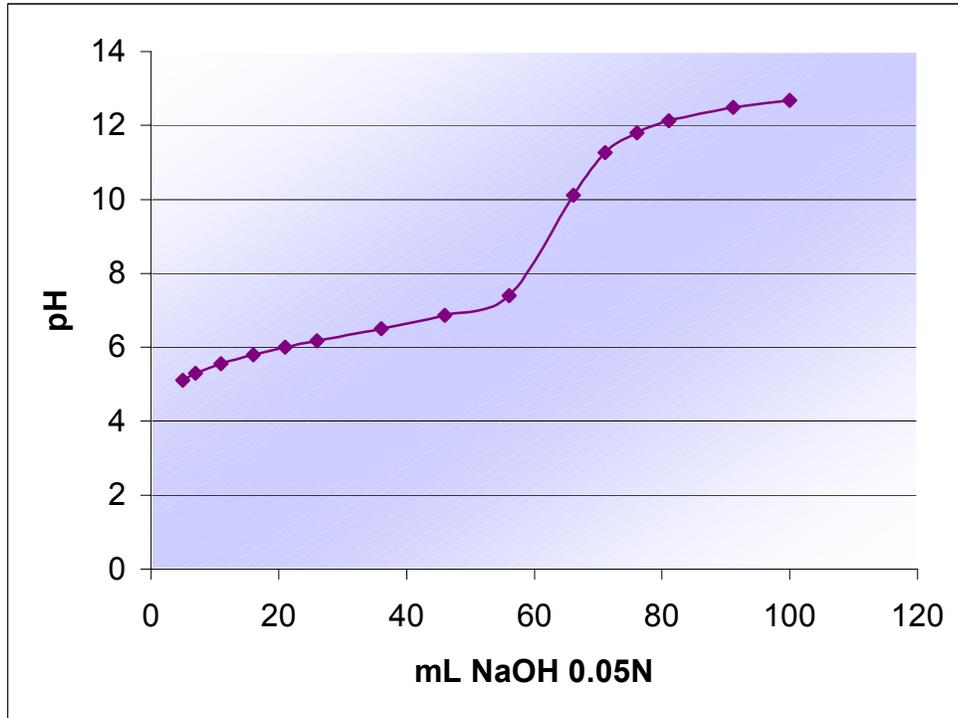


Gráfico N° 37. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra abc. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

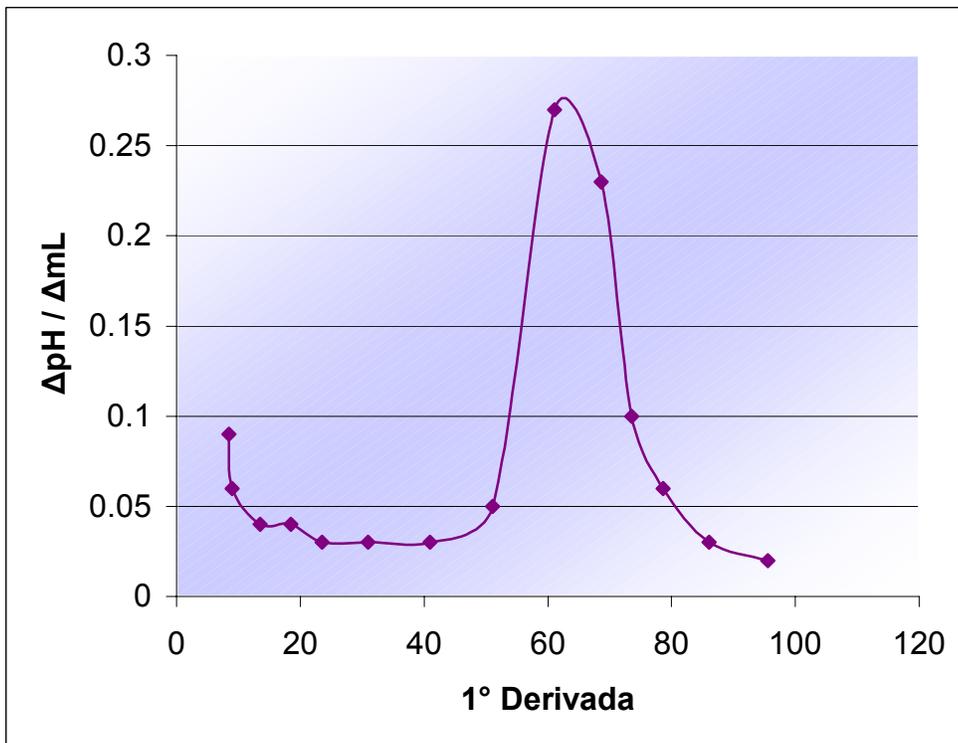


Gráfico N° 38. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra abc. Réplica 1 de Grupos Carbonilos.

Cuadro N° 17. Valoración Potenciométrica de Muestra abc.

Réplica 2. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
5.00	4.98				
7.00	5.18	6.00	0.10	2.00	0.20
11.00	5.47	9.00	0.07	4.00	0.29
16.00	5.73	13.50	0.05	5.00	0.26
21.00	5.95	18.50	0.04	5.00	0.22
26.00	6.12	23.50	0.03	5.00	0.17
36.00	6.42	31.00	0.03	10.00	0.30
46.00	6.74	41.00	0.03	10.00	0.35
56.00	7.09	51.00	0.03	10.00	0.35
66.00	7.43	61.00	0.03	10.00	0.34
76.00	7.95	71.00	0.05	10.00	0.56
86.00	9.30	* 81.00	0.13	10.00	1.35
91.00	9.86	88.50	0.11	5.00	0.56
96.00	10.15	93.50	0.05	5.00	0.29
101.00	10.33	98.50	0.03	5.00	0.18
111.00	10.76	106.00	0.04	10.00	0.43
121.00	11.14	116.00	0.03	10.00	0.38
131.00	11.50	126.00	0.03	10.00	0.36
141.00	11.88	136.00	0.03	10.00	0.38

* Corresponde al Punto de Equivalencia, (X), calculado en base al criterio de la primera derivada.

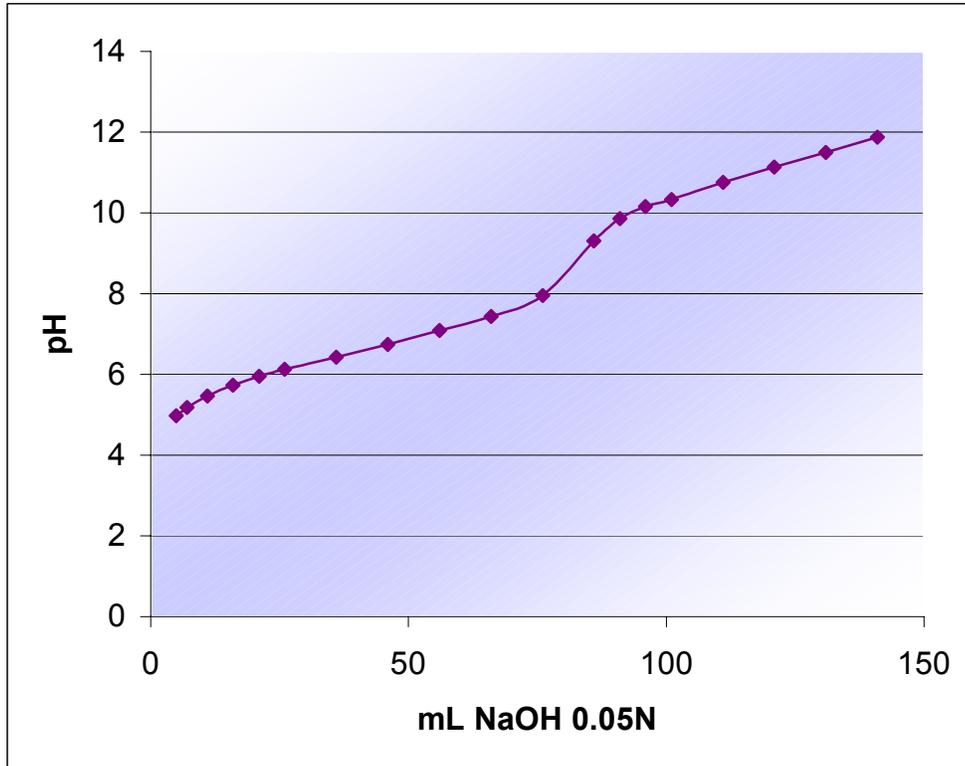


Gráfico N° 39. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra abc. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

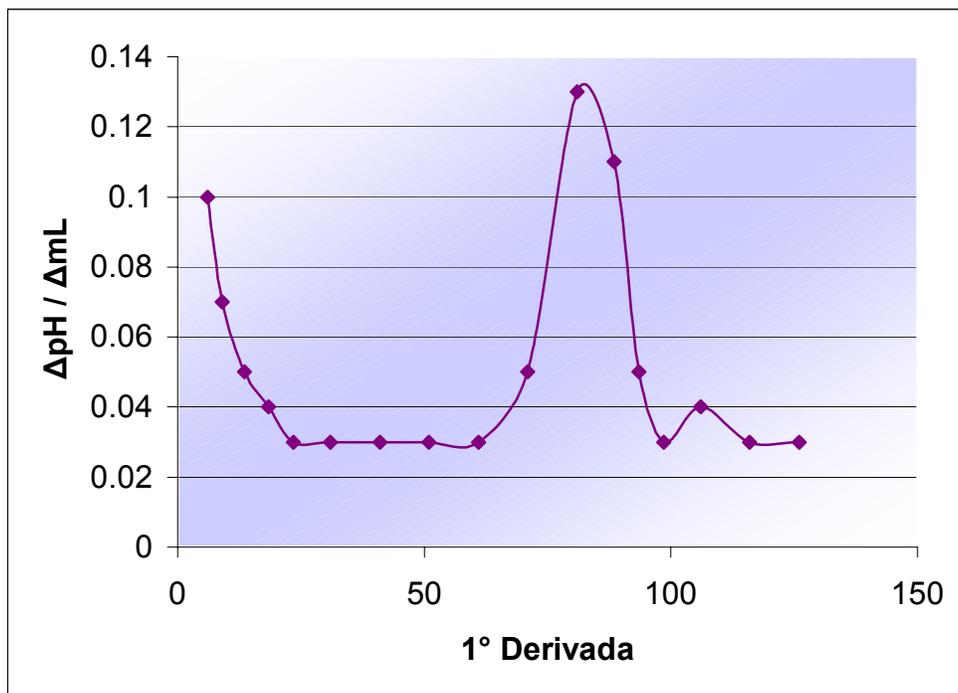


Gráfico N° 40. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra abc. Réplica 2 de Grupos Carbonilos.

ANEXO N° 5

GRÁFICAS DE GRUPOS CARBOXILOS

Cuadro N° 18 Valoración Potenciométrica de Almidón de Maíz sin modificar.

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta \text{pH} / \Delta \text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.30	2.75				
0.60	2.88	0.45	0.43	0.30	0.13
0.90	3.15	0.75	0.90	0.30	0.27
1.00	3.53	0.95	3.80	0.10	0.38
1.10	4.13	1.05	6.00	0.10	0.60
1.20	4.94	*1.15	8.10	0.10	0.81
1.40	5.41	1.30	2.35	0.20	0.47
1.50	5.80	**1.45	3.90	0.10	0.39
1.70	6.24	1.60	2.20	0.20	0.44
1.90	6.56	1.80	1.60	0.20	0.32

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

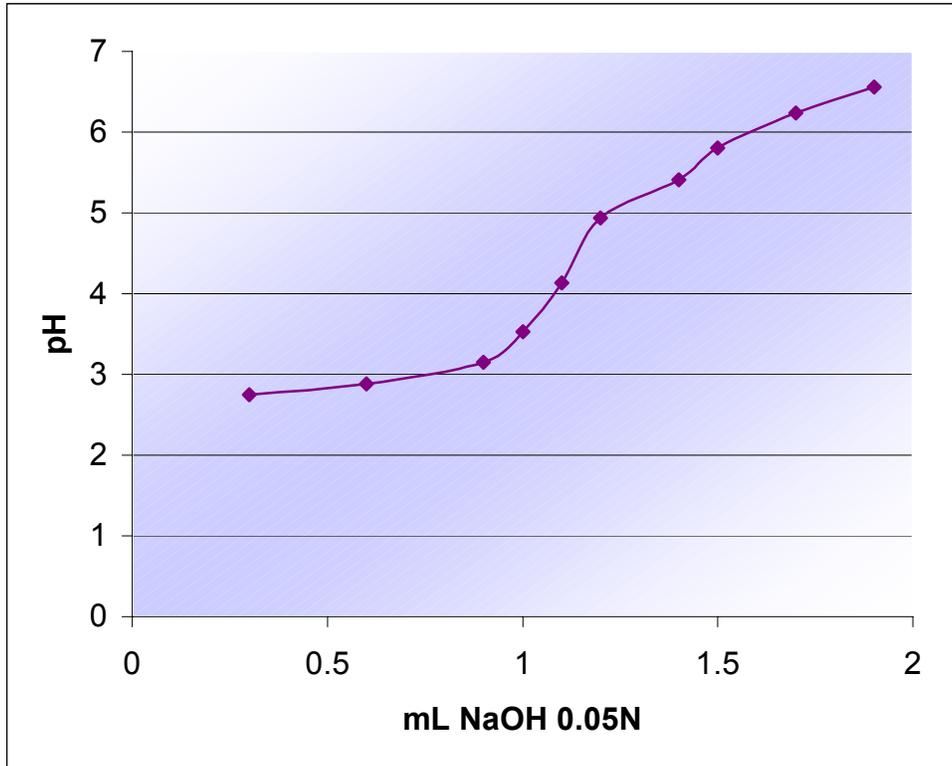


Gráfico N° 41. mL NaOH 0.05N vrs pH para Almidón sin modificar de Grupos Carboxilos.

