

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan a continuación:

#### **4.1 Porcentaje de emergencia y número de plantas cosechadas**

El porcentaje de emergencia para todas las unidades experimentales fue del 100% y el número de plantas cosechadas por parcela neta fue de 30, por tal razón no se realizó el análisis estadístico.

#### **4.2 Altura de plantas a los 45 días después de la siembra**

El análisis de varianza Cuadro 7, correspondiente a la altura de plantas a los 45 días después de la siembra no mostró diferencias significativas entre bloques, tratamientos, niveles de cal (N), épocas de aplicación de cal (E), interacción niveles de cal por épocas de aplicación (Nx E) y la comparación entre testigo vs el resto.

El promedio para altura de plantas de papa a los 45 días después de la siembra fue de 7.77 cm y el coeficiente de variación de 15.53%.

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para la altura de plantas en cm a los 45 días después de la siembra. Carchi, Julio Andrade, 2007.

F.V	S.C	G.L.	C.M.	F. Cal	F. Tabular	
					0.05	0.01
Total	52.67	39				
Bloques	5.46	3	1.83	129 <sup>ns</sup>	2.92	4.51
Tratamientos	8.77	9	0.97	0.68 <sup>ns</sup>	2.21	3.07
Niveles (N)	2.13	2	1.07	0.75 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
Épocas (E)	2.86	2	1.43	1.01 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
NxE	3.67	4	0.92	0.65 <sup>ns</sup>	2.69	4.02
Test vs Resto	0.11	1	0.11	0.08 <sup>ns</sup>	4.17	7.56
E Exp	38.44	27	1.42			
Promedio (cm)		7.77				
CV (%)		15.53				

ns = no significativo

**Cuadro 8.** Promedio de altura de plantas a los 45 días después de la siembra para tratamientos, interacción, niveles de cal y épocas de aplicación. Carchi, Julio Andrade, 2007.

Tratamientos	Código	Niveles de Cal TM/ha	Épocas de Aplicación	Atura Promedio cm.
T1	N1E1	2	Antes de la siembra	8.48
T2	N1E2	2	Durante la siembra	7.40
T3	N1E3	2	Después de la siembra	7.50
T4	N2E1	4	Antes de la siembra	8.18
T5	N2E2	4	Durante la siembra	8.48
T6	N2E3	4	Después de la siembra	7.43
T7	N3E1	6	Antes de la siembra	7.78
T8	N3E2	6	Durante la siembra	6.98
T9	N3E3	6	Después de la siembra	7.55
T10	N0E0	0	Testigo	7.93
Niveles de cal	N1	2	---	7.79
	N2	4	---	8.03
	N3	6	---	7.43
Épocas de aplicación	E1	---	Antes de la siembra	8.14
	E2	---	Durante la siembra	7.62
	E3	---	Después de la siembra	7.49

En el Cuadro 8, correspondiente a altura de plantas a los 45 días después de la siembra no mostro diferencias significativas para tratamientos, niveles de cal, y épocas de aplicación; estadísticamente todos estos tratamientos son iguales.

Estos resultados demuestran que la aplicación de niveles de cal y épocas de aplicación no influye en el crecimiento de las plantas de papa a los 45 días después de la siembra.

Moriya 2002, manifiesta que en rotaciones que incluyen un cultivo de leguminosas con una demanda de pH alto, la cal debe aplicarse de 3 a 6 meses antes de la siembra, especialmente en suelos muy ácidos. El encalar unos días antes de sembrar alfalfa o trébol, por ejemplo, a menudo produce resultados desalentadores debido a que la cal no tiene el tiempo suficiente para reaccionar en el suelo.

#### **4.3 Altura de plantas a la Floración**

El análisis de varianza del Cuadro 9, correspondiente a la variable altura de plantas a la floración, indicó que no existe diferencia significativa entre bloques, tratamientos, niveles de cal (N), épocas de aplicación (E), interacción niveles de cal por épocas de aplicación (Nx E) y la comparación entre el testigo vs el resto.

El promedio de altura de plantas de papa a la floración fue de 86.61 cm; y el coeficiente de variación de 1.67%.

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para altura de plantas en cm a la floración. Carchi, Julio Andrade, 2007.

F.V	S.C	G.L.	C.M.	F. Cal	F. Tabular	
					0.05	0.01
Total	72.11	39				
Bloques	3.07	3	1.02	0.49 <sup>ns</sup>	2.92	4.51
Tratamientos	12.27	9	1.36	0.65 <sup>ns</sup>	2.21	3.07
Niveles (N)	3.26	2	1.63	0.78 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
Épocas (E)	5.49	2	2.75	1.31 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
NxE	3.35	4	0.84	0.40 <sup>ns</sup>	2.69	4.02
Test vs Resto	0.17	1	0.17	0.08 <sup>ns</sup>	4.17	7.56
E Exp	56.77	27	2.10			
Promedio (cm)		86.61				
CV (%)		1.67				

ns = no significativo

**Cuadro 10.** Promedio de altura de plantas a la floración para tratamientos, interacción, niveles de cal y épocas de aplicación. Carchi, Julio Andrade, 2007.

