

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**



**“ABSORCIÓN DE MACRO Y MICRONUTRIENTES EN AJÍ
ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) BAJO CONDICIONES
DEL VALLE DE CAÑETE”**

Presentado por:

ROBERTO HUGO TIRADO MALAVER

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Lima - Perú

2014

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico A Dios nuestro Señor todopoderoso, que me dio la vida y la fuerza suficiente para no caer y seguir adelante.

A mi madrecita Elena Malaver. por su gran esfuerzo, ayudas, bendiciones, tu amor y por los buenos consejos que me enseñas cada día y que me hace una mejor persona gracias madre, a mi papa Roberto Tirado Lara, por los buenos conocimientos que adquirí a lo largo de los años y su apoyo incondicional en todos los aspectos.

A mi hermana Jady, por tu confianza y paciencia depositada en mí, por todas tus ayudas, siempre estaré agradecido gracias Jadita. A mi sobrinita Daniela la que cada día con su sonrisa su presencia alentaba mi vida para seguir esta meta realizada.

A mi hermano Ronald y a mi hermana Judit, por sus consejos, orientaciones, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por todas sus preocupaciones y ayudas gracias hermanos. A mi hermano Joubberth gracias.

A mis sobrinos Anderson, Yohan, Yacky, a mi ahijado Franches, Sebastian, Nicoll, Bruno y Kate, a ustedes que siendo tan pequeños me entregan tanta alegría, a ustedes que me dan su amor, su cariño en todo momento.

A mis abuelitos Concepción y Amalia a Salomé y en especial a mi abuelita Grimaneza Lara que en paz descanse desde el cielo sigue bendiciendo a toda tu familia. A mi tía Manuela a mi padrino Edwin (Guchito) y a toda mi familia.

R. Hugo Tirado Malaver.

AGRADECIMIENTO

A mi patrocinador M.S. Andrés Casas por su orientación y apoyo en la ejecución de mi trabajo de investigación.

Al Instituto Regional de Desarrollo de Costa Fondo Don Germán de la UNALM, en especial al director el Ing. Mg. Sc Gilberto Rodríguez Soto y al Ing. Emerson Castro Medina, por su confianza y apoyo en la realización de mi trabajo de investigación.

A los profesores: Ph. D. Salomón Helfgott, Dr. Oscar Loli, Mg.Sc. Gilberto Rodríguez, por su contribución en mi trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de la UNALM: Tulio Olivas que me apoyo en mi trabajo de investigación a Elena Rojas, Ernesto Francisco, Luis Solís, Jorge Chambi, Carolina Valverde, por su amista otorgada.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN

SUMMARY

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos generales del ají escabeche	3
2.1.1 Origen e historia	3
2.1.2 Taxonomía	4
2.1.3 Descripción botánica	4
2.1.3a Tipo de planta	4
2.1.3b Semilla	4
2.1.3c Raíz	4
2.1.3d Tallo	5
2.1.3e Hoja	5
2.1.3f Flores	5
2.1.3g Fruto	5
2.1.4 Fenología del cultivo	6
2.2 Absorción de nutrientes por el cultivo	6
2.2.1 Mecanismos de acumulación y asimilación de los nutrientes en plantas	8
2.2.2 Distribución de los nutrientes hacia los órganos de la planta	9
2.2.3 Absorción foliar	9
2.2.4 Factores que influyen en los procesos de absorción	10

2.3 Los nutrientes minerales esenciales	11
2.3.1 los macronutrientes no minerales	11
a. Carbono, hidrógeno y oxígeno	12
2.3.2 Macronutrientes minerales	12
2.3.2a Nitrógeno	13
2.3.2b Fósforo	15
2.3.2c Potasio	16
2.3.2d Calcio	18
2.3.2e Magnesio	19
2.3.2f Azufre	20
2.3.3 Micronutrientes minerales	21
2.3.3a Boro	21
2.3.3b Cloro	22
2.3.3c Cobre	23
2.3.3d Hierro	24
2.3.3e Manganeseo	25
2.3.3f Molibdeno	26
2.3.3g Zinc	27
2.4 Manejo nutricional del ají escabeche	27
2.4.1 Requerimientos edafológicos del cultivo de ají escabeche	28
2.5 Diagnóstico del estado nutricional de las plantas	29
2.5.1 Análisis de suelo	29
2.5.2 Análisis foliar y nivel crítico de los nutrientes de las plantas	29
2.5.3 Análisis de agua	30
2.6 Efecto de la fertilización en la absorción de nutrientes	30
2.6.1 Importancia del plan de fertilización	33
2.6.2 Efecto de los nutrientes aportados por la fertilización	34
2.7 Balance y deficiencias de nutrientes	34
2.8 Formación y distribución de la materia seca	35
2.9 Curva de absorción de nutrientes en el cultivo de ají escabeche	37

2.9.1 Como elaborar una curva de absorción de nutrientes	38
III. MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1 Ubicación	40
3.2 Característica del suelo	41
3.3 Característica del Agua	42
3.4 Característica del clima	43
3.5 Características del material vegetal	43
3.6 Materiales	44
3.7 Manejo agronómico	44
3.7.1 Preparación de terreno	44
3.7.2 Trasplante	44
3.7.3 Momento y forma de aplicación de los fertilizantes	44
3.7.4 Labores culturales	45
3.8 Factores en estudio	46
3.8.1 Características del campo experimental	46
3.8.2 Tratamientos	47
3.8.3 Diseño experimental	47
3.9 Características evaluadas	48
3.9.1 Rendimiento total de fruto fresco	48
3.9.2 Determinación de la acumulación periódica de materia seca	48
3.9.3 Determinación de la absorción de nutrientes	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	49
4.1 Formación y acumulación de materia seca	49
4.1.1 Materia seca total	49
4.1.2 Acumulación de materia seca en los diferentes órganos de la planta	51
4.2 Absorción de macronutrientes	57
4.2.1 Nitrógeno	57
4.2.1a Acumulación periódica de la absorción de nitrógeno	57
4.2.1b Absorción de nitrógeno en los diferentes órganos del ají escabeche	60

4.2.1c	Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de nitrógeno a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	63
4.2.2	Fósforo	64
4.2.2a	Acumulación periódica de la absorción de fósforo	64
4.2.2b	Absorción de fósforo en los diferentes órganos del ají escabeche	67
4.2.2c	Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de fósforo a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	70
4.2.3	Absorción de Potasio	71
4.2.3a	Acumulación periódica de la absorción de potasio	71
4.2.3b	Absorción de potasio en los diferentes órganos del ají escabeche	74
4.2.3c	Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de potasio a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	77
4.2.4	Calcio	78
4.2.4a	Acumulación periódica de la absorción de calcio	78
4.2.4b	Absorción de calcio en los diferentes órganos del ají escabeche	81
4.2.4c	Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de calcio a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	84
4.2.5	Magnesio	85
4.2.5a	Acumulación periódica de la absorción de magnesio	85
4.2.5b	Absorción de magnesio en los diferentes órganos del ají escabeche	88
4.2.5c	Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de magnesio a los 180 ddt y el rendimiento	

total de fruto fresco	91
4.2.6 Azufre	92
4.2.6a Acumulación periódica de la absorción de azufre	92
4.2.6b Absorción de azufre en los diferentes órganos del ají escabeche	94
4.2.6c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de azufre a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	97
4.2.7 Absorción total de macronutrientes (kg/ha)	98
4.3 Absorción de micronutrientes	99
4.3.1 Boro	99
4.3.1a Acumulación periódica de la absorción de boro	99
4.3.1b Absorción de boro en los diferentes órganos del ají escabeche	102
4.3.1c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de boro a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	104
4.3.2 Cobre	105
4.3.2a Acumulación periódica de la absorción de cobre	105
4.3.2b Absorción de cobre en los diferentes órganos del ají escabeche	108
4.3.2c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de cobre a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	111
4.3.3 Hierro	112
4.3.3a Acumulación periódica de la absorción de hierro	112
4.3.3b Absorción de hierro en los diferentes órganos del ají escabeche	115
4.3.3c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de hierro a los 180 ddt y el rendimiento	

total de fruto fresco	118
4.3.4 Manganeseo	119
4.3.4a Acumulación periódica de la absorción de manganeseo	119
4.3.4b Absorción de manganeseo en los diferentes órganos del ají escabeche	122
4.3.4 Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de manganeseo a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	125
4.3.5 Zinc	126
4.3.5a Acumulación periódica de la absorción de zinc	126
4.3.5b Absorción de zinc en los diferentes órganos del ají escabeche	129
4.3.5c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de manganeseo a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco	132
4.3.6 Absorción total de micronutrientes (Kg/ha)	133
4.4 Rendimiento de fruto fresco	134
V. CONCLUSION	136
VI. RECOMENDACIONES	137
VII. BIBLIOGRAFIA	138
VIII. ANEXOS	153