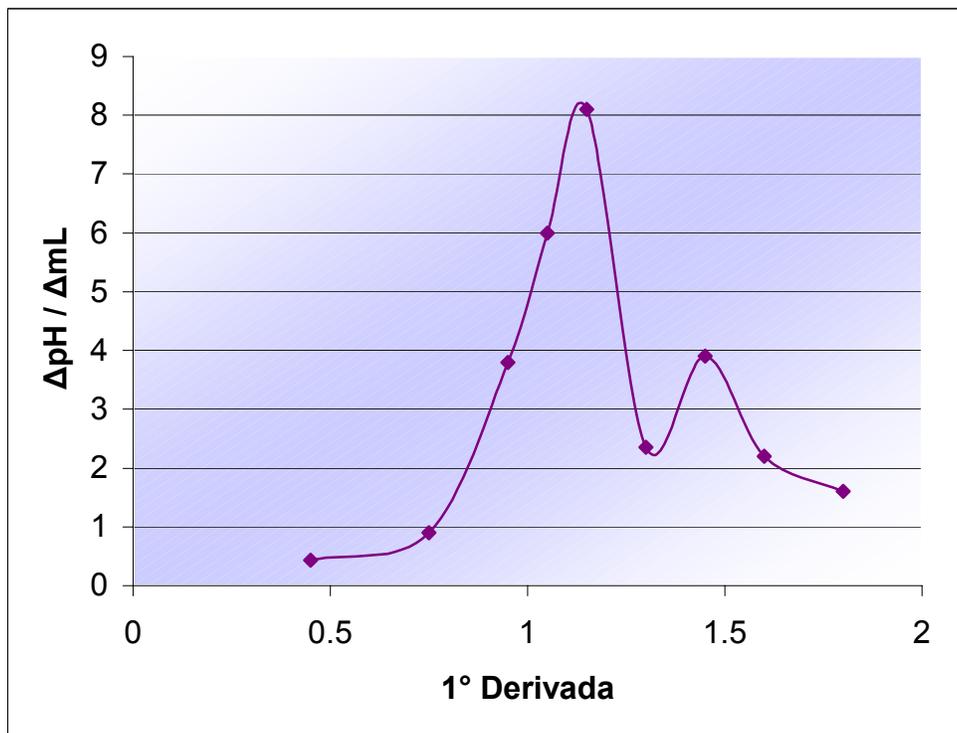


Gráfico N° 42. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para Almidón sin modificar de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 19. Valoración Potenciométrica de Muestra (1).

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta \text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.30	2.62				
0.60	2.75	0.45	0.43	0.30	0.13
0.90	3.07	0.75	1.06	0.30	0.32
1.00	3.39	0.95	3.20	0.10	0.32
1.20	4.50	1.10	5.55	0.20	1.11
1.30	5.15	*1.25	6.50	0.10	0.65
1.40	5.54	1.35	3.90	0.10	0.39
1.50	5.88	1.45	3.40	0.10	0.34
1.60	6.14	1.55	2.60	0.10	0.26
1.70	6.35	1.65	2.10	0.10	0.21
1.90	6.75	1.80	2.00	0.20	0.40
2.10	7.15	2.00	2.00	0.20	0.40
2.40	8.03	2.25	2.93	0.30	0.88
2.70	9.60	**2.55	5.23	0.30	1.57
3.00	10.13	2.85	1.76	0.30	0.53
3.30	10.43	3.15	1.00	0.30	0.30
3.90	10.80	3.60	0.61	0.60	0.37
4.50	11.01	4.20	0.35	0.60	0.21
5.50	11.26	5.00	0.15	1.60	0.25

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

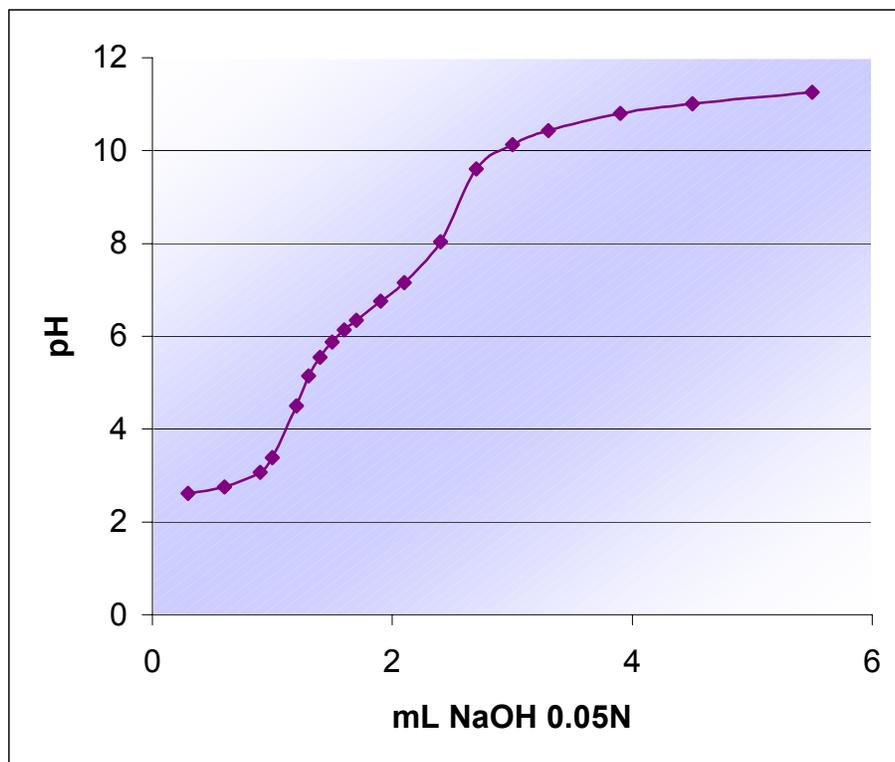


Gráfico N° 43. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra (1). Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

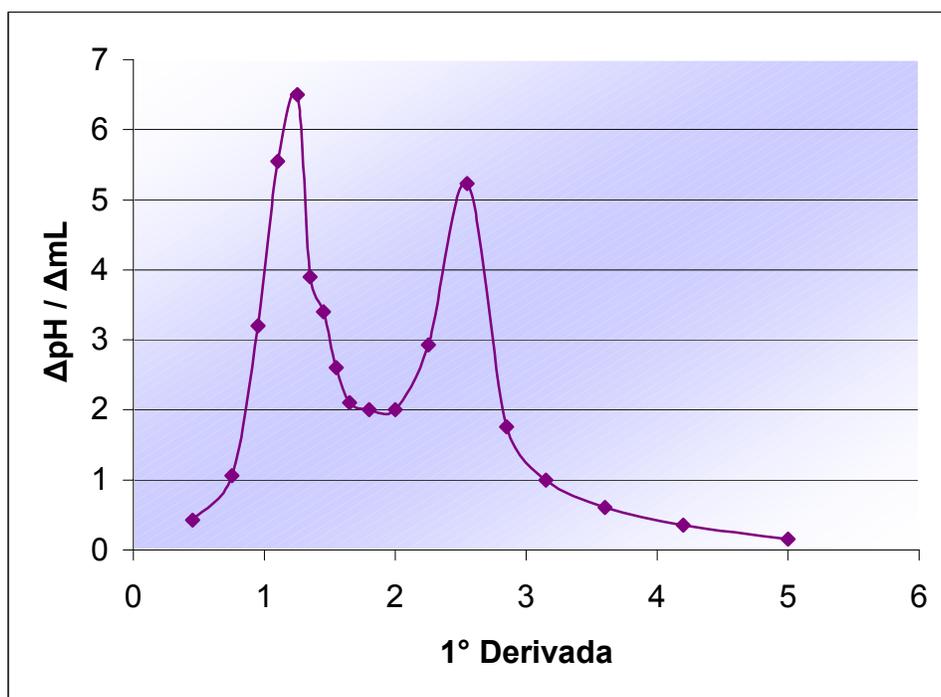


Gráfico N° 44. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra (1). Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 20. Valoración Potenciométrica de Muestra (1).

Réplica 2. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	Δ pH / Δ mL	Δ mL	Δ pH
0.30	2.87				
0.60	2.96	0.45	0.30	0.30	0.09
0.90	3.01	0.75	0.16	0.30	0.05
1.00	3.36	0.95	3.50	0.10	0.35
1.20	5.85	* 1.10	12.45	0.20	2.49
1.50	6.40	1.35	1.83	0.30	0.55
2.20	6.56	1.85	0.22	0.70	0.16
2.90	7.76	2.55	1.71	0.70	1.20
3.60	9.90	** 3.25	3.05	0.70	2.14
4.30	10.55	3.95	0.92	0.70	0.65
5.00	10.83	4.65	0.40	0.70	0.28
5.70	11.03	5.35	0.28	0.70	0.20
6.70	11.22	6.20	0.19	1.00	0.19

* Punto de Inflexión menor (*X*)

** Punto de Inflexión mayor (*Y*)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

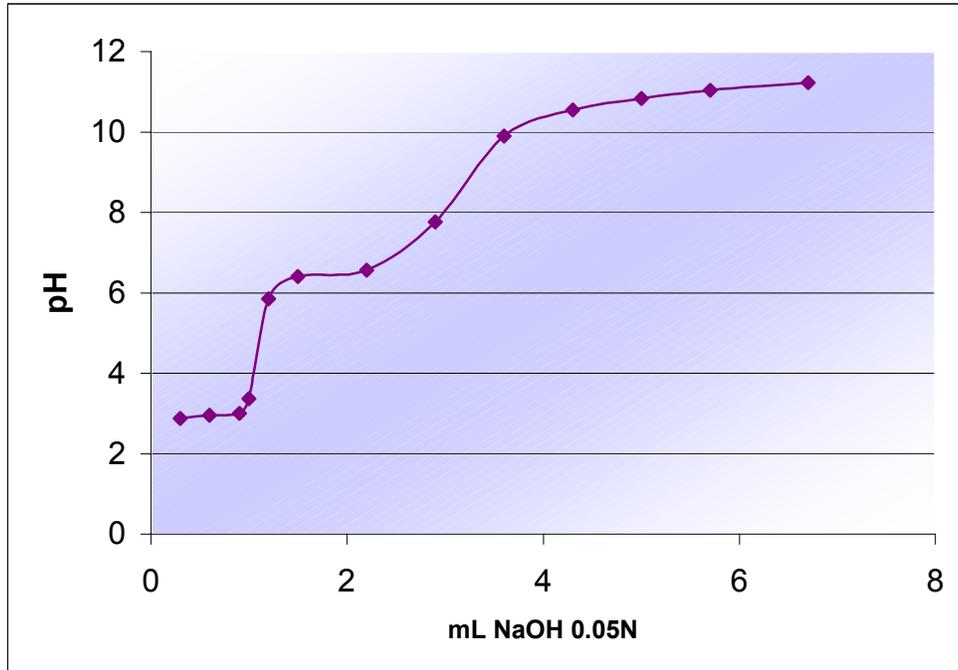


Gráfico N° 45. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra (1). Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

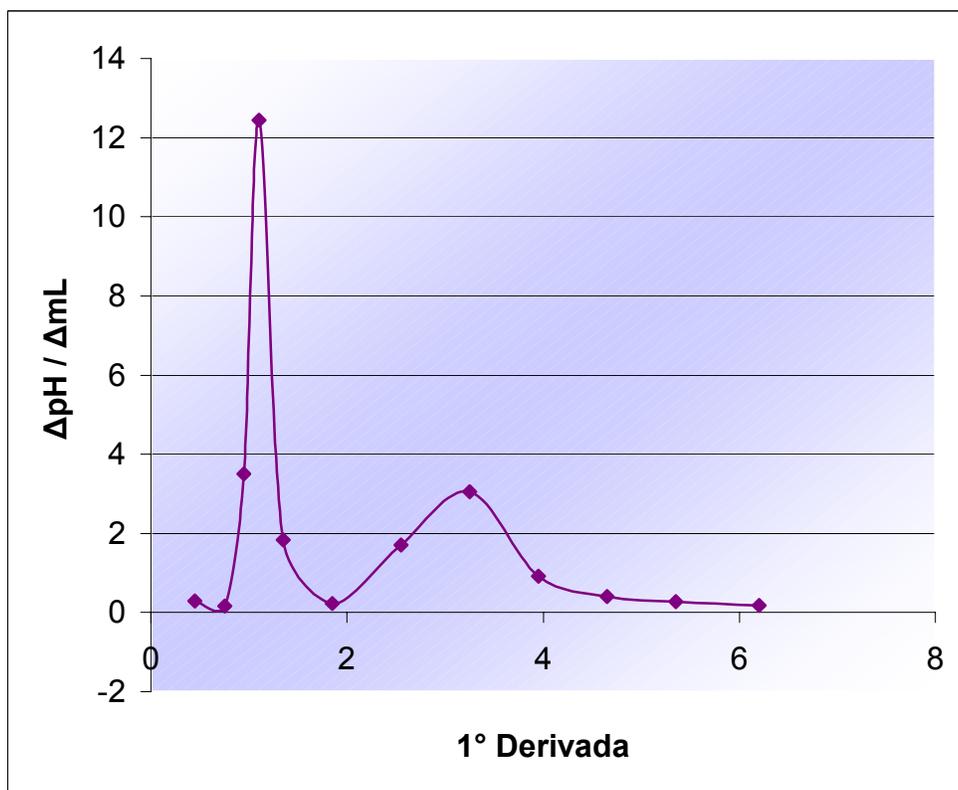


Gráfico N° 46. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra (1). Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 21. Valoración Potenciométrica de Muestra a.