Tratamientos	Código	Niveles de Cal TM/ha	Épocas de Aplicación	Atura Promedio cm.
T1	N1E1	2	Antes de la siembra	87.20
T2	N1E2	2	Durante la siembra	86.75
T3	N1E3	2	Después de la siembra	87.05
T4	N2E1	4	Antes de la siembra	87.28
T5	N2E2	4	Durante la siembra	85.35
T6	N2E3	4	Después de la siembra	86.78
T7	N3E1	6	Antes de la siembra	86.55
T8	N3E2	6	Durante la siembra	86.10
T9	N3E3	6	Después de la siembra	86.23
T10	N0E0	0	Testigo	86.80
Niveles de cal	N1	2	---	87.00
	N2	4	---	86.47
	N3	6	---	86.29
Épocas de aplicación	E1	---	Antes de la siembra	87.01
	E2	---	Durante la siembra	86.07
	E3	---	Después de la siembra	86.68

El Cuadro 10, correspondiente a altura de plantas a la floración, no mostro diferencias significativas para tratamientos, niveles de cal y épocas de aplicación. Estadísticamente todos estos tratamientos son iguales.

Según Jiménez 1993, la aplicación de cal en la mayoría de los suelos produce un aumento directo en el crecimiento de las plantas. Sin embargo, hay cultivos que son tolerantes a la acidez del suelo como el caso de la papa.

#### 4.4 Rendimiento de papa primera categoría

El análisis de varianza del Cuadro 11, correspondiente a la variable rendimiento en TM/ha primera categoría, detecta diferencia significativa al 1% para bloques, en cambio para tratamientos, niveles de cal (N), épocas de aplicación (E), interacción niveles de cal por épocas de aplicación Nx E y testigo vs el resto fue no significativo.

El promedio fue de 23.23 TM/ha y el coeficiente de variación de 20.21%.

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para rendimiento de papa, primera categoría. Carchi, Julio Andrade, 2007.

FV	S.C.	G.l.	C.M.	F. Cal.	F. Tabular	
					0.05	0.01
Total	1573.10	39				
Bloques	811.15	3	270.38	12.27**	2.92	4.51
Tratamientos	166.34	9	18.48	0.84 <sup>ns</sup>	2.21	3.07
Niveles (N)	13.39	2	6.70	0.30 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
Épocas (E)	18.34	2	9.17	0.42 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
NxE	102.00	4	25.50	1.16 <sup>ns</sup>	2.69	4.02
Test vs Resto	32.62	1	32.62	1.48 <sup>ns</sup>	4.17	7.56
E. Exp	595.21	27	22.04			
Promedio (TM/ha)		23.23				
CV (%)		20.21				

ns = no significativo

\*\*= significativo al 1%

**Cuadro 12.** Rendimiento promedio de papa para tratamientos, interacción, niveles de cal y épocas de aplicación, primera categoría. Carchi, Julio Andrade, 2007.

Tratamientos	Código	Niveles de Cal TM/ha	Épocas de Aplicación	Atura Promedio cm.
T1	N1E1	2	Antes de la siembra	22.35
T2	N1E2	2	Durante la siembra	24.50
T3	N1E3	2	Después de la siembra	26.26
T4	N2E1	4	Antes de la siembra	22.23
T5	N2E2	4	Durante la siembra	25.32
T6	N2E3	4	Después de la siembra	21.28
T7	N3E1	6	Antes de la siembra	23.49
T8	N3E2	6	Durante la siembra	20.58
T9	N3E3	6	Después de la siembra	25.76
T10	N0E0	0	Testigo	20.52
Niveles de cal	N1	2	---	24.37
	N2	4	---	22.94
	N3	6	---	23.28
Épocas de aplicación	E1	---	Antes de la siembra	22.69
	E2	---	Durante la siembra	23.47
	E3	---	Después de la siembra	24.43

Como se observa en el Cuadro 12, existen diferencias en el rendimiento de papa primera categoría, el tratamiento T3 (2 TM/ha de cal después de la siembra), presento el valor promedio mas alto con 26.26 TM/ha, T9 (6 TM/ha de cal después de la siembra), con un promedio de 25.76 TM/ha y el tratamiento de menor rendimiento fue T10 (testigo), con un promedio de 20.52 TM/ha. Estadísticamente todos estos tratamientos son iguales.