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 1: Análisis de caracterización del suelo	41
TABLA 2: Análisis de agua	42
TABLA 3: Temperatura máxima, mínima y media mensual de la estación meteorológica del fundo Don Germán (2013-2014).	43
TABLA 4: Programa de fertilización	45
TABLA 5: Fertilización utilizados	45
TABLA 6: Cronología de labores y muestreo de plantas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo	46
TABLA 7: Tratamientos	47
TABLA 8: Acumulación periódica de materia seca total (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	50
TABLA 9: Materia seca (Kg/ha) en los diferentes órganos de ají escabeche en cinco muestreos	52
TABLA 10: Materia seca (Kg/ha) en los diferentes órganos en el T0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	53
TABLA 11: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O).	54
TABLA 12: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T2 (150 N–100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O).	55
TABLA 13: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T3 (200 N–150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	56
TABLA 14: Absorción periódica de nitrógeno (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	58

TABLA 15:	Incremento porcentual de N durante el desarrollo del cultivo	59
TABLA 15:	Absorción de nitrógeno total en diferentes órganos de Ají escabeche	61
TABLA 16:	Absorción de nitrógeno para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	62
TABLA 17:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de N (y).	63
TABLA 18:	Absorción periódica de fósforo (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	65
TABLA 19:	Incremento porcentual de P durante el desarrollo del cultivo	66
TABLA 20:	Absorción de fósforo total en diferentes órganos de ají escabeche	68
TABLA 21:	Absorción de fósforo para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	69
TABLA 22:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de P (y).	70
TABLA 23:	Absorción periódica de potasio (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	72
TABLA 24:	Incremento porcentual de K durante el desarrollo del cultivo	73
TABLA 25:	Absorción de potasio total en diferentes órganos de Ají escabeche	75
TABLA 26:	Absorción de potasio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	76
TABLA 27:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de K (y).	77
TABLA 28:	Absorción periódica de calcio (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	79

TABLA 29:	Incremento porcentual de Ca durante el desarrollo del cultivo	80
TABLA 30:	Absorción de calcio total en diferentes órganos de ají escabeche	82
TABLA 31:	Absorción de calcio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	82
TABLA 32:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Ca (y).	84
TABLA 33:	Absorción periódica de magnesio (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	86
TABLA 34:	Incremento porcentual de Mg durante el desarrollo del cultivo	87
TABLA 35:	Absorción de magnesio total en diferentes órganos de ají escabeche	89
TABLA 36:	Absorción de magnesio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	90
TABLA 37:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Mg (y).	91
TABLA 38:	Absorción periódica de azufre (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	93
TABLA 39:	Incremento porcentual de S durante el desarrollo del cultivo	94
TABLA 40:	Absorción de azufre total en diferentes órganos de ají escabeche	95
TABLA 41:	Absorción de azufre para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	96
TABLA 42:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de S (y).	97
TABLA 43:	Absorción de macronutrientes (Kg/ha) empleando (200-150-250) como nivel de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	98

TABLA 44:	Absorción periódica de boro (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	100
TABLA 45:	Incremento porcentual de B durante el desarrollo del cultivo	101
TABLA 46:	Absorción de boro total en diferentes órganos de ají escabeche	103
TABLA 47:	Absorción de boro para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	103
TABLA 48:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de B (y).	104
TABLA 49:	Absorción periódica de cobre (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	106
TABLA 50:	Incremento porcentual de Cu durante el desarrollo del cultivo	107
TABLA 51:	Absorción de cobre total en diferentes órganos de ají escabeche	109
TABLA 52:	Absorción de cobre para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	110
TABLA 53:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Cu (y).	111
TABLA 54:	Absorción periódica de hierro (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	113
TABLA 55:	Incremento porcentual de Fe durante el desarrollo del cultivo	114
TABLA 56:	Absorción de hierro total en diferentes órganos de ají escabeche	116
TABLA 57:	Absorción de hierro para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	117
TABLA 58:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Fe (y).	118

TABLA 59:	Absorción periódica de manganeso (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	120
TABLA 60:	Incremento porcentual de Mn durante el desarrollo del cultivo	121
TABLA 61:	Absorción de manganeso total en diferentes órganos de ají escabeche	123
TABLA 62:	Absorción de manganeso para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	124
TABLA 63:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Mn (y).	125
TABLA 64:	Absorción periódica de zinc (Kg/ha) en cinco muestreos muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	127
TABLA 65:	Incremento porcentual de Zn durante el desarrollo del cultivo	128
TABLA 66:	Absorción de zinc total en diferentes órganos de ají escabeche	130
TABLA 67:	Absorción de zinc para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	131
TABLA 68:	Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Zn (y).	132
TABLA 70:	Absorción de micronutrientes (Kg/ha) empleando (200–150 –250) como nivel de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	133
TABLA 70:	Rendimiento (t ha-1) en ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i>) empleando cuatro niveles de fertilización	134

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Funciones del Fe en la planta (Álvarez-Fernández, 2000 citado por Martínez, 2012).	24
FIGURA 2. Vista del Fundo Don German (UNALM).	40
FIGURA 3. Acumulación periódica de materia seca total (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche	50
FIGURA 4. Materia seca (Kg/ha) en los diferentes órganos de de ají escabeche en cinco muestreos	52
FIGURA 5. Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos de en el T0 (0 N –0 P2O5-0 K2O Kg/ha)	53
FIGURA 6. Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos de en el T1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	54
FIGURA 7. Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos de en el T2 (150 N–100 P2O5 – 200 K2O)	55
FIGURA 8. Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos de en el T3 (200 N–150 P2O5 – 250 K2O).	56
FIGURA 9. Absorción periódica de nitrógeno (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	59
FIGURA 10. Incremento porcentual en peso del nitrógeno absorbido durante el desarrollo del cultivo	59
FIGURA 11. Absorción de nitrógeno en diferentes órganos de ají escabeche	61
FIGURA 12. Absorción de nitrógeno para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	62
FIGURA 13. Análisis de regresión de rendimiento de	

	fruto fresco sobre la absorción de N	63
FIGURA 14.	Absorción periódica de fósforo (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	65
FIGURA 15.	Incremento porcentual en peso del fósforo durante el desarrollo del cultivo	66
FIGURA 16.	Absorción de fósforo en diferentes órganos de ají escabeche	68
FIGURA 17.	Absorción de fósforo para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	69
FIGURA 18.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco sobre la absorción de P	70
FIGURA 19.	Absorción periódica de potasio (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	72
FIGURA 20.	Incremento porcentual en peso del potasio absorbido durante el desarrollo del cultivo	73
FIGURA 21.	Absorción de potasio en diferentes órganos de ají escabeche	75
FIGURA 22.	Absorción de potasio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche (Kg/ha)	76
FIGURA 23.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco sobre la absorción de K	77
FIGURA 24.	Absorción periódica de calcio (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	79
FIGURA 25.	Incremento porcentual de Ca durante el desarrollo del cultivo	80
FIGURA 26.	Absorción de calcio en diferentes órganos de ají escabeche	82
FIGURA 27.	Absorción de calcio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	83
FIGURA 28.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco sobre la absorción de Ca	84