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.40	2.43				
0.60	2.46	0.50	0.15	0.20	0.03
0.80	2.53	0.70	0.35	0.20	0.07
1.10	2.90	0.95	1.23	0.30	0.37
1.30	4.27	* 1.20	6.85	0.20	1.37
1.50	5.23	1.40	4.80	0.20	0.96
1.70	5.60	1.60	1.85	0.20	0.37
2.00	6.33	1.90	1.60	0.20	0.32
2.90	8.06	2.75	2.20	0.30	0.66
3.10	9.16	** 3.00	5.50	0.20	1.10
3.30	9.66	3.20	2.50	0.20	0.5
3.50	9.95	3.40	1.45	0.20	0.29
3.70	10.13	3.60	0.90	0.20	0.18
3.90	10.29	3.80	0.80	0.20	0.16
4.10	10.45	4.00	0.80	0.20	0.16
4.50	10.60	4.30	0.37	0.40	0.15
4.80	10.75	4.65	0.50	0.30	0.15
5.50	10.96	5.15	0.30	0.70	0.21

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

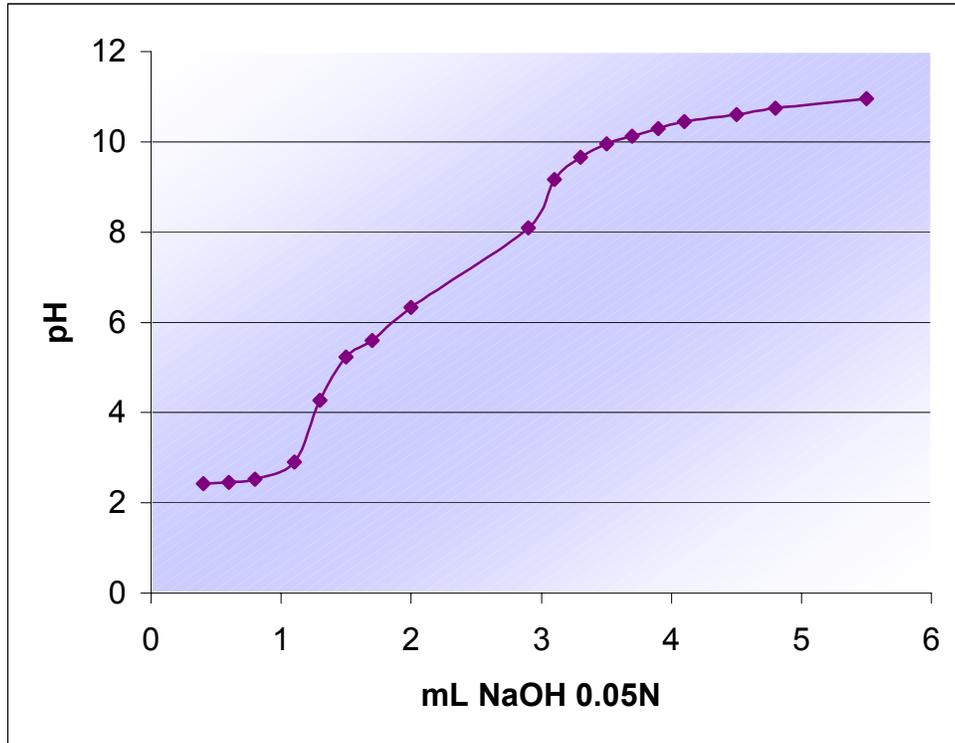


Gráfico N° 47. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra a. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

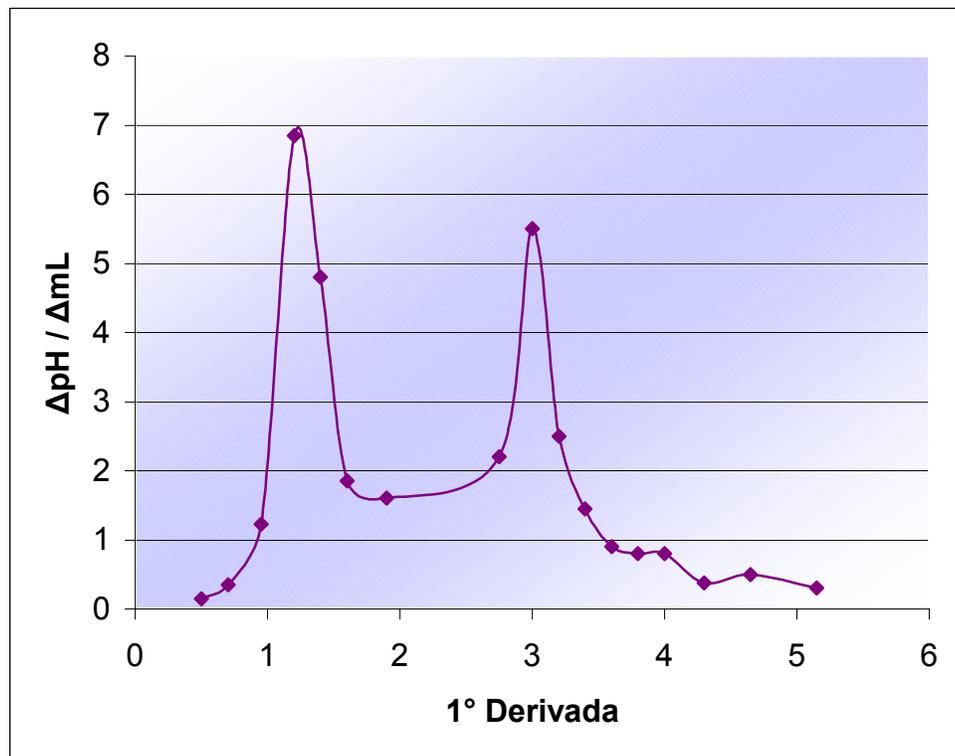


Gráfico N° 48. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra a. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 22. Valoración Potenciométrica de Muestra a.

Réplica 2. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.50	2.45				
0.70	2.56	0.60	0.55	0.20	0.11
1.00	2.91	0.85	1.16	0.30	0.35
1.20	4.50	* 1.10	7.95	0.20	1.59
1.40	4.99	1.30	2.45	0.20	0.49
1.50	5.46	** 1.45	4.70	0.10	0.47
1.60	5.78	1.55	3.20	0.10	0.32
1.70	5.97	1.65	1.90	0.10	0.19
2.00	6.48	1.90	1.35	0.20	0.27
2.10	6.65	2.05	1.70	0.10	0.17
2.40	7.28	2.30	1.85	0.20	0.37
3.40	9.75	3.30	1.40	0.20	0.28
4.20	10.26	4.00	0.65	0.40	0.26
4.70	10.48	4.45	0.44	0.50	0.22

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

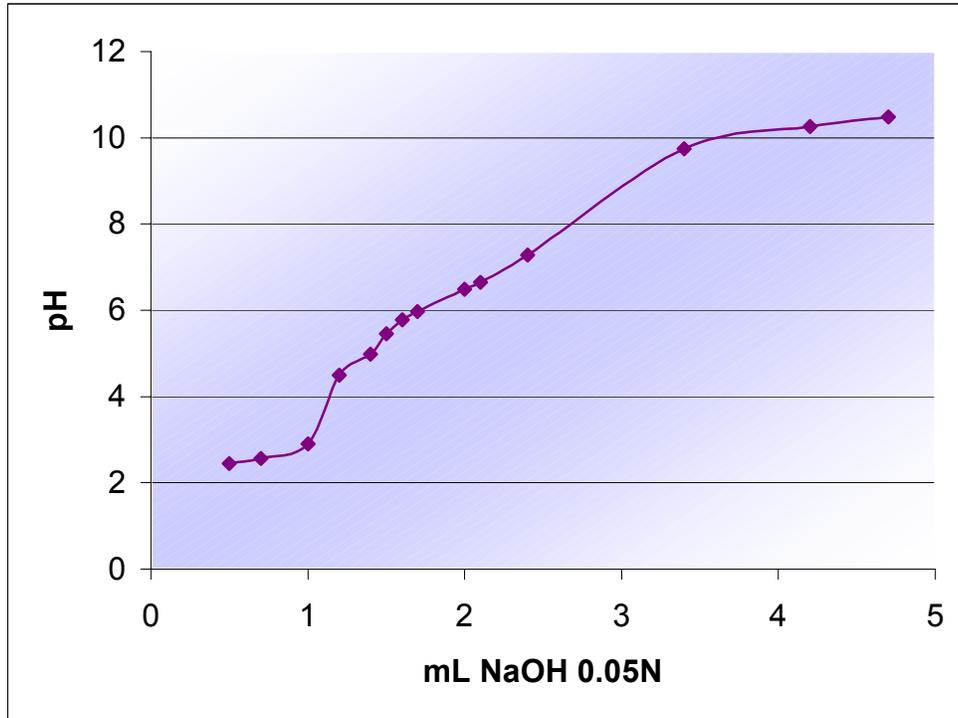


Gráfico N° 49. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra a. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

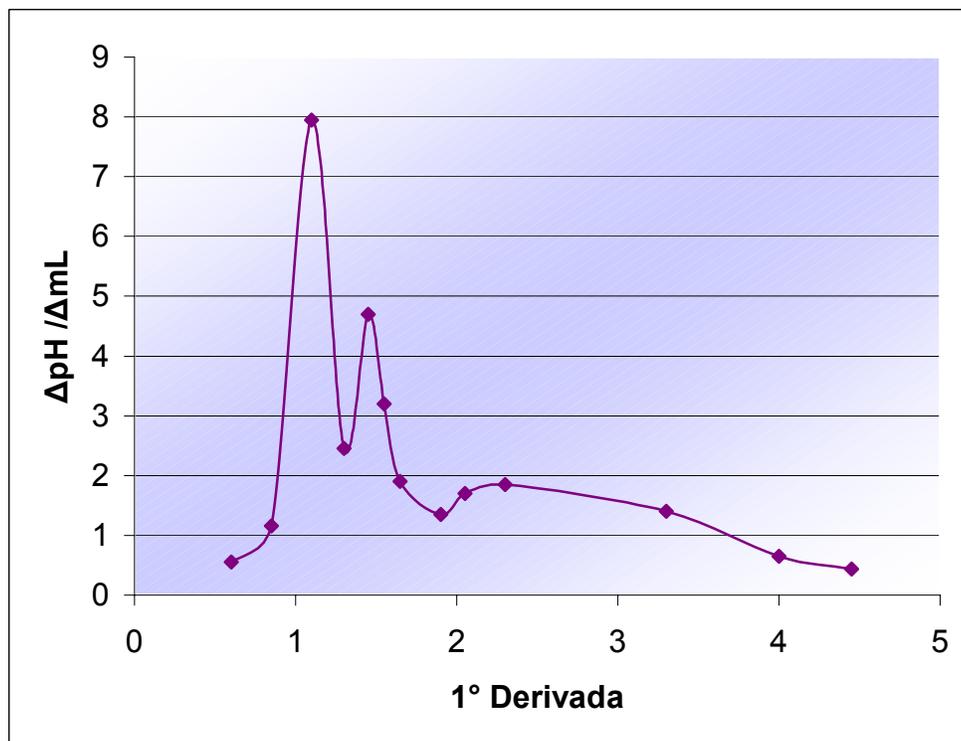


Gráfico N° 50. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra a. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 23. Valoración Potenciométrica de Muestra b.