En el mismo cuadro, se observa diferencias entre los distintos niveles de aplicación de cal siendo de mejor rendimiento el nivel N1 (2 TM/ha de cal), con un promedio de 24.37 TM/ha, y el de menor rendimiento fue el nivel N2 (4 TM/ha de cal), con 22.94 TM/ha.

En el Cuadro 12, se observa diferencias entre las distintas épocas de aplicación, siendo la época de mejor rendimiento la E3 (después de la siembra), con un promedio de 24.43 TM/ha y la de menor rendimiento fue la E1 (antes de la siembra), con un promedio de 22.69 TM/ha.

#### 4.5 Rendimiento de papa segunda categoría

El análisis de varianza del Cuadro 13, correspondiente a la variable rendimiento en TM/ha segunda categoría, demostró que no existe diferencia significativa entre bloques, tratamientos, niveles de cal (N), épocas de aplicación de cal (E), interacción niveles de cal por épocas de aplicación (Nx E) y la comparación entre testigo vs el resto.

El promedio fue de 10.40 TM/ha y el coeficiente de variación de 12.16%.

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para rendimiento de papa, segunda categoría. Carchi, Julio Andrade, 2007.

F.V.	S.C.	G.l.	C.M.	F. Cal.	F. Tabular	
					0.05	0.01
Total	101.15	39				
Bloques	34.18	3	11.39	7.12 <sup>ns</sup>	2.92	4.51
Tratamientos	23.53	9	2.61	1.63 <sup>ns</sup>	2.21	3.07
Niveles (N)	14.92	2	7.46	4.66 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
Épocas (E)	3.90	2	1.95	1.22 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
NxE	4.31	4	1.08	0.68 <sup>ns</sup>	2.69	4.02
Test vs Resto	0.40	1	0.40	0.25 <sup>ns</sup>	4.17	7.56
E. Exp	43.44	27	1.60			
Promedio (TM/ha)		10.40				
CV (%)		12.16				

ns = no significativo

**Cuadro 14.** Rendimiento promedio de papa para tratamientos, interacción, niveles de cal y épocas de aplicación, segunda categoría. Carchi, Julio Andrade, 2007.

Tratamientos	Código	Niveles de Cal TM/ha	Épocas de Aplicación	Atura Promedio cm.
T1	N1E1	2	Antes de la siembra	9.85
T2	N1E2	2	Durante la siembra	11.62
T3	N1E3	2	Después de la siembra	10.60
T4	N2E1	4	Antes de la siembra	9.09
T5	N2E2	4	Durante la siembra	9.98
T6	N2E3	4	Después de la siembra	9.60
T7	N3E1	6	Antes de la siembra	11.11
T8	N3E2	6	Durante la siembra	10.86
T9	N3E3	6	Después de la siembra	11.24
T10	N0E0	0	Testigo	10.10
Niveles de cal	N1	2	---	10.69
	N2	4	---	9.55
	N3	6	---	11.07
Épocas de aplicación	E1	---	Antes de la siembra	10.01
	E2	---	Durante la siembra	10.82
	E3	---	Después de la siembra	10.48

En el Cuadro 14, se observa diferencias del rendimiento de papa, segunda categoría entre el tratamiento T2 (2 TM/ha de cal durante la siembra) con un promedio de 11.62 TM/ha, T9 (6 TM/ha de cal después de la siembra), T10 (testigo) con un promedio de 10.10 TM/ha y el tratamiento de menor rendimiento fue T4 (4 TM/ha de cal antes de la siembra) con un promedio de 9.09 TM/ha. Estadísticamente todos estos tratamientos son iguales.

De igual forma en el mismo cuadro, se aprecia que numéricamente existe diferencia entre los niveles de cal aplicados al cultivo de papa, siendo el de mejor rendimiento el nivel N3 (6 TM/ha de cal), con un promedio de 11.07 TM/ha y el de menor rendimiento fue el N2 (4 TM/ha de cal), con un promedio de 9.55 TM/ha.



En el mismo cuadro, se observa que el rendimiento promedio de papa segunda categoría, es muy similar para las diferentes épocas de aplicación, la diferencia entre la E1 y E2 es de 0.81 TM/ha.

#### 4.6 Rendimiento de papa tercera categoría

El análisis de varianza del Cuadro 15, correspondiente a la variable rendimiento en TM/ha tercera categoría, indica que existe diferencia significativa al 5% para bloques, en cambio para tratamientos, niveles de cal (N), épocas de aplicación (E), interacción niveles de cal por épocas de aplicación (Nx E) y testigo vs el resto no demostró diferencia significativa.