FIGURA 29.	Absorción periódica de magnesio (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	86
FIGURA 30.	Incremento porcentual en peso del magnesio absorbido durante el desarrollo del cultivo	87
FIGURA 31.	Absorción de magnesio total en diferentes órganos de ají escabeche	89
FIGURA 32.	Absorción de magnesio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	90
FIGURA 33.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco sobre la absorción de Mg	91
FIGURA 34.	Absorción periódica de azufre (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	93
FIGURA 35.	Incremento porcentual en peso del azufre absorbido durante el desarrollo del cultivo	94
FIGURA 36.	Absorción de azufre total en diferentes órganos de ají escabeche	96
FIGURA 37.	Absorción de magnesio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	96
FIGURA 38.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco sobre la absorción de S	97
FIGURA 39.	Absorción de macronutrientes (Kg/ha) empleando (200–150 –250) como nivel de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	99
FIGURA 40.	Absorción periódica de boro (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	101
FIGURA 41.	Incremento porcentual en peso del boro absorbido durante el desarrollo del cultivo	101
FIGURA 42.	Absorción de boro total en diferentes órganos de ají escabeche	103
FIGURA 43.	Absorción de boro para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	104

FIGURA 44.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco sobre la absorción de B	105
FIGURA 45.	Absorción periódica de cobre (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	106
FIGURA 46.	Incremento porcentual en peso del cobre absorbido durante el desarrollo del cultivo	107
FIGURA 47.	Absorción de cobre en diferentes órganos de ají escabeche	109
FIGURA 48.	Absorción de cobre para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	110
FIGURA 49.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco y la absorción de Cu	111
FIGURA 50.	Absorción periódica de hierro (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	113
FIGURA 51.	Incremento porcentual en peso del hierro absorbido durante el desarrollo del cultivo	114
FIGURA 52.	Absorción de hierro en diferentes órganos de ají escabeche	116
FIGURA 53.	Absorción de hierro para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	117
FIGURA 54.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco y la absorción de Fe	118
FIGURA 55.	Absorción periódica de manganeso (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	120
FIGURA 56.	Incremento porcentual en peso del manganeso absorbido durante el desarrollo del cultivo	121
FIGURA 57.	Absorción de manganeso en diferentes órganos de ají escabeche (Kg/ha)	123
FIGURA 58.	Absorción de manganeso para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	124

FIGURA 59.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco y la absorción de Mn	125
FIGURA 60.	Absorción periódica de zinc (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	127
FIGURA 61.	Incremento porcentual en peso del zinc absorbido durante el desarrollo del cultivo	128
FIGURA 62.	Absorción de zinc total en diferentes órganos de ají escabeche	130
FIGURA 63.	Absorción de zinc para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche	131
FIGURA 64.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco y la absorción de Zn	132
FIGURA 65.	Absorción de micronutrientes (Kg/ha) empleando (200–150 –250) como nivel de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014)	133
FIGURA 67.	Rendimientos parciales (t ha-1) en ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i>) empleando cuatro niveles de fertilización	135
FIGURA 67.	Rendimientos total (t ha-1) en ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i>) empleando cuatro niveles de fertilización	135

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1: Análisis de suelo
- ANEXO 2: Análisis de agua
- ANEXO 3. Temperatura máxima, mínima y media mensual de la estación meteorológica del fundo Don Germán (2013-2014)
- ANEXO 4: Croquis del campo experimental
- ANEXO 5: Análisis de variancia de la acumulación materia seca total
- ANEXO 6. Análisis de variancia de la absorción de nitrógeno por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 7. Análisis de variancia de la absorción de fósforo por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 8. Análisis de variancia de la absorción de potasio por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 9. Análisis de variancia de la absorción de calcio por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 10. Análisis de variancia de la absorción de magnesio por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 11. Análisis de variancia de la absorción de azufre por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 12. Análisis de variancia de la absorción de boro por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 13. Análisis de variancia de la absorción de cobre por los niveles de fertilización (Kg/ha).

- ANEXO 14. Análisis de variancia de la absorción de hierro por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 15. Análisis de variancia de la absorción de manganeso por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 16. Análisis de variancia de la absorción de zinc por los niveles de fertilización (Kg/ha).
- ANEXO 17. Análisis de variancia para la altura de planta
- ANEXO 18. Análisis de variancia de la rendimiento total de fruto fresco y el número de coseche por hectárea (t/ha^{-1}) en ají escabeche.
- ANEXO 19: Costos de producción de ají escabeche en trabajo de investigación

“ABSORCIÓN DE MACRO Y MICRONUTRIENTES EN AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE CAÑETE”

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en el Valle de Cañete-Lima entre el 2013-2014 entre los meses de noviembre a mayo. Se determinó el rendimiento, la producción de materia seca (MS) y la absorción de nutrientes durante el ciclo vegetativo del ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*). Se utilizó un DBCA, con cuatro repeticiones evaluándose cuatro niveles de fertilización: (T3: 200 N – 150 P₂O₅ - 250 K₂O), (T2: 150 N- 100 P₂O₅ - 200 K₂O), (T1: 100 N – 50 P₂O₅ – 150 K₂O) y (T0: 0 N - 0P₂O₅ – 0 K₂O). Se realizaron cinco muestreos a un intervalo de 36 días. La mayor producción de materia seca se obtuvo en el T3 (9017,52 kg ha⁻¹). La absorción de los nutrientes en el T3 fue de 201 Kg ha⁻¹ de N; 24,44 Kg ha⁻¹ de P; 331,70 Kg ha⁻¹ de K; 108,66 Kg ha⁻¹ de Ca; 31,03 Kg ha⁻¹ de Mg; 28,72 Kg ha⁻¹ de S; y 1,96 Kg ha⁻¹ de B; 1,72 Kg ha⁻¹ de Cu; 9,93 Kg ha⁻¹ de Fe; 1,39 Kg ha⁻¹ de Mn; y 1,23 Kg ha⁻¹ de Zn. El mayor rendimiento total fue de 59,79 t ha⁻¹ en este mismo tratamiento.

Palabras clave: Absorción, materia seca, niveles de fertilización, ciclo vegetativo.

“ABSORPTION OF MACRO AND MICRONUTRIENTS IN ESCABECHE PEPPER (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) UNDER CAÑETE VALLEY CONDITIONS”

ABSTRACT

A trial was conducted in the Cañete Valley-Lima, between of november-may 2013-2014. Dry matter production (DM) and mineral absorption during the life cycle of escabeche pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) were determined. A RCBD with four replications was used. Treatments evaluated were four fertilization levels: (T3: 200 N - 150 P₂O₅ - 250 K₂O), (T2: 150 N-100 P₂O₅ - 200 K₂O), (T1: 100 N – 50 P₂O₅ – 150 K₂O) and (T0: 0 N – 0 P₂O₅ – 0 K₂O). Five plant samples were taken every 36 days. Higher DM production was obtained with T3 (9017,52 kg ha⁻¹). Nutrient extraction in T3 was 201 Kg ha⁻¹ of N; 24,44 Kg ha⁻¹ of P; 331,70 Kg ha⁻¹ of K; 108,66 Kg ha⁻¹ of Ca; 31,03 Kg ha⁻¹ of Mg; 28,72 Kg ha⁻¹ of S; y 1,96 Kg ha⁻¹ of B; 1,72 Kg ha⁻¹ of Cu; 9,93 Kg ha⁻¹ of Fe; 1,39 Kg ha⁻¹ of Mn; and 1,23 Kg ha⁻¹ of Zn. The highest total yield was 59.79 t ha⁻¹, in the same treatment.

Keywords: Absorption, dry matter, levels of fertilization, growing season.