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{ mL}$	$\Delta\text{ mL}$	$\Delta\text{ pH}$
0.30	2.42				
0.60	2.65	0.45	0.76	0.30	0.23
0.80	3.16	0.70	2.55	0.20	0.51
0.90	4.25	* 0.85	10.90	0.10	1.09
1.00	4.84	0.95	5.90	0.10	0.59
1.20	5.55	1.10	3.55	0.20	0.71
1.30	5.87	1.25	3.20	0.10	0.32
1.60	6.41	1.55	2.90	0.10	0.29
1.80	6.90	1.70	2.45	0.20	0.49
2.00	7.44	1.90	2.70	0.20	0.54
2.20	8.05	2.10	3.05	0.20	0.61
2.40	9.15	** 2.30	5.50	0.20	1.10
2.70	9.75	2.55	2.00	0.30	0.60
3.10	10.23	2.90	1.20	0.40	0.48
3.40	10.44	3.25	0.70	0.30	0.21
4.10	10.78	3.75	0.48	0.70	0.34

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

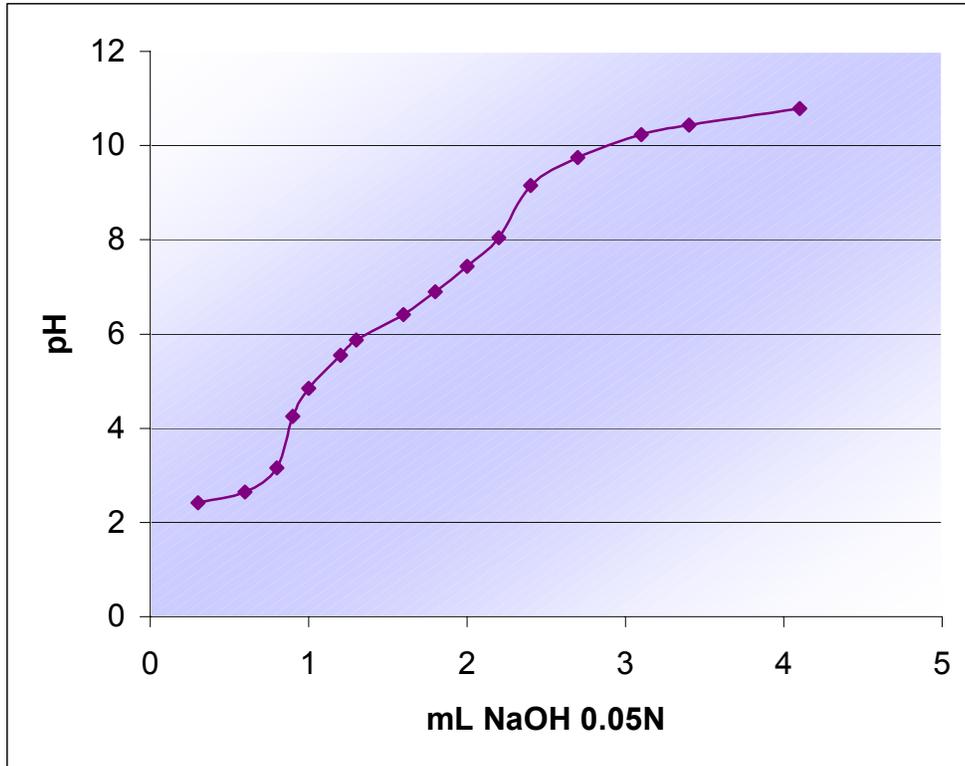


Gráfico N° 51. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra b. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

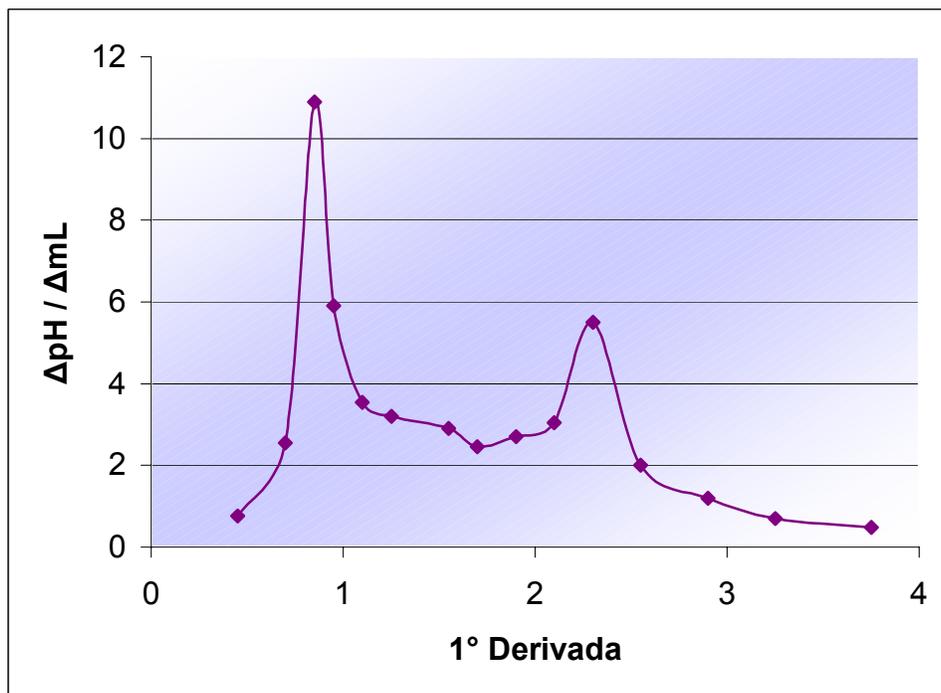


Gráfico N° 52. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra b. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 24. Valoración Potenciométrica de Muestra b.

Réplica 2. Grupos Carbonilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.20	2.30				
0.70	2.40	0.45	0.20	0.50	0.10
1.00	2.65	0.85	0.83	0.30	0.25
1.10	2.93	1.05	2.80	0.10	0.28
1.20	3.90	* 1.15	9.70	0.10	0.97
1.30	4.56	1.25	6.60	0.10	0.66
1.50	5.02	1.40	0.46	0.20	2.30
2.30	6.80	2.15	1.33	0.30	0.40
2.50	7.22	2.40	2.10	0.20	0.42
2.70	7.79	2.60	2.85	0.20	0.57
2.90	8.87	** 2.80	5.40	0.20	1.08
3.20	9.39	3.05	1.73	0.30	0.52
3.40	9.69	3.30	1.50	0.20	0.30
3.60	9.94	3.50	1.25	0.20	0.25
3.90	10.13	3.75	0.63	0.30	0.19
4.20	10.16	4.05	0.10	0.30	0.03

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

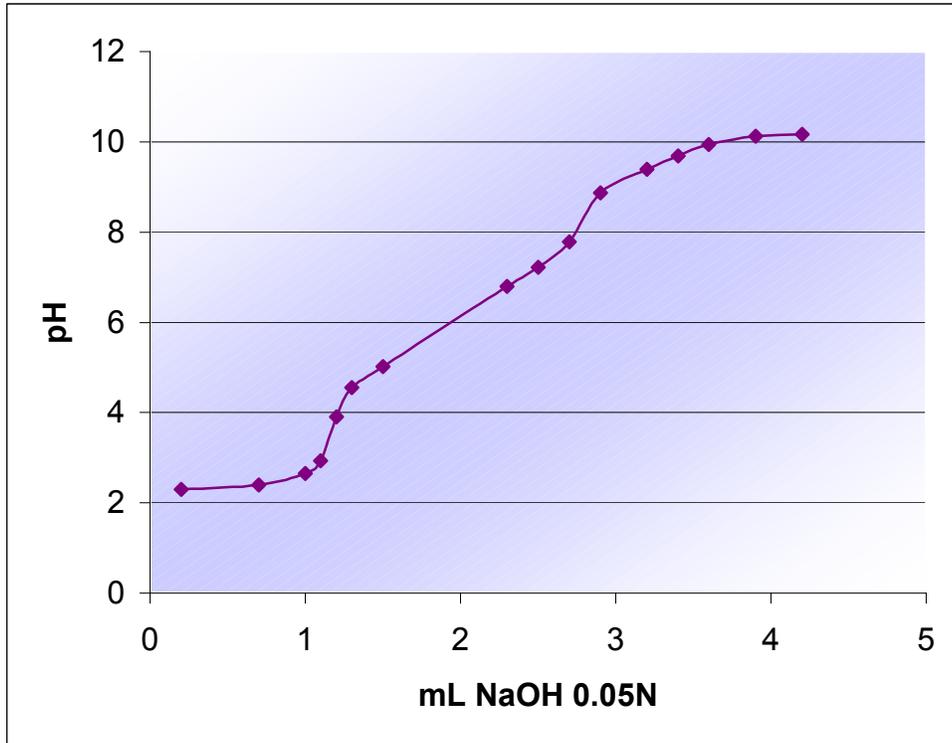


Gráfico N° 53. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra b. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

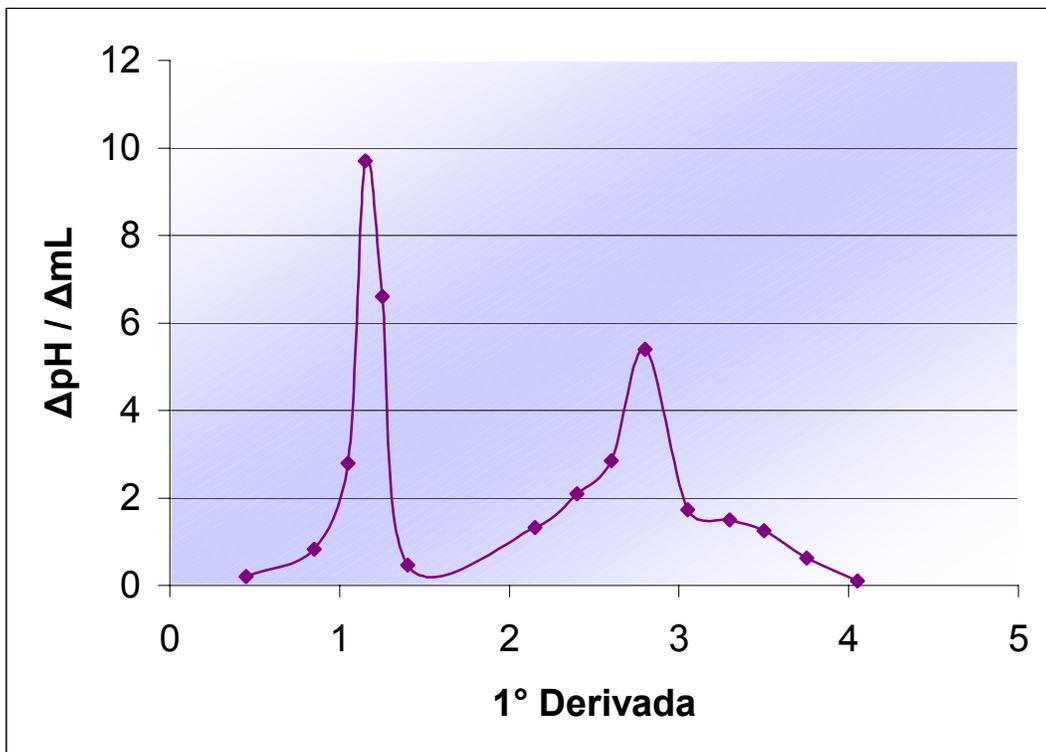


Gráfico N° 54. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra b. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 25. Valoración Potenciométrica de Muestra ab.

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta \text{pH} / \Delta \text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.60	2.62				
4.80	2.69	2.70	0.0	4.20	0.07
7.70	2.81	6.25	0.041	2.90	0.12
8.90	9.03	* 8.30	5.18	1.20	6.22
9.60	9.08	9.25	0.07	0.70	0.05
10.70	9.12	10.15	0.03	1.10	0.04
11.30	9.19	11.00	0.11	0.60	0.07
12.40	9.21	11.85	0.01	1.10	0.01
13.30	9.55	** 12.85	0.38	0.90	0.35
14.20	9.64	13.75	0.10	0.90	0.09
15.20	9.68	14.70	0.04	1.00	0.04

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

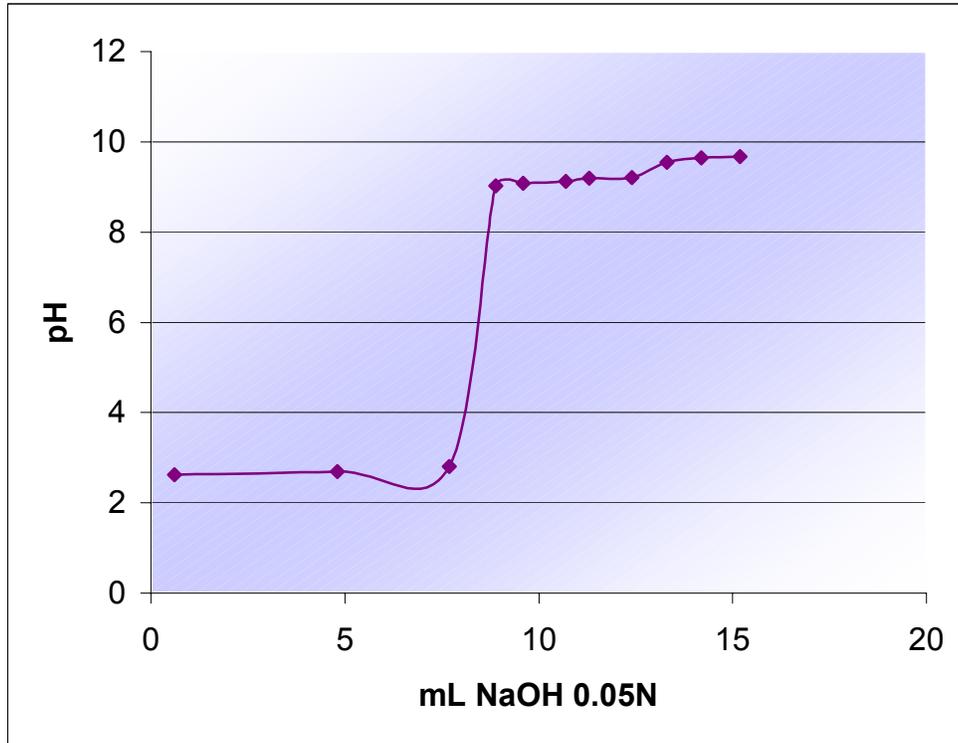


Gráfico N° 55. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra ab. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