El promedio fue de 2.94 TM/ha y el coeficiente de variación 19.54.

**Cuadro 15.** Análisis de varianza del rendimiento de papa, tercera categoría.

Carchi, Julio Andrade, 2007.

FV.	S.C.	G.l.	C.M.	F. Cal.	F. Tabular	
					0.05	0.01
Total	16.05	39				
Bloques	3.23	3	1.08	3.27*	2.92	4.51
Tratamientos	3.84	9	0.43	1.30 <sup>ns</sup>	2.21	3.07
Niveles (N)	0.61	2	0.31	0.94 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
Épocas (E)	2.25	2	1.13	3.42 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
NxE	0.61	4	0.15	0.45 <sup>ns</sup>	2.69	4.02
Test vs Resto	0.37	1	0.37	1.12 <sup>ns</sup>	4.17	7.56
E. Exp	8.98	27	0.33			
Promedio (TM/ha)		2.94				
CV (%)		19.54				

ns= no significativo

\*= Significativo al 5%

**Cuadro 16.** Rendimiento promedio de papa tercera categoría, para tratamientos, interacción, niveles de cal y épocas de aplicación. Carchi, Julio Andrade, 2007.

Tratamientos	Código	Niveles de Cal TM/ha	Épocas de Aplicación	Atura Promedio cm.
T1	N1E1	2	Antes de la siembra	3.28
T2	N1E2	2	Durante la siembra	3.41
T3	N1E3	2	Después de la siembra	2.78
T4	N2E1	4	Antes de la siembra	3.34
T5	N2E2	4	Durante la siembra	2.72
T6	N2E3	4	Después de la siembra	2.78
T7	N3E1	6	Antes de la siembra	3.16
T8	N3E2	6	Durante la siembra	2.91
T9	N3E3	6	Después de la siembra	2.65
T10	N0E0	0	Testigo	2.65
Niveles de cal	N1	2	---	3.16
	N2	4	---	2.86
	N3	6	---	2.90
Épocas de aplicación	E1	---	Antes de la siembra	3.26
	E2	---	Durante la siembra	3.01
	E3	---	Después de la siembra	2.65

En el Cuadro 16, se observa diferencias mínimas en rendimiento de papa tercera categoría. El tratamiento T2 (2 TM/ha durante la siembra) con un promedio de 3.41 TM/ha., fue el de mejor rendimiento y el T1 (2 TM/ha de cal antes de la siembra) con un promedio de 3.28 TM/ha, fueron los de mayor rendimiento y los tratamientos de menor rendimiento fueron el T9 (6 TM/ha de cal después de la siembra) con un promedio de 2.65 TM/ha y T10 (testigo) con un promedio de 2,65 TM/ha respectivamente.

De igual forma en el mismo cuadro, se aprecia que numéricamente existe diferencia entre los niveles de cal aplicados al cultivo de papa, siendo el de mayor rendimiento el N1 (2 TM/ha de cal), con un promedio de 3.16 TM/ha y el nivel de menor rendimiento fue N2 (4 TM/ha de cal) con un promedio de 2.86 TM/ha

En el mismo cuadro, se observa que el rendimiento promedio de papa tercera categoría es similar para las diferentes épocas de aplicación, siendo la época de mejor rendimiento la época E1 (antes de la siembra), con un promedio de 3.26 TM/ha y la de menor rendimiento fue la E3 (después de la siembra) con un promedio de 2.65 TM/ha; la diferencia entre la época E1 y la E3 es de 0.61 TM/ha.

#### 4.7 Rendimiento total de papa

En el análisis de varianza del Cuadro 17, correspondiente a la variable rendimiento total de papa se observan diferencias significativas al 1% para bloques, y no significativas para tratamientos, niveles de cal (N), épocas de aplicación (E), interacción niveles de cal por épocas de aplicación (Nx E), y testigo vs el resto.

La media de tratamientos fue de 36.57 TM/ha y el coeficiente de variación de 14.37%.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza del rendimiento total de papa en TM/ha. Carchi, Julio Andrade, 2007.