I. INTRODUCCIÓN

El ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) es originario de América del Sur. Es una hortaliza de gran importancia nacional al ser materia prima para la preparación de diversas cremas y de otros platos típicos del Perú. Es producida en el país en un área aproximada de 3 306 ha, siendo las principales zonas productoras de este cultivo las localidades de Ica, La Libertad, Tacna, Loreto, Lima; Barranca, Cañete y Huaral (MINAG, 2010).

El ají escabeche como la mayoría de los cultivos hortícolas necesitan de una adecuada nutrición vegetal, tanto mineral como hídrica. Una nutrición inadecuada o desproporcionada influye desfavorablemente sobre los rendimientos y/o sobre la calidad de la cosecha. Por ello, es necesario adoptar medidas adecuadas de manejo de los nutrientes para asegurar un rendimiento sostenible y la fertilidad del suelo (Liang et al., 2011).

Cuando la planta está en pleno crecimiento, es necesario tener en cuenta la forma de aplicación de los nutrientes, el tiempo y el momento de aplicación, con el fin de prevenir las deficiencias nutricionales. Además, una aplicación excesiva de fertilizantes podría resultar tóxica para las plantas y una contaminación ambiental (Zhang et al., 2012). Asimismo, la aplicación de los fertilizantes va depender de la absorción de los nutrientes y de la acumulación y distribución de la materia seca a lo largo de su ciclo de desarrollo de la planta; los cuales son esenciales para la formación de un alto rendimiento de biomasa (Riaño et al., 2004; Epstein y Bloom, 2005). En este sentido al realizar la práctica de fertilización, la cual está dominada por la necesidad de proporcionar al cultivo con N, P y K, que promueven el desarrollo y aumentan la absorción de los nutrientes requeridos por la planta. Asimismo, este uso de fertilizantes los convierte en un vehículo conveniente para suministrar micronutrientes a los cultivos (Kuangfei et al., 1999 citados por Moreno et al., 2003).

Dordas (2009) indica que la fertilización aumenta la concentración de N, P y K en el tejido de la planta y afecta la acumulación de la materia seca. Para mejorar la eficiencia en la utilización de fertilizantes, se combina la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos (Xu et al., 2010).

De otro lado, es necesario cuantificar la cantidad de nutrientes que las especies absorben en sus diferentes etapas de desarrollo, mediante la técnica de curvas de absorción. Una curva de absorción describe el consumo de nutrientes de la planta a través del tiempo, lo cual permite identificar cuáles de ellos demanda el cultivo, en qué momento o estado fisiológico de la planta éstos son absorbidos y en qué cantidad (Rincón et al., 2001 citados por Alpízar et al., 2006). A partir de dicha información es posible realizar una aplicación de fertilizantes más precisa, acorde a las necesidades de la planta en sus diferentes estados fisiológicos, lo que permite una mejora en la planificación y la programación del manejo de nutrientes en la producción de cultivos lo que garantiza un adecuado número de frutos, lo que es importante para lograr un alto rendimiento y de una buena calidad del fruto (Ciampitti et al., 2010).

Debido a que los agricultores de ají escabeche no tienen el conocimiento de la absorción de nutrientes, realizan la práctica de fertilización sin considerar el balance de nutrientes. Además, no es común para ellos realizar análisis de suelo, agua y foliar, es por ello que emplean como fórmula común y repetitiva los planes de fertilización en base a otros cultivos o de otros productores de ají. Se ve entonces la necesidad de evaluar alternativas para que el cultivo resulte más económico a los agricultores.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la absorción de macro y micronutrientes en ají escabeche bajo las condiciones del valle de Cañete, para lo cual se plantearon como objetivos específicos: (a) Determinar la acumulación y distribución de la materia seca en la planta a lo largo de la fenología del cultivo y (b) Determinar la absorción de macro y micronutrientes a lo largo de la fenología del cultivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL AJÍ ESCABECHE

2.1.1 ORIGEN E HISTORIA

El cultivo de ají escabeche se encuentra dentro de la familia solanáceae y pertenece al género *Capsicum*. En la búsqueda del centro de origen de los *Capsicum* se realizaron trabajos arqueológicos en distintas regiones de América, en las grandes civilizaciones como la Azteca, Maya e Inca. Pickersgill (1969) reporta que en excavaciones en Perú, se encontró la presencia de semillas de alrededor de 2800 a 1800 A.C. y que eran utilizadas por el hombre de esa época para su alimentación, medicina y ritos religiosos.

De acuerdo con Zhukovsky (1971), citado por Mendoza (2006), que el centro de origen se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales de Centro América y la región Andina Central, que corresponde a países como Bolivia y Perú.

El género *Capsicum* contiene cerca de 30 especies de las cuales se han domesticado cinco especies en Centroamérica y Sudamérica: *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens* y *C. baccatum* (IBPGR, 1983).

Mendoza (2006) sostiene que en el Perú existe una gran biodiversidad de especies que no han sido estudiadas ni documentadas. Sin embargo, en el Perú se encuentra tres variedades tradicionales con una gran importancia local siendo estas el *C. chinenses* ó “Ají Panca”, *C. pubescens* ó “Rocoto” y el *C. baccatum* ó “Ají escabeche”. A pesar de su gran importancia nacional, hay una escasa investigación en ellas.

2.1.2 TAXONOMÍA

INIA (2005), reporta que el ají escabeche se encuentra dentro de la familia de las solanáceae, género *Capsicum* y especie *baccatum*.

2.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.1.3a Tipo de planta

Son plantas arbustivas, anuales o perennes en condiciones ecológicas diferentes a las del lugar de origen pudiendo llegar hasta los dos metros de altura. Bosland (1996) sostiene que los científicos definen las especies de *Capsicum* desde dos puntos de vista, biológico y morfológico, donde el taxónomo define morfológicamente una especie de acuerdo a los rasgos y estructuras florales. En cuanto a la flor, *C. baccatum* con sus dos variedades *C. baccatum* var. *bacatum* y *C. baccatum* var. *pendulum* pertenecen al grupo de flores blancas con formas similares en forma y tamaño del fruto (Eshbaugh, 1977). El ají es una planta monoica en la cual ambos sexos se encuentran en una misma planta, incluyendo también que es autógama y con un cierto grado de polinización cruzada (Orellana, 2000).

2.1.3b Semilla

A medida que avanza el proceso de fructificación aparecen las semillas sobre una placenta cónica de disposición central hasta la madurez del fruto donde la semilla se torna de color amarillo o blanco cremoso, siendo de forma aplanada, lisa, ligeramente reniforme y redondeada, con un diámetro de 2.5 a 3.5 mm (Nuez et al., 1996).

2.1.3c Raíz

El ají tiene un sistema radicular muy ramificado y profundo, con una raíz pivotante y raíces adventicias que pueden cubrir un diámetro de 0.5 m. a 1 m. pero a su vez dependen de la clase textural del suelo y de la variedad de ají escabeche (Nuez et al., 1996).

2.1.3d Tallo

El tallo tiene forma prismática angular, glabro, erecto, con una altura que puede variar de 0.5 a 1.5 m. de acuerdo a la variedad, al manejo utilizado y a las condiciones ambientales donde se desarrolle. Posee ramas dicotómicas o seudo dicotómicas (Nuez et al., 1996).

2.1.3e Hoja

Las hojas son glabras (sin pelos), simples, alternas, ovalado en el limbo y lanceoladas en los bordes con un ápice pronunciado, de color verde claro u oscuro de acuerdo a la edad y tienen un pecíolo largo o comprimidos (Nuez et al., 1996).

2.1.3f Flores

Son flores de color blanco cremoso con manchas amarillentas (Eshbaugh, 1977). Son flores solitarias, los pedicelos son erectos o declinados, en el cáliz tiene constricción anular las venas son prolongadas en dientes prominentes (IBPGR, 1983).