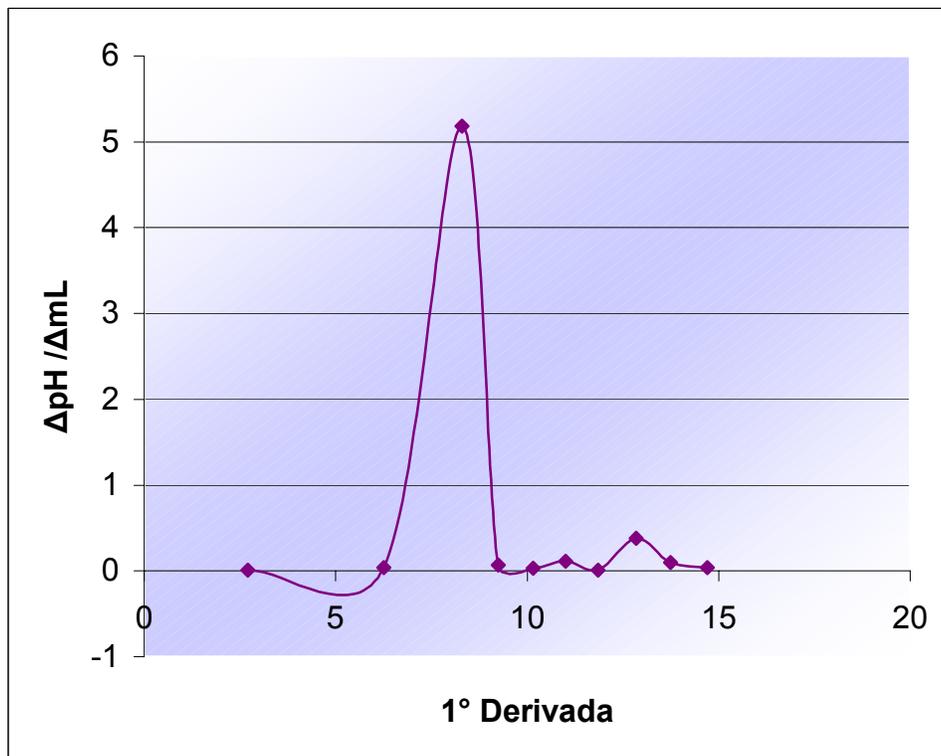


Gráfico N° 56. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra ab. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 26. Valoración Potenciométrica de Muestra ab.

Réplica 2. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta \text{pH} / \Delta \text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.80	2.44				
1.90	3.05	1.35	0.61	1.10	0.61
2.50	3.09	2.20	0.04	0.60	0.04
3.00	3.15	2.75	0.06	0.50	0.06
3.60	3.17	3.30	0.02	0.60	0.02
4.20	3.29	3.90	0.12	0.60	0.12
4.70	3.41	4.45	0.12	0.50	0.12
5.30	6.18	* 5.00	2.77	0.60	2.77
5.90	6.22	5.60	0.04	0.60	0.04
6.60	7.06	** 6.25	0.84	0.70	0.84
7.00	7.10	6.80	0.10	0.40	0.04
7.50	7.13	7.15	0.06	0.50	0.03

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

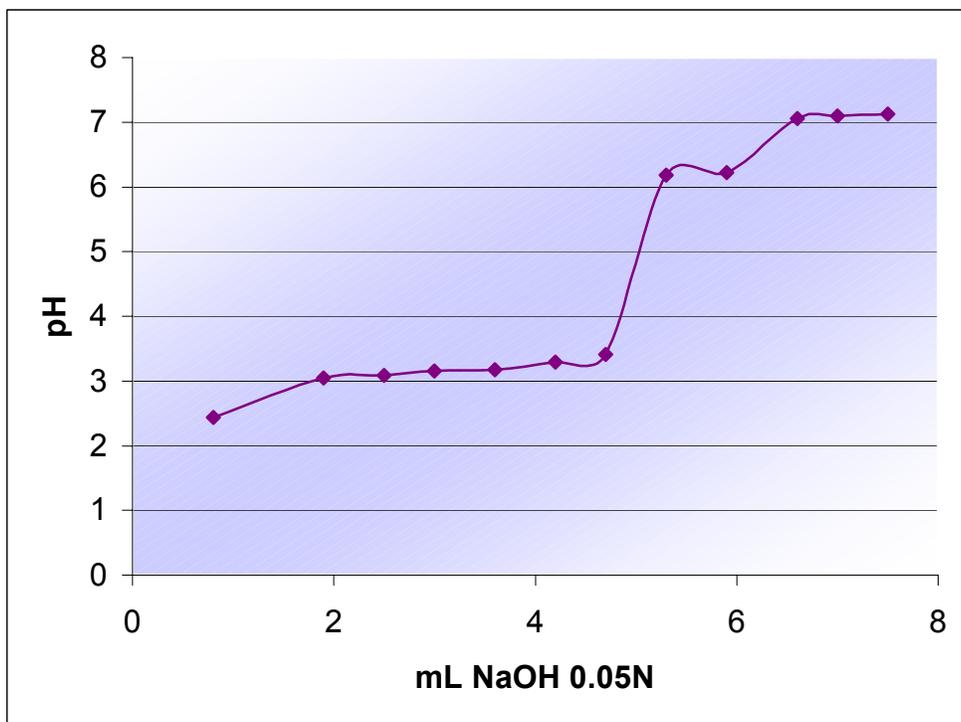


Gráfico N° 57. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra ab. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

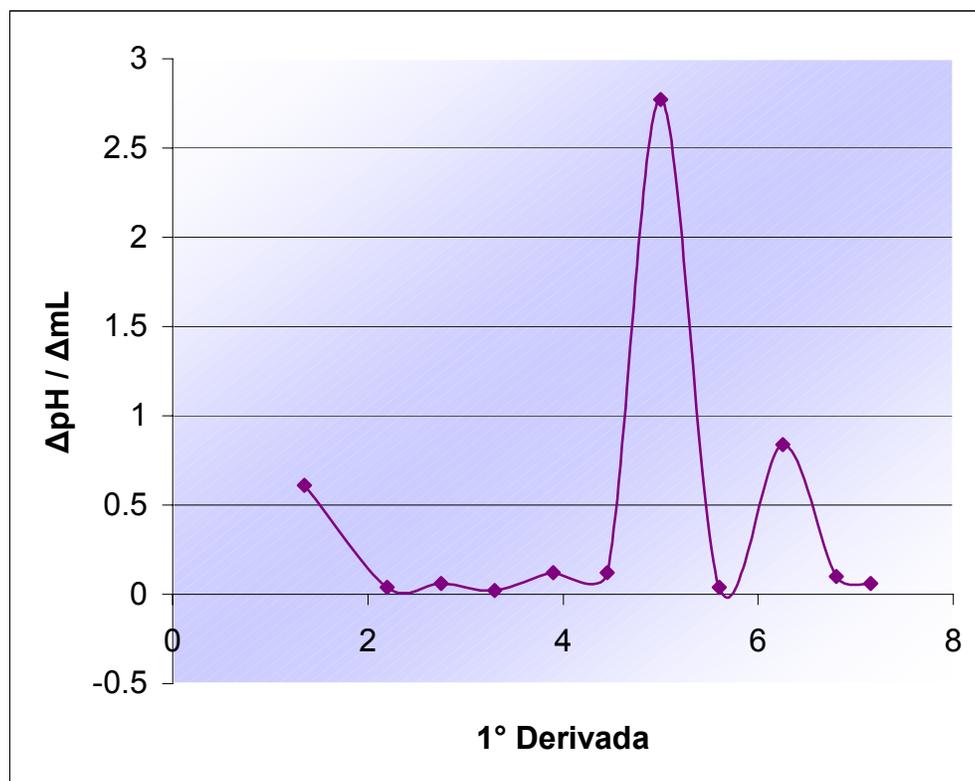


Gráfico N° 58. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra ab. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 27. Valoración Potenciométrica de Muestra c.

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta \text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.30	2.48				
0.60	2.51	0.45	0.10	0.30	0.03
0.90	2.54	0.75	0.10	0.30	0.03
1.10	2.59	1.00	0.25	0.20	0.05
1.60	2.69	1.35	0.20	0.50	0.10
2.10	2.89	1.85	0.40	0.50	0.20
2.60	3.43	2.35	1.08	0.50	0.54
3.20	5.02	* 2.90	2.65	0.60	1.59
3.70	5.62	3.45	1.20	0.50	0.60
4.20	6.14	3.95	1.04	0.50	0.52
4.70	6.53	4.45	0.78	0.50	0.39
5.30	6.85	5.00	0.53	0.60	0.32
7.80	8.20	7.35	0.02	0.90	0.02
8.70	8.21	8.25	0.01	0.90	0.01
9.80	10.09	** 9.25	1.70	1.10	1.88
10.70	10.30	10.25	0.23	0.90	0.21
11.70	10.54	11.20	0.24	1.00	0.24
13.70	10.84	12.70	0.15	2.00	0.30

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

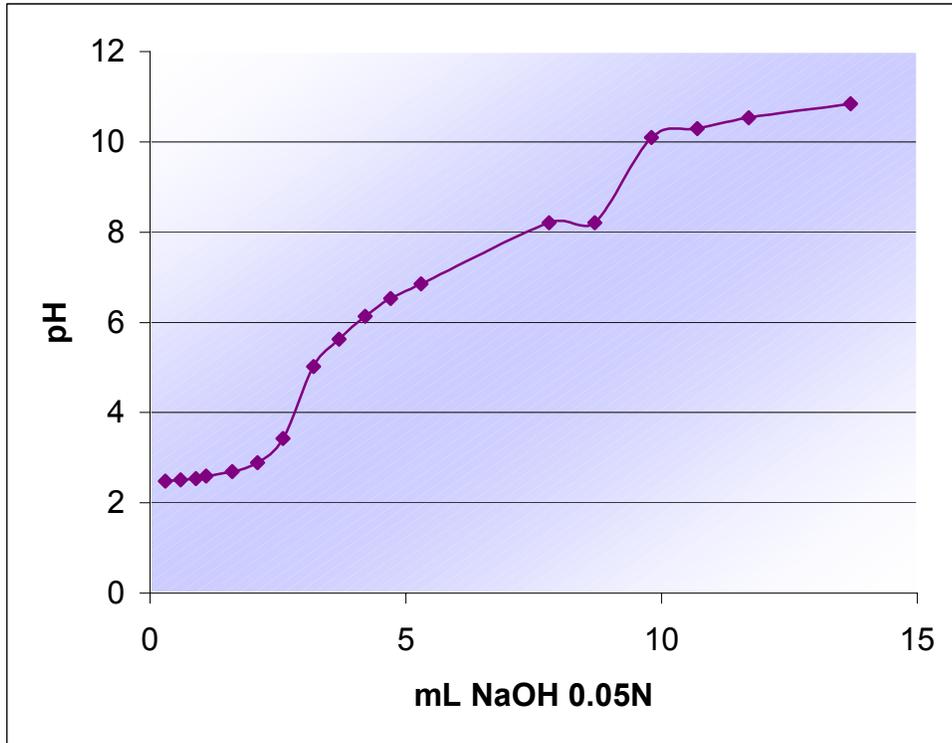


Gráfico N° 59. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra c. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

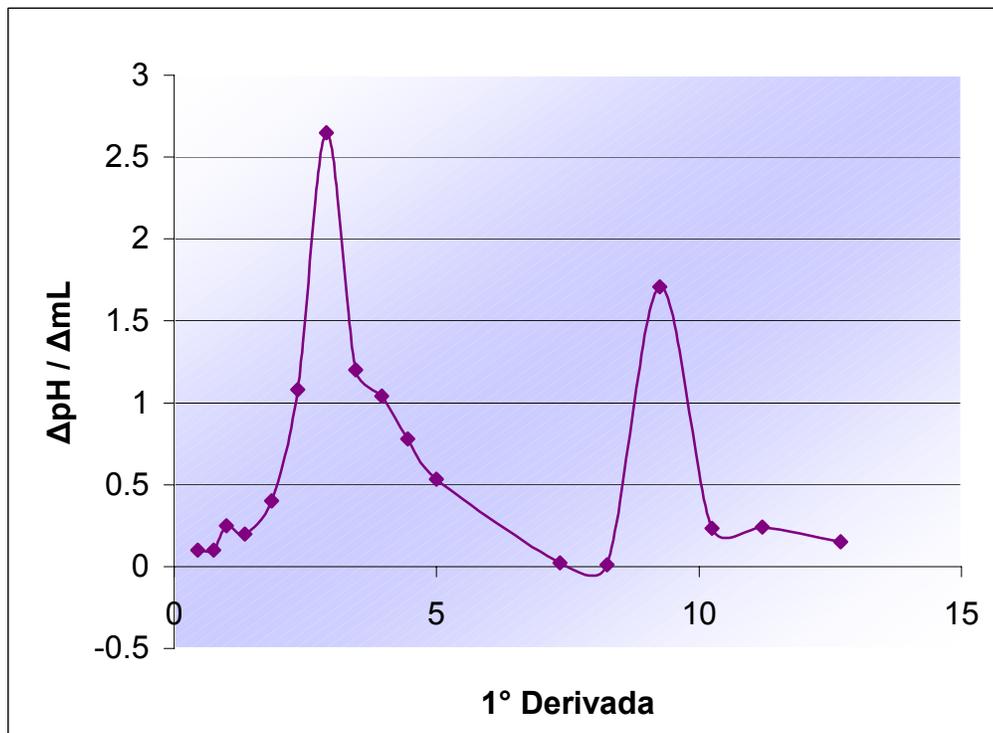


Gráfico N° 60. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra c. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 28. Valoración Potenciométrica de Muestra c.