F.V.	S.C.	G.l.	C.M.	F. Cal.	F. Tabular	
					0.05	0.01
Total	1869.15	39				
Bloques	887.14	3	295.71	10.71**	2.92	4.51
Tratamientos	237.28	9	26.36	0.96 <sup>ns</sup>	2.21	3.07
Niveles (N)	50.89	2	25.45	0.92 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
Épocas (E)	17.25	2	8.63	0.31 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
NxE	120.78	4	30.20	1.09 <sup>ns</sup>	2.69	4.02
Test vs Resto	48.36	1	48.36	1.75 <sup>ns</sup>	4.17	7.56
E. Exp	45.33	27	27.60			
Promedio (TM/ha)			36.57			
CV (%)			14.37			

ns = no significativo

\*\* = significativo al 1%

**Cuadro 18.** Rendimiento promedio del total de papa para tratamientos.  
Carchi, Julio Andrade, 2007.

Tratamientos	Código	Niveles de Cal TM/ha	Épocas de Aplicación	Rendimiento Promedio TM/ha
T1	N1E1	2	Antes de la siembra	35.48
T2	N1E2	2	Durante la siembra	39.52
T3	N1E3	2	Después de la siembra	39.65
T4	N2E1	4	Antes de la siembra	34.66
T5	N2E2	4	Durante la siembra	38.01
T6	N2E3	4	Después de la siembra	33.40
T7	N3E1	6	Antes de la siembra	37.75
T8	N3E2	6	Durante la siembra	34.60
T9	N3E3	6	Después de la siembra	39.40
T10	N0E0	0	Testigo	33.27

En el Cuadro 18, se observa diferencias numéricas del rendimiento total de papa entre el tratamiento T3 (2 TM/ha de cal después de la siembra) con un promedio de 39.65 TM/ha., siendo este tratamiento el que logro el mayor rendimiento, seguido del tratamiento T2 (2 TM/ha de cal durante la siembra) con un promedio de 39.52 TM/ha. EL T9 (6 TM/ha de cal después de la siembra) con 39.40 TM/ha; y el tratamiento de menor rendimiento fue el T10 con un promedio de 33.27 TM/ha.

La diferencia en rendimiento entre el testigo y el T3 es de 6.38 TM/ha, esto corresponde a un incremento en el rendimiento del 19.18%, en cambio en relación con la media de tratamientos hay una diferencia de 3.30 TM/ha lo que representa el 9.92%.

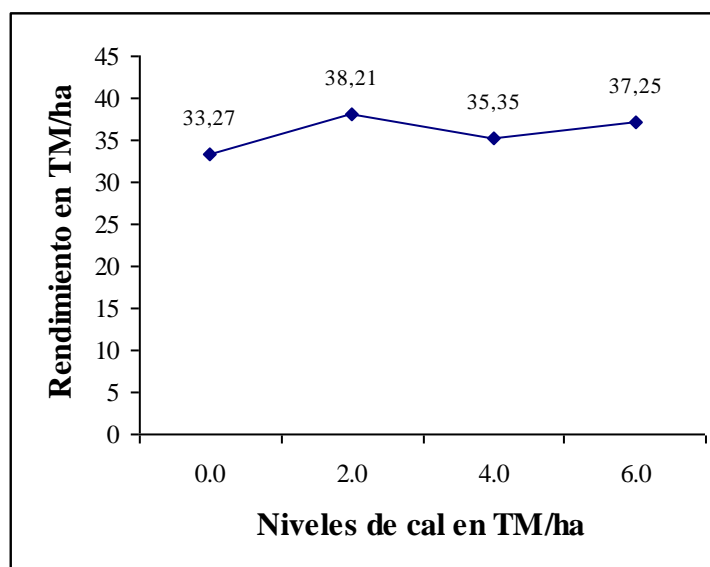
La alta variabilidad que existe en el rendimiento total de papa para tratamientos se debe a factores externos a la investigación. A los 40 días después de la siembra se produjo una helada, afectándole a las plantas que ya estaban emergidas, luego en plena floración se produjo una granizada afectando a los bloques 1 y 3 los cuales fueron más susceptibles a la lancha (*phytophthora infestans*).

**Cuadro 19.** Rendimiento promedio total de papa para niveles de cal. Carchi, Julio Andrade, 2007.

Código	Niveles de Cal TM/ha	Rendimiento Promedio TM/ha
N1	2	38.22
N2	4	35.35
N3	6	37.25

En el Cuadro 19, se indica que numéricamente existe diferencia entre los niveles de cal aplicados al cultivo de papa, siendo el de mejor rendimiento el N1 (2 TM/ha de cal), con un promedio de 38.21 TM/ha y el nivel de menor rendimiento fue el N2 (4 TM/ha de cal) con un promedio de 35.35 TM/ha.

Según Zurita 2002, la mejor respuesta a altura de plantas en el cultivo de tomate bajo invernadero se da con el nivel de 3 TM/ha de cal.