2.1.3g Fruto

El fruto es una baya, de superficie lisa y brillante, de color verde al inicio de la fructificación hasta la madurez donde se torna de color anaranjado. Tiene una forma alargada cónica o redonda, de tamaño variado, tienen un pedúnculo unido al tejido desarrollado del receptáculo floral (León, 2000). En la parte interna posee dos a cuatro tabiques y presenta una placenta donde se concentra en mayor cantidad el alcaloide capsaicina (8-metil-N-6-enamida) que es responsable del sabor picante siendo producido por las glándulas que se encuentran ubicadas en el punto de unión de la placenta y la pared de la vaina (APEGA, 2009). Sin embargo, la parte carnosa del fruto es la que contiene la mayoría de los minerales, vitaminas (A, B, C, E), capsaicina (en menor concentración), tianina, niacina, riboflavina y betacaroteno (Iza y Quispe, 2010, citado por Llenque, 2013) y es la que se utiliza como materia prima para la preparación de la crema huancaína y de otros platos típicos del Perú.

2.1.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO

Según la Escala de Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas que detalla la descripción de los estadios de desarrollo de las solanáceae en la que se encuentra las fases fenológicas del ají las cuales son: la germinación y emergencia, desarrollo de las hojas (tallo principal), formación de brotes laterales, aparición del órgano floral, floración, formación del fruto, maduración del fruto, y por último la senescencia (Feller et al., 1995).

La duración de las etapas fenológicas del cultivo de ají escabeche está influenciada principalmente por la temperatura. La primera fase fenológica tiene una duración de siete días. Sigue por el crecimiento de la plántula, donde se desarrolla las hojas verdaderas y el sistema radicular, luego se reduce el crecimiento del sistema radicular y aumenta rápidamente el crecimiento del follaje. La diferenciación floral ocurre a los 65 a 75 días después de la emergencia. Para luego seguir con la floración, y a partir de esta fase los ciclos de producción de frutos se traslapan con la fase de crecimiento vegetativo (Nicho, 2004; Jaramillo, 2005; Zarate, 2012).

2.2 ABSORCIÓN DE NUTRIENTES POR EL CULTIVO

La absorción es la capacidad que tiene la planta de ají escabeche en absorber los nutrientes minerales con la finalidad de formar los tejidos, órganos y compuestos orgánicos, durante todo el ciclo vegetativo de la planta. La absorción de los nutrientes depende de la dinámica en el crecimiento de la planta, la acumulación y de la distribución de la materia seca. Por este motivo, se debe realizar la determinación de la materia seca, con el fin de contribuir al conocimiento del crecimiento de la planta y la absorción total de nutrientes requeridos por ella a lo largo de su ciclo de desarrollo (Riaño et al., 2004 Epstein y Bloom, 2005). La absorción de nutrientes del cultivo de ají está condicionada por factores ambientales (temperatura, fotoperíodo, humedad), edáficos (contenido de agua, pH y CE, interacciones entre elementos), culturales (densidad de plantación, desinfección de suelos, armado de camellones, acolchado plástico) y genéticos (May y Pritts, 1990 citado por Agüero, 2002).

Todos los elementos nutritivos son absorbidos por la planta en forma iónica: el nitrógeno es absorbido bajo la forma de NO^{3-} o NH^{4+} , el fósforo, azufre, el cloro, el boro y el molibdeno son absorbidos respectivamente como fosfatos, sulfatos, cloruros, boratos y molibdatos. Los otros iones son absorbidos bajo la forma de cationes: el potasio como K^+ , el calcio como Ca^{+2} (por procesos pasivos) y el magnesio como Mg^{+2} , hierro como Fe^{2+} , manganeso como Mn^{2+} , zinc como Zn^{2+} y cobre como Cu^{2+} (Piaggese, 2004). Estos nutrientes están disueltos en la solución del suelo en concentraciones variables y cada suelo tiene una composición típica (Hochmuth et al., 2010 citado por Agüero, 2002). La cantidad de nutriente absorbido por el cultivo varía con la biomasa, su partición a los diferentes órganos de la planta y la concentración de nutrientes de esos órganos (Tagliavini et al., 2005 citado por Agüero, 2002). La partición de la biomasa, y el contenido de nutrientes en los tejidos varían con el genotipo o la variedad del cultivo y el manejo nutricional

El crecimiento de las plantas, la producción de los frutos, el rendimiento y la calidad, atributos que se espera obtener, están influenciados por los niveles de nutrientes disponibles (Marschner, 1995). La fertilización de las plantas está dominada por la necesidad de proporcionar a los cultivos con N, P y K, que promueven el desarrollo de la planta y aumentan la absorción de los nutrientes requeridos por la planta (Ruiz y Romero, 1998; Kuangfei et al., 1999 citados por Moreno et al., 2003). Además, el uso generalizado de fertilizantes con macronutrientes usados para aumentar los rendimientos de los cultivos, los convierte en un vehículo conveniente para suministrar a los cultivos con micronutrientes. Los micronutrientes se añaden comúnmente a las soluciones de fertilizantes con macronutrientes durante el proceso de fabricación. Asimismo, los micronutrientes se presentan como impurezas en los fertilizantes químicos, que paralelamente pueden hacer una contribución significativa a la oferta de micronutrientes a los cultivos (Rengel et al., 1999 citado por Moreno et al., 2003).

Los estudios realizados por Bertsch y Ramírez (1997) citados por Vega et al. (2000), sostienen que la absorción de nutrientes está relacionada con la acumulación de materia seca, a mayor acumulación de ésta, se incrementa la absorción de elementos nutritivos, muestran que la mayor acumulación de materia seca en sandía corresponde al follaje y solo un 37% es lo que llega a convertirse en fruto, lo que se refleja posteriormente en los valores de absorción de los

diferentes nutrientes. Para determinar la cantidad de nutrientes absorbidos por la planta, ésta se obtiene de la relación entre peso seco de los tejidos y la concentración de nutrientes en estos tejidos (Bertsch, 2005). De esta forma se podrá desarrollar curvas de absorción, que es la manera apropiada para afinar los programas de fertilización (Bertsch, 2003 citado por Azofeifa y Moreira, 2008). De tal forma, para conservar los niveles de fertilidad de los suelos, los nutrientes removidos por la cosecha de los cultivos deberían ser reemplazados anualmente o al menos dentro del ciclo de rotación de cultivos. A través de estudios de absorción y extracción de nutrientes se pueden obtener valores más precisos de requerimientos nutricionales por los cultivos, lo que permite una mejora en la planificación y la programación del manejo de nutrientes en la producción de cultivos (Ciampitti et al., 2010).

2.2.1 MECANISMOS DE ACUMULACIÓN Y ASIMILACIÓN DE LOS NUTRIENTES EN PLANTAS

Para que ocurra una buena absorción de nutrientes, además de los mecanismos fisiológicos de la membrana que interviene en la introducción de los mismos desde el suelo a la raíz, son importantes otros procesos relacionados con la forma en que estos se acercan de los diferentes puntos del suelo a la raíz. Existen tres procesos que son responsables para que el nutriente pase a ser disponible por la planta, es decir que permitan que los nutrientes minerales lleguen a la superficie de las raíces de las plantas, estos procesos son: Flujo de masas, difusión e interceptación radical (Rodríguez, 1989; Skogley, 1994; Vázquez et al., 1995 citados por Guevara, 2000; López, 2009).

La entrada de los nutrientes por la pared celular de la raíz, se da por el apoplasto y el simplasto, los cuales son espacios importantes para la absorción y transporte de nutrientes. Los nutrientes entran luego de penetrar la capa exterior de la epidermis. Para su entrada posterior en el simplasto, las condiciones químicas en el apoplasto (tales como el pH) son de importancia decisiva y podrían ser manipuladas por aditivos adecuados para ser utilizados en las aplicaciones con fertilizantes (Melgar, 2005). Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células que constituyen el simplasto son similares a los que participan en la absorción por las hojas. Sin embargo, a

diferencia de lo que ocurre con la absorción foliar, es que esta es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura. La luz la afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y energía disponible en la hoja, que es obviamente afectada por la luz en los procesos de fotosíntesis y respiración (Melgar, 2005).