Réplica 2. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.30	2.55				
0.60	2.58	0.45	0.10	0.30	0.03
0.90	2.63	0.75	0.16	0.30	0.05
1.20	2.70	1.05	0.23	0.30	0.07
1.50	2.79	1.35	0.30	0.30	0.09
2.00	3.14	* 1.75	0.70	0.50	0.35
2.50	4.81	2.25	1.17	0.50	1.67
3.00	5.57	2.75	1.52	0.50	0.76
3.50	6.10	3.25	1.06	0.50	0.53
4.00	6.59	3.75	0.98	0.50	0.49
4.50	7.03	4.25	0.88	0.50	0.44
5.00	7.45	4.75	0.84	0.50	0.42
5.50	7.94	** 5.25	0.98	0.50	0.49
6.00	8.72	5.75	1.56	0.50	0.78
6.50	9.00	6.25	0.56	0.50	0.28
7.00	9.15	6.75	0.30	0.50	0.15

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

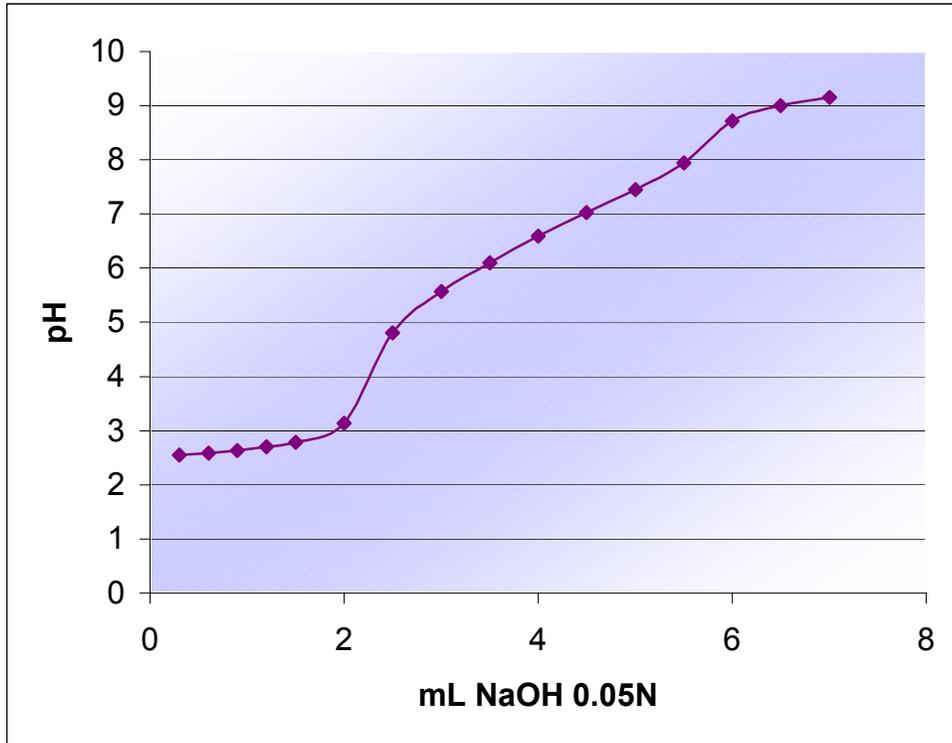


Gráfico N° 61. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra c. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

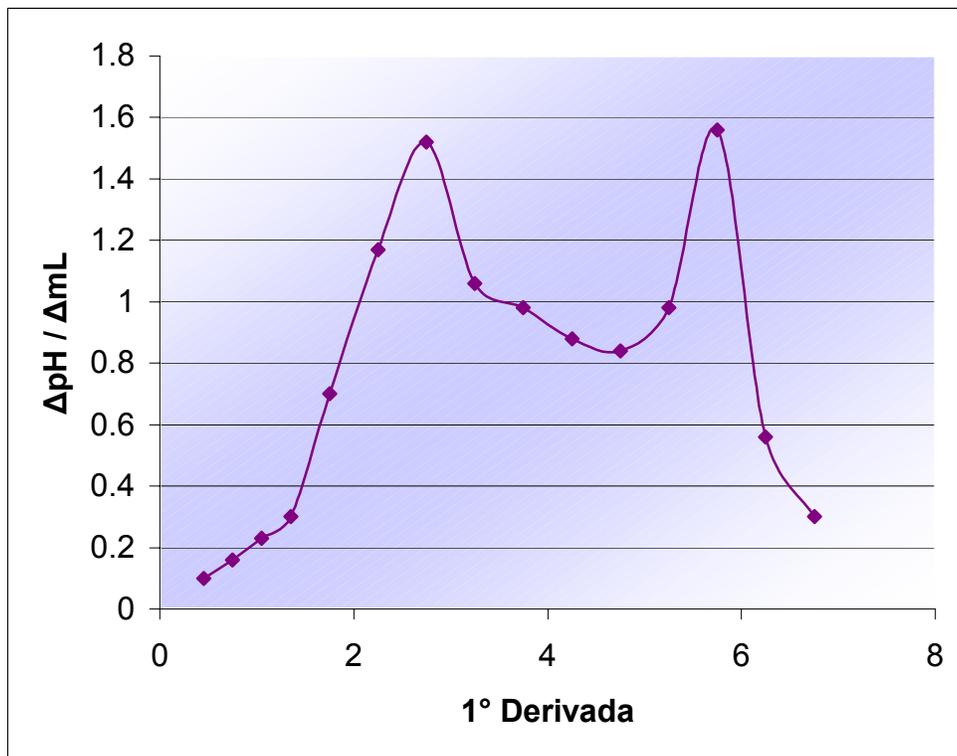


Gráfico N° 62. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra c. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 29. Valoración Potenciométrica de Muestra ac

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$	$\Delta \text{ mL}$	$\Delta \text{ pH}$
0.50	3.00				
1.00	4.08	0.75	2.16	0.50	1.08
1.30	5.42	* 1.15	4.46	0.30	1.34
1.40	5.73	1.35	3.10	0.10	0.31
1.50	5.92	1.45	0.19	0.10	0.19
2.10	6.71	2.00	0.90	0.20	0.18
2.20	6.84	2.15	1.30	0.20	0.13
2.30	7.06	** 2.25	2.20	0.10	0.22
2.40	7.07	2.35	0.10	0.10	0.01
2.60	7.10	2.50	0.15	0.20	0.03
2.70	7.12	2.65	0.20	0.10	0.05
2.90	7.15	2.80	0.15	0.20	0.03

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

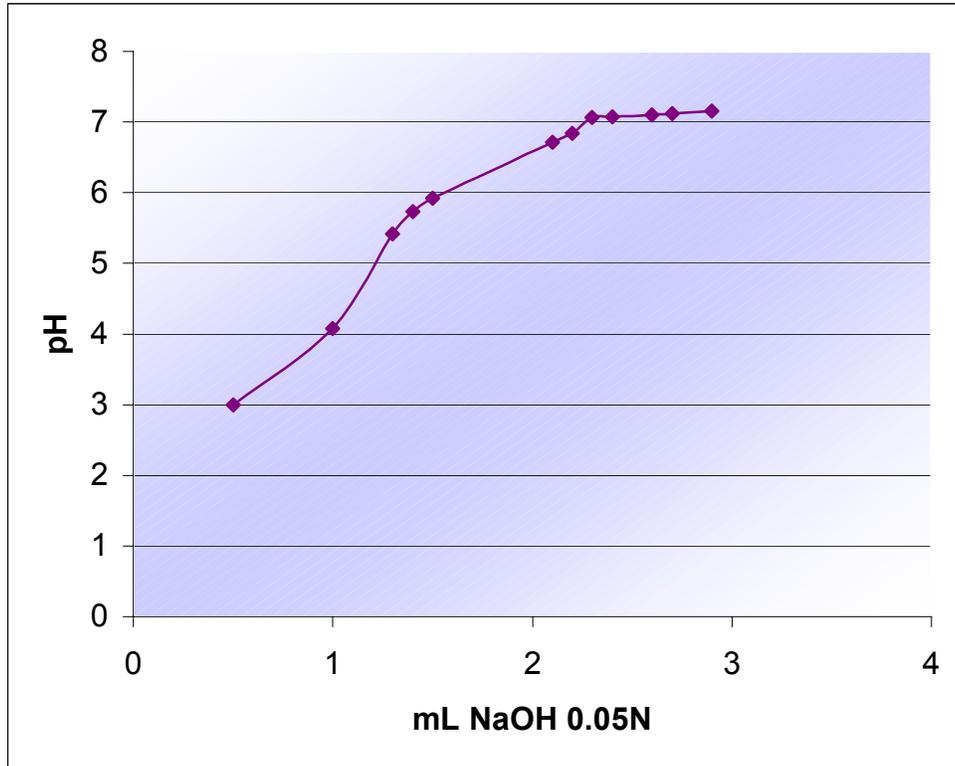


Gráfico N° 63. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra ac. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

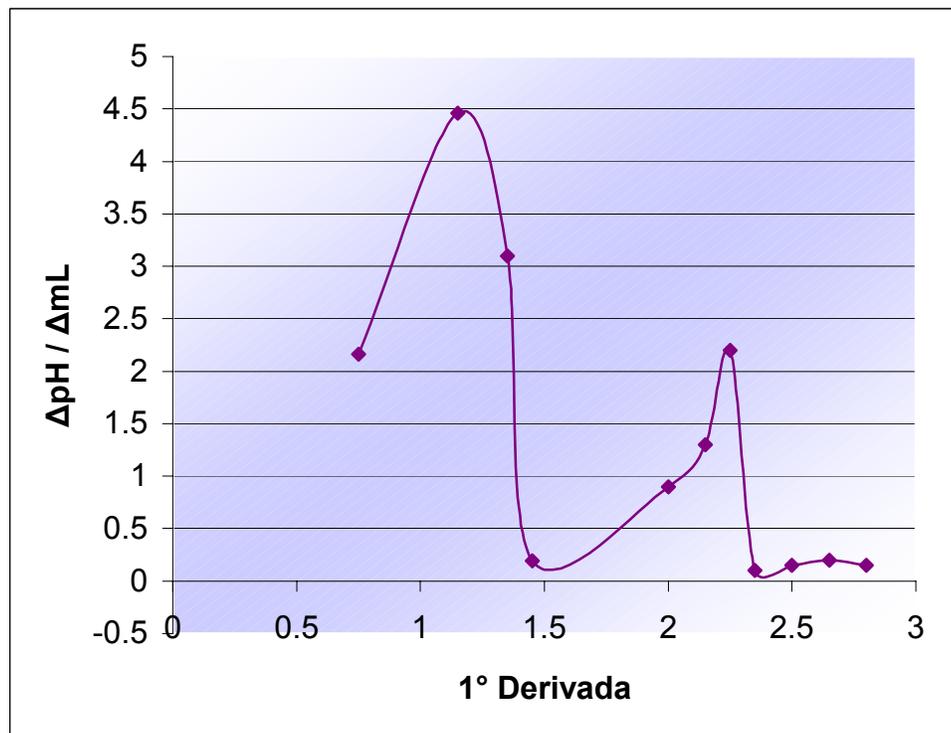


Gráfico N° 64. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra ac. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 30. Valoración Potenciométrica de Muestra ac.