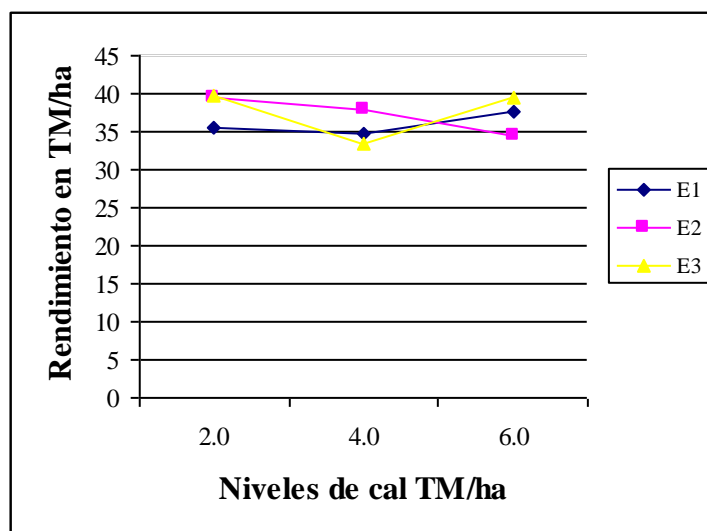
**Grafico 1.** Efecto de niveles de cal sobre el rendimiento total de papa. Carchi, Julio Andrade, 2007.

En el Gráfico 1, se establece que los tres niveles de cal aplicados al cultivo de papa incrementaron el rendimiento de papa, el nivel de 2 TM/ha de cal con un promedio de 38.21 TM/ha es el de mayor rendimiento, el de menor rendimiento fue el testigo (sin cal) con un promedio de 33.27 TM/ha. La diferencia entre el de 2 TM/ha y el testigo (sin cal) es de 4.94 TM/ha, siendo este el incremento por el encalado.

**Cuadro 20.** Rendimiento promedio total de papa para épocas de aplicación. Carchi, Julio Andrade, 2007.

<b>Código</b>	<b>Épocas de Aplicación</b>	<b>Rendimiento Promedio TM/ha</b>
E1	Antes de la siembra	35.96
E2	Durante la siembra	37.30
E3	Después de la siembra	37.56

En el Cuadro 20, se observa que el rendimiento promedio total de papa es similar para las tres épocas de aplicación, siendo la época de mejor rendimiento la E3 (después de la siembra), con un promedio de 37.56 TM/ha y la E1 (antes de la siembra), fue la de menor rendimiento con 35.96 TM/ha; la diferencia entre la E3 y E1 es de 1.60 TM/ha.



**Gráfico 2.** Efecto de la interacción niveles de cal por épocas de aplicación sobre el rendimiento total de papa. Carchi, 2007.

En el Gráfico 2, se observa que las diferencias entre los niveles de cal y épocas de aplicación son mínimas; por tal motivo, el análisis estadístico no detecta diferencias significativas para la interacción niveles de cal por épocas de aplicación.

Abruña et al., 1975, manifiesta que la tolerancia a la acidez del suelo varía entre las diferentes especies vegetales. En general las gramíneas tropicales, café, yuca y piña toleran la acidez del suelo, la papa también es tolerante a la acidez y es por eso que no se ve respuestas satisfactorias.

#### 4.8 pH del Suelo

En el análisis de varianza Cuadro 21, correspondiente al pH del suelo se observa diferencias significativas al 1% para bloques, tratamientos, niveles de cal (N), y testigo vs resto, en cambio no es significativo para épocas de aplicación (E), e interacción niveles de cal por épocas de aplicación (NxE), lo cual nos demuestra que las dosis de aplicación de cal incrementan el pH del suelo.

La media de tratamientos fue 5.24 y el coeficiente de variación 1.9% siendo confiable para este tipo de investigación.

**Cuadro 21.** Análisis de varianza con respecto al pH del suelo. Carchi, Julio Andrade, 2007.

F.V.	S.C.	G.l.	C.M.	F. Cal.	F. Tabular	
					0.05	0.01
Total	2.89	39				
Bloques	1.04	3	0.35	17.50**	2.92	4.51
Tratamientos	1.39	9	0.15	7.50**	2.21	3.07
Niveles (N)	0.29	2	0.15	7.50**	3.32	5.39
Épocas (E)	0.03	2	0.02	1.00 <sup>ns</sup>	3.32	5.39
NxE	0.14	4	0.04	2.00 <sup>ns</sup>	2.69	4.02
Test vs Resto	0.93	1	0.93	46.50**	4.17	7.56
E Exp	0.46	27	0.02			
Promedio		5.24				
CV (%)		1.9				

\*\* = Significativo al 1%

**Cuadro 22.** Promedio y Tukey al 5% para la variable pH del suelo. Carchi, Julio Andrade, 2007.

Tratamientos	Código	Dosis de Cal TM/ha	Épocas de Aplicación	Promedio	Rango
T4	N2E1	4	Antes de la siembra	5.40	a
T5	N2E2	4	Durante la siembra	5.38	a
T8	N3E2	6	Durante la siembra	5.33	a b
T7	N3E1	6	Antes de la siembra	5.30	a b
T9	N3E3	6	Después de la siembra	5.28	a b
T6	N2E3	4	Después de la siembra	5.25	a b
T2	N1E2	2	Durante la siembra	5.20	a b
T3	N1E3	2	Después de la siembra	5.20	a b
T1	N1E1	2	Antes de la siembra	5.00	b c
T10	N0E0	0	Testigo	4.75	c