2.2.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS NUTRIENTES HACIA LOS ÓRGANOS DE LA PLANTA

El movimiento y translocación de los nutrientes después de la fertilización depende del movimiento del nutriente en el floema y xilema. Los nutrientes móviles en el floema, tales como el N, P, K y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acrópeta (xilema) y basípeta (por el floema), y un alto porcentaje del nutriente absorbido puede transportarse fuera de la hoja hacia otras partes de la planta que tengan una alta demanda (Melgar, 2005). Al contrario ocurre con nutrientes de movimiento limitado en el floema, tales como el Cu, Fe y Mn que se distribuyen principalmente en forma acrópeta en la hoja sin una translocación considerable fuera de la hoja. En el caso del Boro, la movilidad dentro de la planta depende mucho del genotipo de la planta. De ahí que este factor tenga importantes consecuencias de eficiencia en la fertilización foliar con este nutriente (Melgar, 2005).

2.2.3 ABSORCIÓN FOLIAR

La hoja es el órgano principal de absorción foliar de nutrientes, de ahí la importancia de conocer su estructura. La hoja presenta una cutícula (membrana lipoidal) que es un obstáculo para la absorción que a diferencia de la absorción por la raíz esta no presenta. Debajo de la cutícula se encuentra las células de la epidermis, cubiertas por una delgada capa de pectina. La absorción de nutrientes a través de la hoja es un proceso de múltiples pasos, e involucra la absorción superficial, penetración pasiva a través de la cutícula, y absorción activa por las células de las hojas debajo de la cutícula (Carpio, 2011).

Ramírez (2010), indica que la fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo,

o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo. Esta técnica, ha tomado actualmente mayor relevancia, por las altas exigencias tecnológicas de los cultivos, lo cual implica un óptimo manejo y control de la variable nutricional. La eficiencia de la fertilización foliar es superior a la de la fertilización al suelo y permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes que las plantas necesitan para lograr un óptimo rendimiento. Sin embargo, la aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los nutrientes secundarios (calcio, magnesio y azufre) y los micronutrientes (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro y molibdeno), mientras que suplementa los requerimientos de N-P-K requeridos en los períodos de estado de crecimiento críticos del cultivo.

2.2.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS PROCESOS DE ABSORCIÓN

La absorción de nutrientes depende de factores internos, como el potencial genético de la planta, el cual es ideal para determinar la curva de absorción para cada cultivar y la edad de la planta o el estado de desarrollo de la misma, el cual refleja los cambios nutricionales dependientes de la fenología de la planta. Así también, de factores externos que son los relacionados con el ambiente en que se desarrolle el cultivo, tales como la temperatura, humedad, suelo, luz, etc. De acuerdo con lo mencionado se concluye que cada curva de absorción es específica para cada variedad y depende de las condiciones en las que se esté desarrollando (Sancho, 1999; Bertsch, 2003). Para Valle (2010) son diversos los factores que influyen en la absorción de nutrientes por el cultivo, entre los que cabe señalar: material vegetal, condiciones ambientales, calidad del agua de riego y técnicas de cultivo.

Se considera que la densidad de transportadores en la membrana de las células epidérmicas y corticales de las raíces va a depender de los factores como la temperatura y la luz. Se sabe que los transportadores de alta afinidad son muy sensibles a inhibidores metabólicos (Siddiqi y Glass, 1990 citados por Vega et al., 1998). Asimismo, Gouldin (1987) citado por Guevara (2000) señala que el tipo y tamaño de minerales primarios y secundarios presentes en el suelo son los factores que principalmente controlan el proceso de fijación y liberación de nutrientes, indicando que otros factores como: la lixiviación, cantidad y tipo de arcilla, el pH del suelo y

encalado, la estructura del suelo, contenido de agua, temperatura del suelo, fertilización, ciclos de humedecimiento y secado, congelamiento y deshielo, la acción de las raíces de las plantas, influyen también en estos procesos (INPOFOS, 1999).

2.3 LOS NUTRIENTES MINERALES ESENCIALES

De acuerdo con Tislade y Nelson (1991) los nutrientes minerales que la planta requiere para la producción de órganos y tejidos, son necesarios para la activación enzimática y procesos bioquímicos, entre otros. Asimismo, para ser considerado esencial en el crecimiento de las plantas, un elemento debe cumplir los tres criterios de esencialidad de Arnoun y Stout, 1939 citado por Mengel y Kirkby, 2002, los cuales sostienen que estos elementos son esenciales porque: 1) las plantas no pueden completar su ciclo de vida sin ellos, 2) los síntomas de deficiencia aparecen cuando el elemento no está presente y desaparecen con la aplicación del mismo y 3) cada elemento tiene por lo menos un rol metabólico en la planta.

Los elementos esenciales pueden ser agrupados en tres categorías, macronutrientes no minerales (carbono, hidrogeno y oxígeno) que provienen del agua y el aire, macronutrientes minerales y micronutrientes. Los macronutrientes son aquellos elementos que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes (1% a 6% del peso seco; 1% = 1 g/100 g de peso seco). Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades (1 a 200 ppm; 1ppm =1 mg / kg de peso seco) son igualmente importantes que los macronutrientes (Sierra et al., 2007).

2.3.1 LOS MACRONUTRIENTES NO MINERALES

Los carbohidratos constituyen la estructura básica o esqueleto de las plantas y son la fuente de energía metabólica, dentro de ellos se incluyen a numerosos ácidos orgánicos, azúcares simples y complejos, polímeros de azúcares como almidón, celulosa y hemicelulosa. Del peso total de la planta, 45% corresponde al carbono, 6% al hidrógeno y 43% al oxígeno. Por ello, más de 90% del peso seco de un cultivo se deriva del aire y del agua (Resh, 1992 citado por Valle, 2010).

2.3.1.1 CARBONO, HIDRÓGENO Y OXÍGENO

El carbono es absorbido en la forma de CO_2 de la atmósfera y posiblemente en la forma de HCO_3^- de la solución del suelo. La incorporación de carbono está acompañada por la asimilación simultánea de oxígeno, porque no sólo carbono sino CO_2 y HCO_3^- son metabolizados (Mengel y Kirbky, 2002).

El oxígeno forma parte de la mayoría de los compuestos orgánicos, solamente unos pocos “como el caroteno” no lo contienen. También permite el intercambio de aniones entre las raíces y el medio exterior. Es receptor terminal del H^+ en la respiración aerobia (Resh, 1992 citado por Valle, 2010). El hidrogeno se absorbe en la forma de agua de la solución del suelo o en condiciones de humedad de la atmósfera. En el curso de la fotosíntesis el H_2O se reduce y el hidrogeno es transferido a través de una serie de pasos hasta reducir a la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP^+) a NADPH (Valle, 2010). Asimismo, el hidrógeno juega un papel central en el metabolismo de la planta, es muy importante en el intercambio de cationes en las relaciones planta-suelo y en los balances iónicos (Fageria et al., 1997 citado por Valle, 2010).

2.3.2 MACRONUTRIENTES MINERALES

De acuerdo con Mengel y Kirbky (2002) los macronutrientes minerales representan un 5 a 7 % de la materia seca de la planta. Su importancia es vital para las plantas aunque se requieran en grandes y pequeñas cantidades. Se encuentran divididos en 2 grupos según la disponibilidad en el suelo, y la demanda de la planta. El primer grupo le corresponde a los macronutrientes principales (N, P, K). Les sigue un segundo grupo, los macronutrientes secundarios (Ca^{2+} , Mg^{2+} y S).

El N, P y K son tres de los nutrientes más importantes que se necesitan para el crecimiento y desarrollo de la planta. En un estudio realizado por Dordas (2009) concluyo que el efecto del N, el K y el nivel de P se determinaron con la concentración y absorción de N, P y K, en el transporte, translocación y acumulación de materia seca. El Ca^{2+} , Mg^{2+} y S son denominados nutrimentos secundarios debido a que las plantas los requieren en cantidades intermedias.