Réplica 2. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.50	2.49				
0.60	2.65	0.55	1.60	0.10	0.16
0.90	3.38	0.75	2.43	0.30	0.73
1.10	4.06	1.00	3.40	0.20	0.68
1.20	4.83	* 1.15	7.70	0.10	0.77
1.40	5.06	1.30	1.15	0.20	0.23
1.50	5.07	1.45	0.10	0.10	0.01
1.60	5.06	1.55	-0.10	0.10	-0.01
1.80	5.95	** 1.70	4.45	0.20	0.89
2.00	6.12	1.90	0.85	0.20	0.17
2.40	6.80	2.30	2.30	0.20	0.46
2.90	6.80	2.50	0.62	0.8	0.50

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

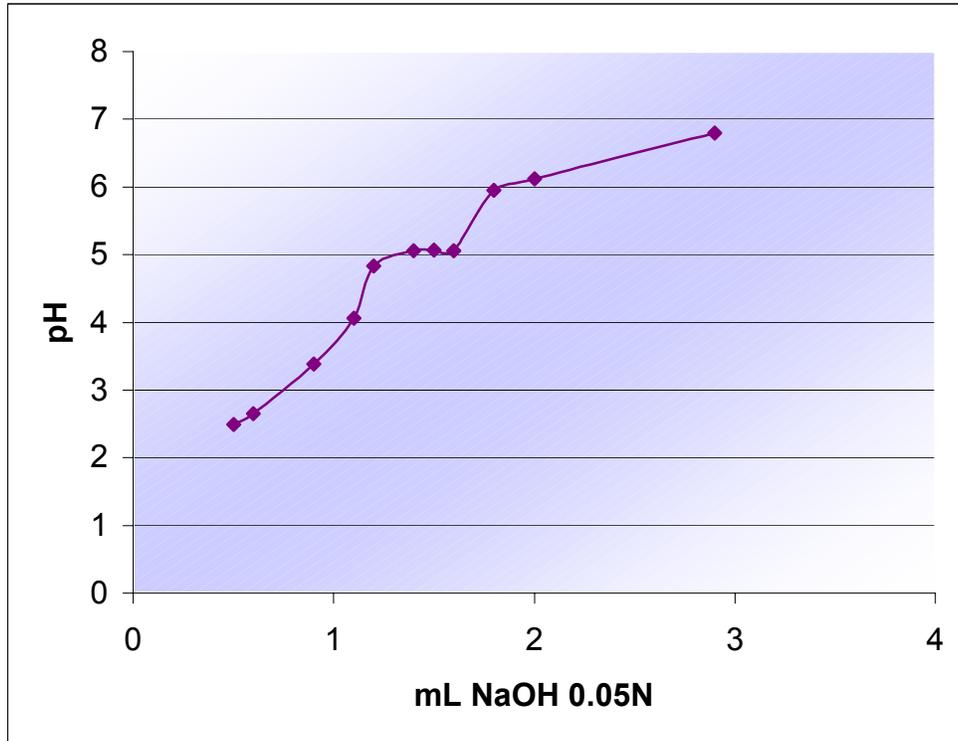


Gráfico N° 65. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra ac. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

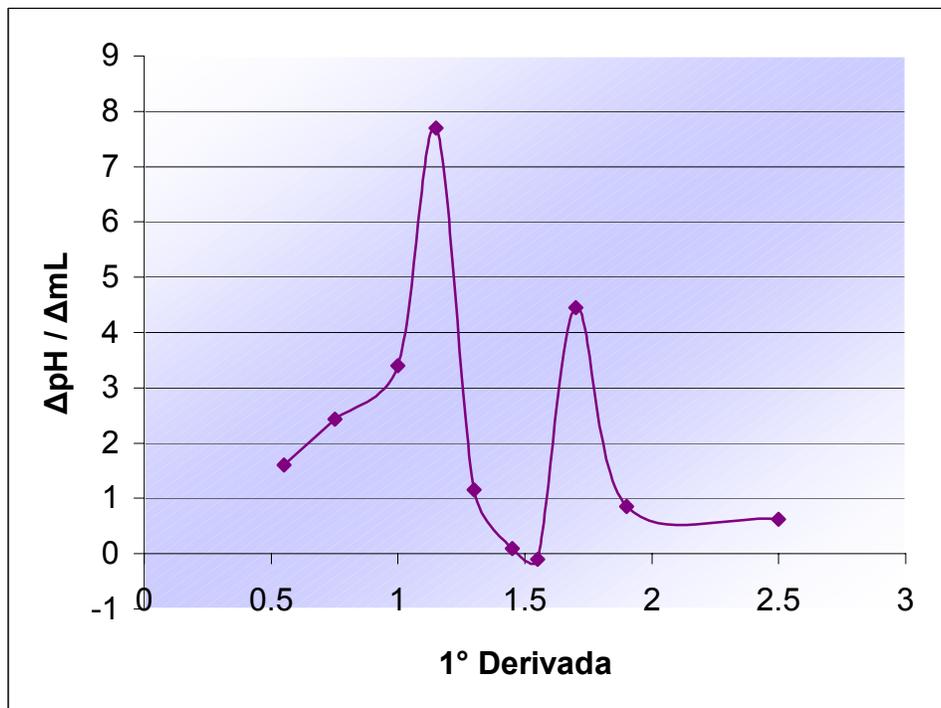


Gráfico N° 66. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$ para muestra ac. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 31. Valoración Potenciométrica de Muestra bc.

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$	Δ mL	Δ pH
0.30	2.47				
0.50	2.51	0.40	0.20	0.20	0.04
0.80	2.64	0.65	0.43	0.30	1.30
1.20	3.07	1.00	1.07	0.40	0.43
1.40	3.83	* 1.30	3.80	0.20	0.76
1.70	4.74	1.55	3.03	0.30	0.91
2.20	6.06	2.10	1.95	0.20	0.39
2.40	6.24	2.30	0.90	0.20	0.18
2.60	6.60	2.50	1.80	0.20	0.36
3.00	7.55	2.80	2.37	0.40	0.95
3.20	8.45	** 3.10	4.50	0.40	0.90
3.40	9.03	3.30	2.90	0.20	0.58
3.60	9.29	3.50	1.30	0.20	0.26
3.80	9.52	3.70	1.15	0.20	0.23

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

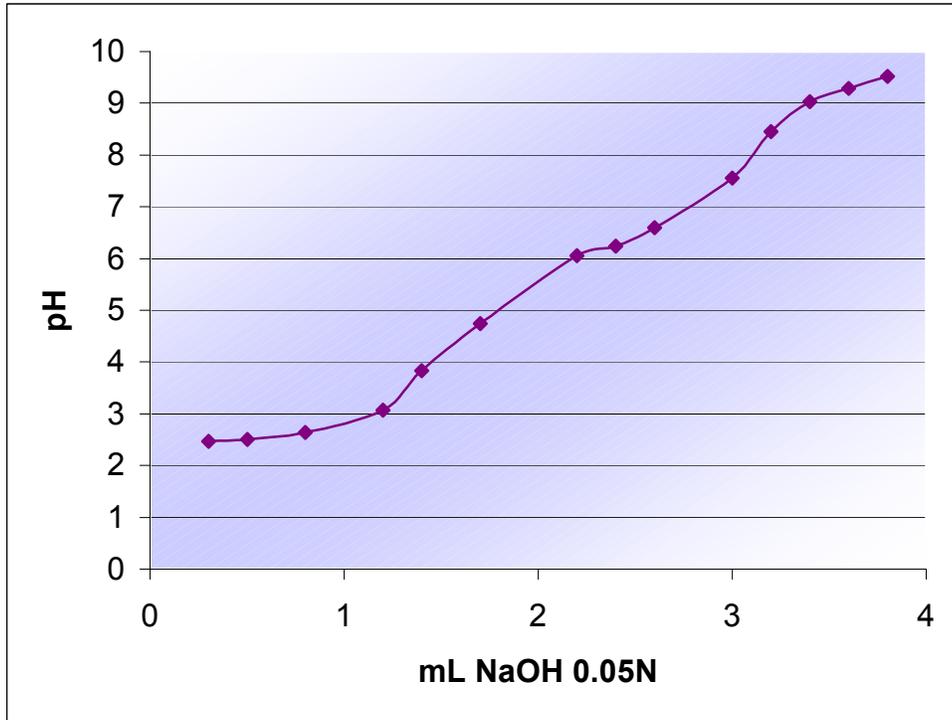


Gráfico N° 67. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra bc. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

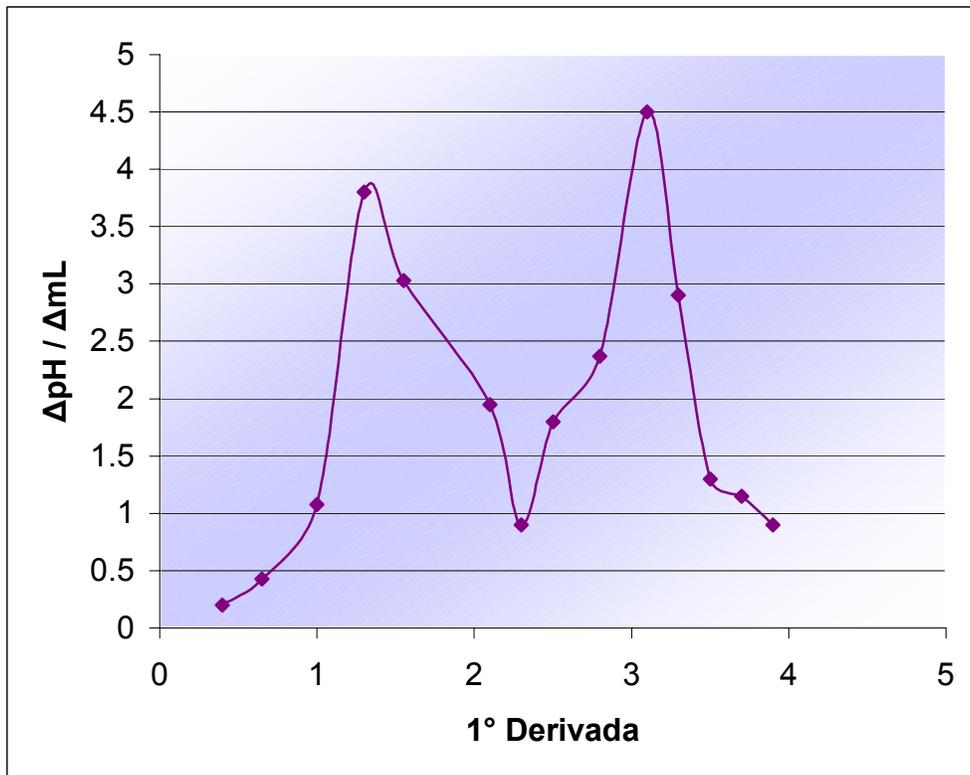


Gráfico N° 68. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra bc. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 32. Valoración Potenciométrica de Muestra bc.

Réplica 2. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH} / \Delta \text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.30	5.60				
0.50	5.73	0.40	0.65	0.20	0.13
0.70	6.19	0.65	1.70	0.10	0.17
0.80	6.51	* 0.75	3.20	0.10	0.32
1.00	6.66	0.90	0.75	0.20	0.15
1.50	7.48	1.40	1.35	0.20	0.27
1.60	7.78	** 1.55	3.00	0.10	0.3
1.70	8.04	1.65	2.60	0.10	0.26
2.00	8.56	1.90	1.25	0.20	0.25
2.40	8.98	2.30	0.70	0.20	0.14
2.90	9.49	2.75	0.80	0.30	0.24
3.20	9.70	3.05	0.70	0.30	0.21
3.50	9.92	3.35	0.73	0.30	0.22
3.90	10.17	3.70	0.62	0.40	0.25
4.30	10.37	4.10	0.50	0.40	0.20

* Punto de Inflexión menor (*X*)

** Punto de Inflexión mayor (*Y*)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

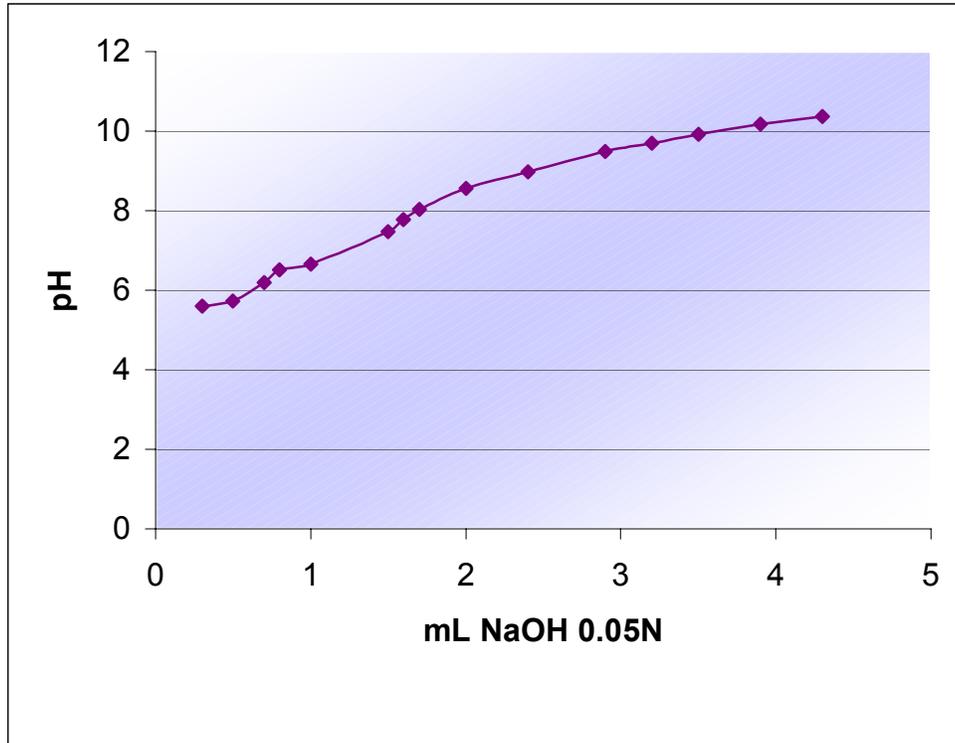


Gráfico N° 69. mL NaOH 0.05N vrs pH para muestra bc. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

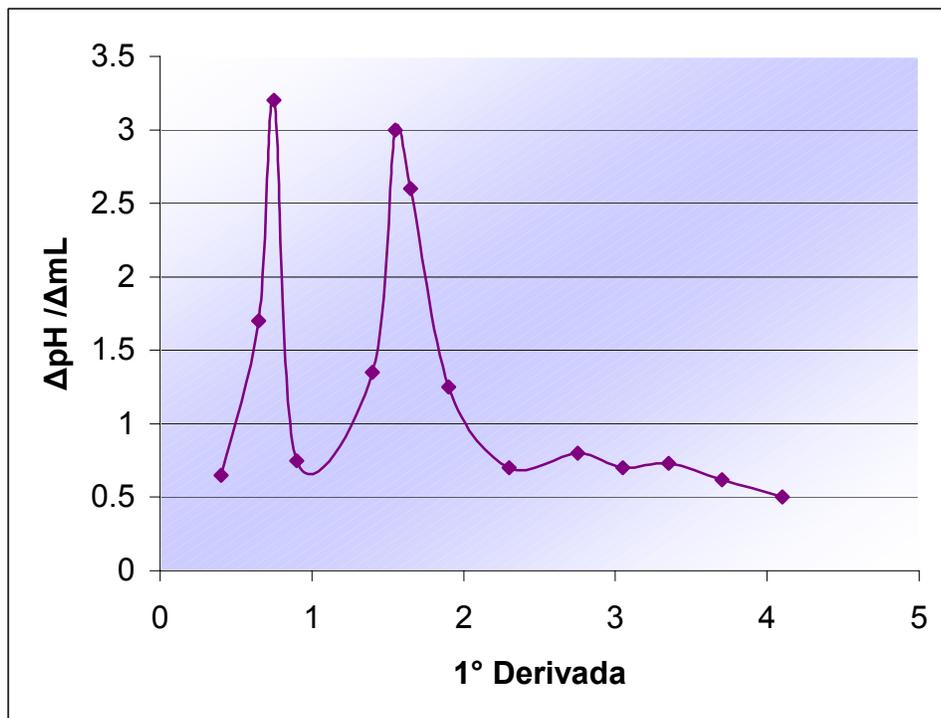


Gráfico N° 70. 1° Derivada vrs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra bc. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 33. Valoración Potenciométrica de Muestra abc.