La prueba de Tukey al 5%, para pH del suelo al final del experimento cuadro 22, detecta la presencia de tres rangos, siendo los mejores tratamientos los que ocupan el primer rango, son los tratamientos con 4 y 6 TM/ha de cal, independientemente de la época de aplicación de cal.

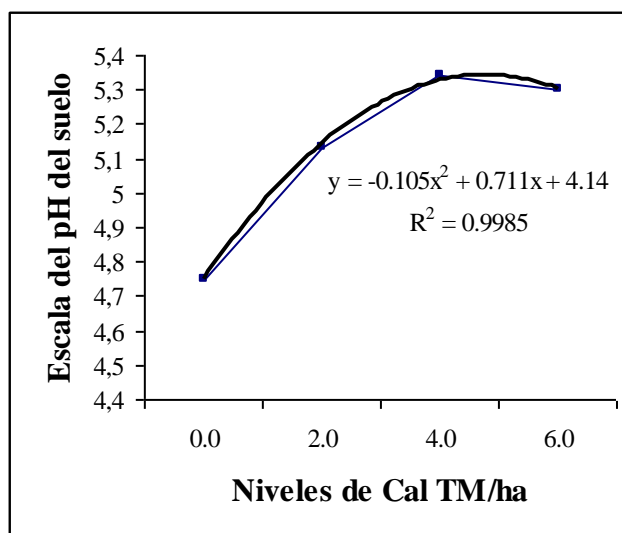
Como se observa en el Cuadro 22, existe diferencias significativas del tratamiento T4 (4 TM/ha de cal antes de la siembra), con un promedio de 5.40, siendo el que obtuvo el mayor valor de pH de suelo, T5 (4 TM/ha de cal durante la siembra), con un promedio de 5.38; el T1 (2 TM/ha de cal antes de la siembra), con un promedio de 5.00 y el testigo T10 (sin cal) con un promedio de 4.75, tuvieron los valores más bajos.

**Cuadro 23.** Promedio de pH del suelo y prueba de tukey al 5% para niveles de cal. Carchi, Julio Andrade, 2007.

<b>Código</b>	<b>Niveles de Cal TM/ha</b>	<b>pH</b>	<b>Rango</b>
N2	4	5.34	a
N3	6	5.30	a
N1	2	5.13	a

En el Cuadro 23, se aprecia diferencias significativas al 1% entre los tres niveles de cal aplicados al cultivo de papa, siendo el de mejor respuesta el N2 (4 TM/ha de cal), con un promedio de 5.34 y el de menor respuesta fue el nivel N1 (2 TM/ha de cal) con un promedio de 5.13; estadísticamente son iguales.

La prueba de Tukey al 5% cuadro 23, detecta un solo rango siendo importantes los tres niveles los ideales para lograr incrementar el pH del suelo.



**Gráfico 3.** Efecto de los niveles de cal sobre el pH del suelo a la cosecha del cultivo de papa. Carchi, Julio Andrade, 2007.

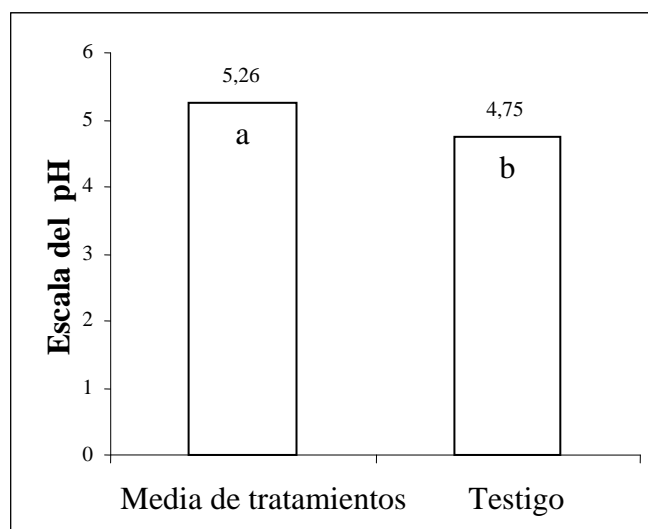
En el Gráfico 3, se observa que el nivel de 4 TM/ha de cal, obtuvo un promedio de 5.34 en la escala del pH del suelo, con 6 TM/ha de cal el promedio fue de 5.3 y el testigo (sin cal) con un promedio de 4.75 en la escala del pH del suelo; lo cual nos demuestra que la aplicación de los diferentes niveles de cal incrementan el pH del suelo, el coeficiente de correlación acusó un valor altamente significativo de  $R^2 = 0,9985$  para los niveles de cal, ajustándose los datos al modelo cuadrático  $y = A + Bx - Cx^2$ .