Estos elementos son tan esenciales en la nutrición de las plantas como lo son los macro y micronutrientes. El Ca y Mg constituyen la mayor parte de los cationes intercambiables en la fracción coloidal del suelo, y tienen un comportamiento similar al K. La fertilidad de los suelos está definida en gran medida por las cantidades presentes de estos cationes en los suelos. La disponibilidad de Ca, Mg y K para las plantas, no solo depende de su contenido en el complejo de cambio y en la solución, sino también de la competencia que se puede presentar entre estos elementos; comportamiento que varía de acuerdo a la selectividad catiónica de los suelos (Sadeghian, 2012).

2.3.2a Nitrógeno

El nitrógeno es absorbido bajo la forma de NO_3^- o NH_4^+ , el nitrógeno (N) es el nutriente que se requiere con mayor frecuencia y en cantidades más grandes que otros nutrientes para la producción de ají escabeche. Es un elemento esencial para el desarrollo del follaje y de la fotosíntesis (Wullschleger y Oosterhuis, 1990 citados por Dong et al., 2010).

Sin embargo, la nutrición con N, es uno de las limitantes en la producción de ají escabeche. En los últimos años, los fertilizantes nitrogenados aumentaron los costos de producción y generó un mayor enfoque en las emisiones de gases de efecto invernadero, esta situación ha provocado una mayor atención al uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados (Dong et al., 2010). En otros países también se sugiere que el fertilizante nitrogenado se puede utilizar a una tasa moderadamente baja y de manera más eficiente de lo que se han utilizado tradicionalmente, aunque, las dosis óptimos de N, se ven afectados por una serie de factores como el potencial de rendimiento, la fertilidad del suelo y el manejo del campo (Boquet, 2005; Hou et al., 2007; Kumbhar et al., 2008 citados por Dong et al., 2010). Las estrategias para la aplicación de fertilizantes nitrogenados deben ser mejoradas, el cual significa afinar el equilibrio entre oferta y demanda de los cultivos y el suelo por mejorar los patrones de aplicación de fertilizantes nitrogenados (Cassman et al., 1998). El N afecta el crecimiento y desarrollo morfológico de las plantas, la expresión génica y el metabolismo primario y secundario, así como numerosos procesos fisiológicos tales como la fotosíntesis, respiración de las raíces (Matsumoto y Tamura, 1981; Gifford et al., 2008). Según Cabello et al. (2011) la información relativa a la absorción y translocación por las plantas de fertilizantes nitrogenados

aplicados en diferentes momentos y la contribución del N a la planta en crecimiento y fructificación es vital para aumentar los rendimientos de los cultivos a través del uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados.

Los estudios del uso del isótopo N15 se utilizan para cuantificar el porcentaje de absorción de N por la planta, que proviene de los fertilizantes aplicados y del mineral N del suelo (López-Bellido et al., 2006; Janat, 2007; Kotur et al, 2007; citado por Cabello et al., 2011). Asimismo, la técnica isotópica N 15 es el único medio directo de la medición de la absorción de nutrientes del fertilizante aplicado y puede dar resultados diferentes a los obtenidos por los métodos clásicos indirectos (OIEA, 2001 citado por Cabello et al., 2011). También, el isótopo N15 puede proporcionar información acerca de cuánto tiempo el fertilizante N permanece en el suelo N.

Sin embargo, el exceso de fertilizantes nitrogenados, conduce a la contaminación del medio ambiente natural debido a la lixiviación del nitrato (NO_3^-) por las aguas de precipitación a través del perfil del suelo, contaminando las aguas subterráneas (Kellman and Hillaire-Marcel, 2003). El NO_3^- lixiviado en el agua subterránea, es un riesgo potencial para la salud humana (Mkandawire, 2008; Liang et al, 2011). Las pérdidas de NO_3^- también se producen como resultado de la volatilización de N a la atmósfera como el óxido nitroso (Læg Reid et al., 1999 citado por Smolén and Sady, 2009).

La absorción de NO_3^- lleva consigo un consumo de energía, que se satisface a través del transporte de asimilados desde los órganos aéreos hasta la raíz. La disponibilidad de carbohidratos en la raíz depende del balance de los mismos en la planta y se relaciona con variables ambientales, especialmente con la radiación (Roca, 2009). Por ejemplo, la absorción foliar de NH_4^+ aumenta la absorción de fósforo, mientras que la absorción foliar de NO_3^- mejora la absorción de potasio (Peuke et al., 1998 citado por Uscola et al., 2014). El amonio NH_4^+ en el suelo puede resultar en una mejor utilización de los fertilizantes nitrogenados para las plantas y una disminución en el nivel de acumulación de nitrato en la parte cosechada como también reduciendo el riesgo de contaminación ambiental (Smolén and Sady, 2009). Sin embargo, esta relación no siempre se refleja en la práctica debido a las condiciones variables

de suelo, el clima y la capacidad de la diversidad de especies y cultivares, por acumulación de nitratos. Además, el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados puede causar disminución de la producción de los cereales (Wang et al., 2009).

2.3.2b Fósforo

El fósforo (P) es absorbido como ión $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, es un importante macronutriente de las plantas, está involucrado en el control de las reacciones enzimáticas y es clave en la regulación de las vías metabólicas. Asimismo, es un constituyente de nucleótidos, fosfolípidos y compuestos de fosfato de alta energía utilizados para transferir energía (Pallardy, 2008). El P se produce en formas orgánicas e inorgánicas en las plantas y es probablemente transportada en ambas formas (Bustan et al., 2013).

En muchos sistemas agrícolas en las que la aplicación de P al suelo es necesario para garantizar la productividad de la planta, la recuperación de P aplicado para el cultivo en una temporada de crecimiento es muy baja, porque en el suelo más de 80% del P se vuelve inmóvil y el resto disponible para las plantas, debido a la adsorción, precipitación, o la conversión a la forma orgánica (Holford, 1997). La aplicación de los fertilizantes fosfatados debe hacerse a la siembra o antes de la siembra de tal manera que el P esté disponible para el cultivo desde la implantación. La reducida movilidad del ión ortofosfato y la retención (fijación, adsorción e inmovilización) del fertilizante fosfatado en el suelo requieren de la aplicación localizada del mismo, especialmente en suelos de bajo contenido de P disponible y en siembras tempranas (García, 2005). La respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en suelo, pero también es afectada por factores del suelo, del cultivo y de manejo del fertilizante. Entre los factores del suelo, se destacan la textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH; mientras que entre los del cultivo deben mencionarse los requerimientos y el nivel de rendimiento. El diagnóstico de la fertilidad fosfatada se basa en el análisis de muestras de suelo del horizonte superficial utilizando un extractante adaptado a los suelos del área en evaluación (García, 2005).

Entre las fuentes de P, los fosfatos diamónico y monoamónico tienen la ventaja sobre el superfosfato triple de presentar N-amonio en su composición, lo que mejoraría el efecto de

arranque del fertilizante a partir de los efectos benéficos de la interacción amonifosfato. Sin embargo, estas diferencias entre fuentes fosfatadas no suelen observarse a campo cuando se igualan las dosis de N aplicadas (Ventimiglia et al., 2001 citado por García, 2005). Graciano et al. (2006) ha demostrado que la fertilización con P incrementó el crecimiento de *Eucalyptus grandis*, más que la fertilización con N, incluso en suelos que son relativamente pobres en N y en donde N es limitante. Este efecto implicó cambios en la partición de materia seca, ya que las plantas fertilizadas con P asignan más C para el crecimiento alargado de las raíces. Estas respuestas a la fertilización con P llevaron a determinar si la adición de P en este tipo de suelos puede mejorar indirectamente la absorción de otros nutrientes, por ejemplo, N. De acuerdo con Vogeler et al. (2009) menciona que los estudios han indicado que el 50-80% del P aplicado como fertilizante es adsorbido por el suelo, pero hasta el momento, se desconocen las cantidades de P necesarias para alcanzar y mantener un estado de P adecuada en el suelo

Una deficiencia de P en el suelo es uno de los factores más importantes que limitan el desarrollo y rendimiento de soja (Wissuwa, 2003). Para mantener la producción de cultivos, se aplican cada vez más fertilizantes fosfatados comerciales, generando enormes costos, el consumo de recursos de mineral de fosfato limitada y destruyendo el equilibrio ecológico y que resulta en un severo daño ambiental (Quan and Yan 2002; Zhang et al., 2005). Entre otras deficiencias de P se puede aparecer un color rojizo purpura en las hojas de variedades que tienden a producir el pigmento antocianina (Rodríguez, 1999). Se estima que la producción de germoplasma con eficiente absorción, transporte y utilización de P se convierte en un tema de enfoque global (Zhang et al. 2005).