Réplica 1. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta \text{pH} / \Delta \text{mL}$	ΔmL	ΔpH
0.30	3.13				
0.60	3.24	0.45	0.36	0.30	0.11
0.90	3.44	0.75	0.66	0.30	0.20
1.00	3.65	0.95	2.10	0.10	0.21
1.10	4.24	1.05	5.90	0.10	0.59
1.20	4.88	* 1.15	6.40	0.10	0.64
1.30	5.27	1.25	3.90	0.10	0.39
1.50	5.74	1.40	2.35	0.20	0.47
1.70	6.07	1.60	1.65	0.20	0.33
1.90	6.55	** 1.80	2.40	0.20	0.48
2.30	7.24	2.10	1.72	0.40	0.69
3.50	9.48	3.30	1.27	0.40	0.51
3.90	9.84	3.70	0.90	0.40	0.36

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

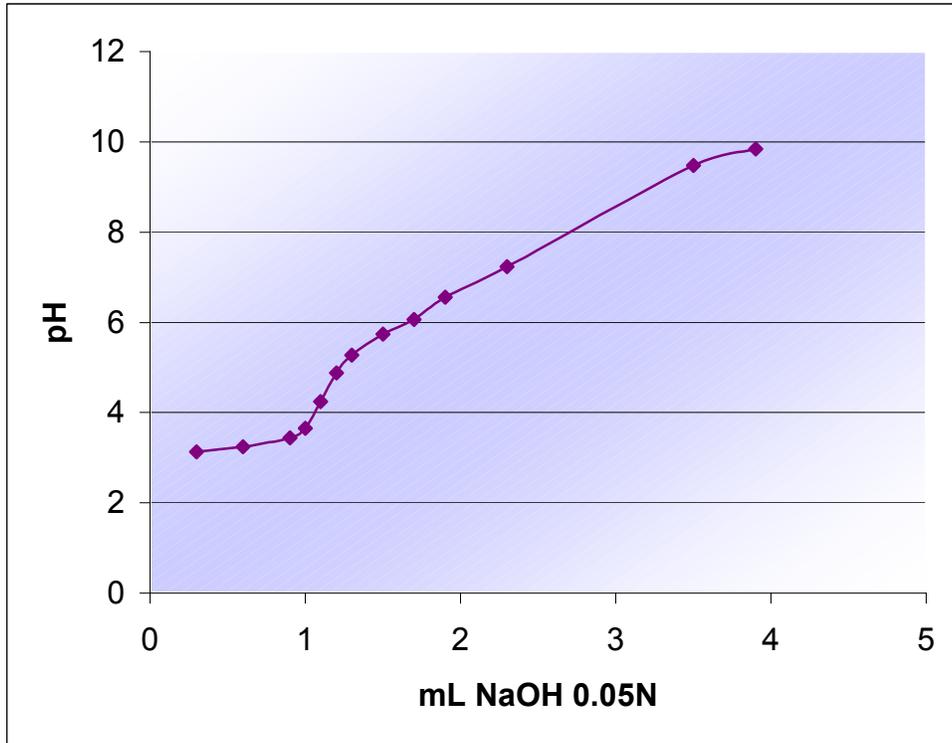


Gráfico N° 71. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra abc. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

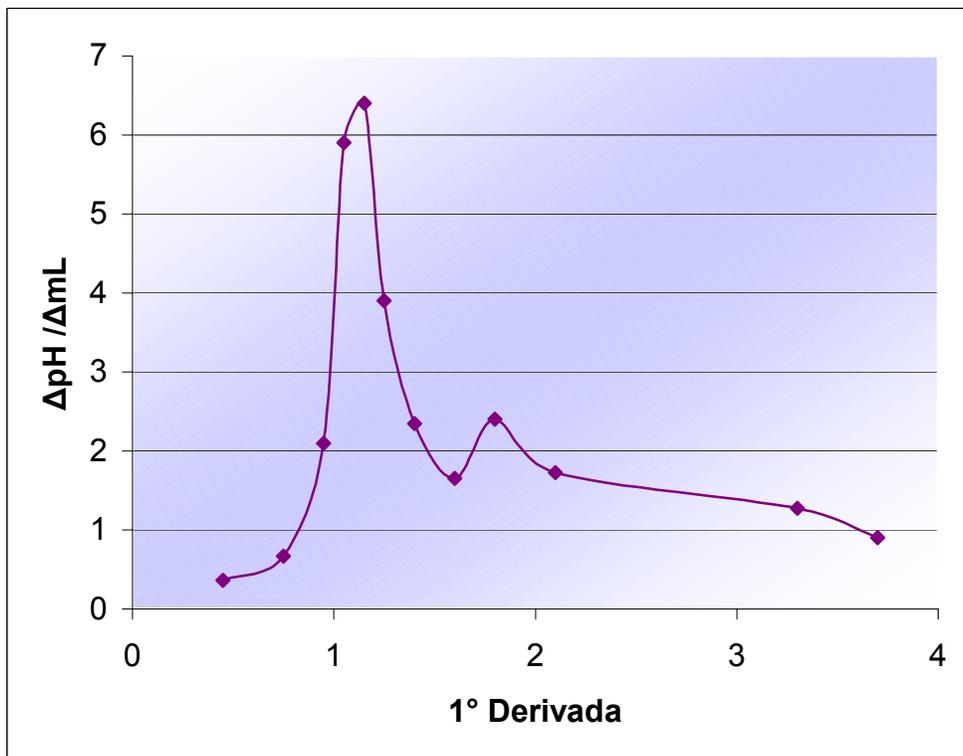


Gráfico N° 72. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra abc. Réplica 1 de Grupos Carboxilos.

Cuadro N° 34. Valoración Potenciométrica de Muestra abc.

Réplica 2. Grupos Carboxilos.

mL NaOH 0.05N	pH	1° Derivada	$\Delta\text{pH}/\Delta\text{mL}$	$\Delta\text{ mL}$	$\Delta\text{ pH}$
0.30	2.67				
0.70	2.90	0.50	0.57	0.40	0.23
1.10	4.85	* 0.90	4.87	0.40	1.95
1.20	5.29	1.15	4.10	0.10	0.44
1.30	5.69	1.25	4.00	0.10	0.40
1.70	6.48	1.50	1.97	0.40	0.79
2.20	6.87	1.95	0.78	0.50	0.39
2.70	7.63	2.45	1.52	0.50	0.76
3.20	8.99	** 2.95	2.72	0.50	1.36
3.70	9.55	3.45	1.12	0.50	0.56
4.20	9.95	3.95	0.80	0.50	0.40
4.70	10.27	4.45	0.64	0.50	0.32
5.20	10.44	4.95	0.34	0.50	0.17

* Punto de Inflexión menor (X)

** Punto de Inflexión mayor (Y)

Calculados en base al criterio de la primera derivada

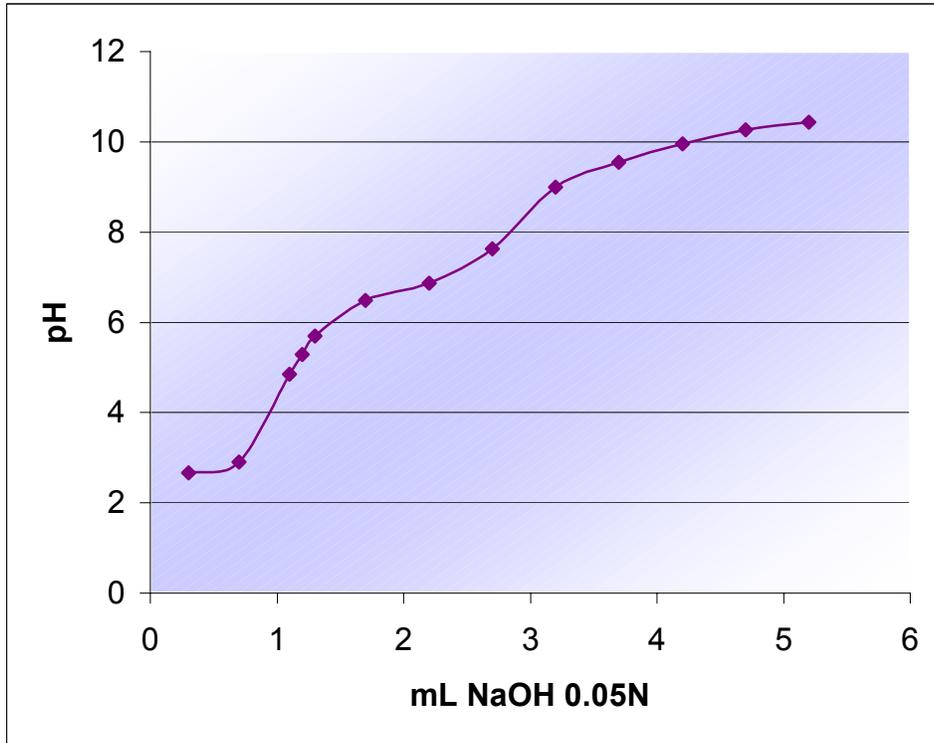


Gráfico N° 73. mL NaOH 0.05N vs pH para muestra abc. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.

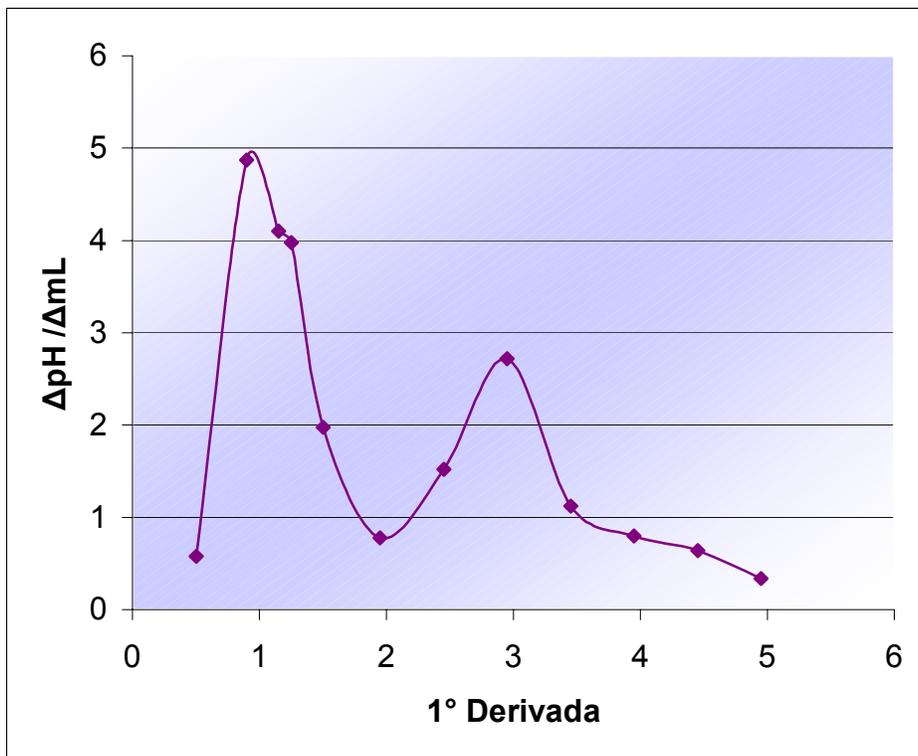


Gráfico N° 74. 1° Derivada vs $\Delta\text{pH} / \Delta\text{mL}$ para muestra abc. Réplica 2 de Grupos Carboxilos.