Según Molina, (1998), el efecto final de las reacciones de la cal reduce la acidez del suelo (incrementa el pH) al convertir el exceso de  $H^+$  en  $H_2O$ . El incremento de pH permite la precipitación del Al que es un compuesto insoluble, eliminando de esta forma el efecto toxico del Al en las plantas.

**Cuadro 24.** Promedio de pH del suelo para épocas de aplicación. Carchi, Julio Andrade, 2007.

Código	Épocas de Aplicación	Promedio
E1	Antes de la siembra	5.23
E2	Durante la siembra	5.30
E3	Después de la siembra	5.24

En el Cuadro 24, se aprecia que los valores de pH para las diferentes épocas de aplicación son muy similares; siendo la E2 (durante la siembra), con un promedio de 5.30 la que obtuvo mayor respuesta y la E1 (antes de la siembra) fue la de menor respuesta con un promedio de 5.23; la diferencia entre la E2 y E1 es de 0.07.



**Gráfico 4.** Promedio de pH del suelo del testigo vs el resto. Carchi, Julio Andrade, 2007.

En el cuadro 21 y en el Gráfico 4, se puede apreciar que existe diferencia significativa al 1% del testigo vs el resto, la media de los tratamientos fue de 5.26

y el testigo de 4.75, lo cual nos indica que la aplicación de cal incrementa el pH del suelo.

El incremento en el pH del suelo mejora las condiciones edáficas para otros cultivos que son susceptibles a la acidez del suelo como son las leguminosas y gramíneas; así como favorece la actividad microbiana del suelo.

Los resultados de rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo de papa, obtenidos con los tratamientos de cal, permiten aceptar la hipótesis nula; es decir estadísticamente todos los tratamientos evaluados son iguales.

#### 4.8. ANALISIS ECONOMICO

**Cuadro 25.** Análisis Económico de los tratamientos de encalado sobre el rendimiento de papa realizado en la Parroquia de Julio Andrade provincia del Carchi, 2007 (CIMMYT, 1988).

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
<b>Rendimiento medio Kg./ha</b>	35480	39520	39650	34660	38010	33400	37750	34600	39400	33270
<b>Rendimiento ajustado kg./ha (10%)</b>	31932	35568	35685	31194	34209	30060	33975	31140	35460	29943
<b>Beneficio Bruto de campo (\$/ha)</b>	5109	5691	57010	4991	5473	4810	5436	4982	5674	4791
<b>Costo de la cal /ha</b>	180	180	180	360	360	360	540	540	540	-
<b>Costo de la incorporación de la cal</b>	24	10	-	24	10	-	24	10	-	-
<b>Costos Mano de Obra (\$/ha)</b>	10	10	10	20	20	20	30	30	30	-
<b>Total Costos que Varían (\$/ha)</b>	214	200	190	404	390	380	594	580	570	-
<b>Beneficios Netos (\$/ha)</b>	4895	5491	5520	4587	5083	4430	4842	4402	5104	4791

**Cuadro 26.** Análisis de dominancia de los tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>Total de costos Varían (\$/ha)</b>	<b>Beneficios Netos (\$/ha)</b>	<b>Dominancia</b>
T10	0	4791	
T3	190	5520	
T2	200	5491	D
T1	214	4895	D
T6	380	4430	D
T5	390	5083	D
T4	404	4587	D
T9	570	5104	D
T8	580	4402	D
T7	594	4842	D

**Cuadro 27.** Tasa de retorno marginal

<b>Tratamientos</b>	<b>Total de Costos que varían (\$/ha)</b>	<b>Beneficios Netos (\$/ha)</b>	<b>Tasa de Retorno Marginal %</b>
T10	0	4791	
T3	190	5520	384

En base al análisis económico, el mejor tratamiento fue el T3 (2 TM/ha) después de la siembra ya que presentó una Tasa de Retorno Marginal (TRM) de 384%, lo que significa que por cada dólar invertido en cal se obtiene 3.84 dólares, lo cual determina una rentabilidad del encalado en el cultivo de papa. La TRM supera la Tasa Mínima de Retorno (TAMIR) que para este tipo de investigaciones en nuestro país se estima en 50%. El T3 (N1E3) presentó el mejor rendimiento de papa 39,65 TM/Ha.