2.3.2c Potasio

El potasio (K) es uno de los principales nutrientes esenciales para las plantas, y es un factor clave en el control de la productividad de los cultivos y la calidad del rendimiento. Es el catión más abundante en los cultivos, aunque no forma parte de ningún compuesto orgánico, el K ha sido implicado en más de 60 reacciones enzimáticas, donde participa en muchos procesos fisiológicos esenciales tales como: la síntesis de proteínas, almidón, celulosa, y vitaminas, así también, en la absorción y en el transporte de nutrientes, la translocación de carbohidratos, confiere resistencia al estrés abiótico y biótico, en la mejora de la calidad de los cultivos, en

los procesos de osmorregulación, expansión celular, la regulación estomática, en la activación de enzimas (Marschner, 1995; Blatt, 2000; Epstein and Bloom, 2005; Pettigrew, 2008; Cochrane y Cochrane, 2009).

El K removido por los cultivos va de acuerdo a su rendimiento en la cual extraerá mayor o menor cantidad de K del suelo. Si el rendimiento que se espera es mayor, el cultivo va demandar mayor cantidad de K, este aumento de la demanda se debe a la mayor cantidad de materia seca formada y no a un aumento de la concentración del elemento en el cultivo (INPOFOS, 1997). Los asimilados, producidos por la fotosíntesis en los órganos “fuente” (principalmente las hojas), pueden ser almacenados o distribuidos vía floema entre los diferentes órganos “sitios de utilización o de almacenamiento” de una planta (Taiz y Zeiger, 2002). Según Usherwood (1985) el K ha sido descrito como el "elemento de calidad" para la producción de cultivos. Aumenta la síntesis de proteínas, almidón y sólidos solubles contenidos en las plantas, y mejora el color y el sabor, así como factores de considerable relevancia para la calidad del rendimiento. Además, reduce la incidencia de plagas y enfermedades, mejora el almacenamiento y la calidad del envío y extiende la vida útil (Mengel y Kirkby, 2002). El K aumenta las tasas de fotosíntesis de las hojas, como también la tasa de asimilación de CO₂ y facilita el movimiento de carbono (Sangakkara et al., 2000 citado por Sawan et al., 2003). El papel fisiológico de K durante los períodos de formación y maduración de fruta se expresa principalmente en el metabolismo de carbohidratos y translocación de metabolitos a partir de hojas y otros órganos vegetativos a los órganos en desarrollo (Sawan et al., 2003). La aplicación óptima de K puede contribuir a un alto rendimiento sostenible y de alta eficiencia de nutrientes (Qiu et al., 2014). Por otro lado, el fertilizante de K podría persistir en el suelo durante años después de la aplicación (Tenkorang and Lowenberg-De Boer, 2009 citado por Zhang et al., 2011).

La deficiencia de K aparece como una clorosis en los bordes y puntas de las hojas, con necrosis posterior. Al avanzar los síntomas la hoja se cae. Produce enanismo y gran defoliación de las hojas basales. La deficiencia de K causa también la formación de tejidos débiles, entrenudos más cortos, plantas más susceptibles a enfermedades, menor peso y tamaño de granos y frutos, disminución en el contenido de azúcares, etc. (Molina y Meléndez,

2003). A nivel foliar se observa un incremento de la concentración de magnesio y afecta los rendimientos de las plantas (Albregts et al., 1991).

2.3.2d Calcio

El calcio (Ca) es un elemento esencial para el crecimiento de las raíces. Las raíces de las plantas toman el calcio desde la solución del suelo en forma iónica Ca^{2+} (Marschner, 1995; Mengel y Kirkby, 2002). El Ca es requerido para mantener la integridad de la membrana y se encuentra en las paredes celulares en forma de pectato de Ca. El Ca ayuda a mantener la integridad de la célula y la permeabilidad de la membrana celular, favorece el crecimiento y la germinación del polen, y activa gran cantidad de enzimas que intervienen en la mitosis, división y elongación celular (Mengel y Kirkby, 2002; Molina y Meléndez, 2003).

El Ca juega un papel esencial en los procesos que preservan la integridad estructural y funcional de las membranas vegetales, estabilizan las estructuras de la pared celular, regulan el transporte de iones, así también, regulan las actividades enzimáticas. También tiene un papel crucial como segundo mensajero en la transducción de señales (Marschner, 1995; Sun et al., 2010). Los mecanismos de Ca mejoran los daños por salinidad a nivel celular, los cuales no se comprenden totalmente. Sin embargo, los estudios están comenzando a desentrañar algunos de estos mecanismos (Bertorello and Zhu, 2009; Sun et al., 2010). El Ca estabiliza las membranas celulares mediante la reducción de fosfato y grupos carboxilato de fosfolípidos y proteínas, preferiblemente en las superficies de membrana (Shoreshet al., 2011). Casero (1995) indica que la absorción del Ca puede ser competitivamente disminuida por la presencia de otros cationes como amonio, potasio, magnesio, sodio, aluminio y los propios protones, que bien son absorbidos con mayor rapidez por la planta, u ocupan un sitio en los puntos de intercambio de la superficie radicular.

Una deficiencia de Ca disminuye el crecimiento de la planta, así también provoca la muerte inmediata de los meristemos apicales de la planta, suele estar acompañada de una quemadura apical de los frutos. Su incidencia tiene un componente varietal y suele aparecer sobre todo, por desequilibrios hídricos como inadecuadas frecuencias de riego y/o problemas de salinidad en el suelo. Asimismo, hay un bajo crecimiento radicular a la vez afecta la producción de

flores y aumenta la susceptibilidad de la planta a plagas y enfermedades. Además, una deficiencia de Ca, puede provocar una translocación de este elemento de la fruta al follaje, lo que afecta el tamaño y la calidad del mismo (Mengel y Kirkby, 2002; Molina y Meléndez, 2003).

2.3.2e Magnesio

El magnesio es absorbido por las plantas como ión Mg^{2+} (Marschner, 1995; Mengel y Kirkby, 2002). El Mg^{2+} en el suelo puede estar básicamente en tres formas: i) como constituyente de minerales, ii) como catión intercambiable en el complejo de cambio y iii) en la solución del suelo; lo anterior sin tener en cuenta que pequeñas cantidades de Mg se encuentran presentes en la fracción orgánica (Barber, 1995). En algunos suelos el Mg también está presente como magnesita ($MgCO_3$) y dolomita ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$). Adicionalmente, la descomposición de la materia orgánica puede contribuir a la incorporación de este nutriente al suelo (Navarro, 2003).

El Mg es componente de la clorofila (centro de la molécula), el pigmento verde de las hojas que se encarga de capturar la energía suplida por el sol, para que las plantas verdes puedan llevar a cabo la fotosíntesis (Molina y Meléndez, 2003); pese a ello, la fracción del Mg total asociada a la clorofila es relativamente pequeña, pues sólo representa entre el 15 y 20% (Mengel y Kirkby, 2002). Además, sirve como cofactor en muchos procesos enzimáticos y de fosforilación. Estabiliza las partículas de ribosomas en la configuración para la síntesis de proteínas (Molina y Meléndez, 2003). Entre otras funciones se puede mencionar: regulación del pH celular, el balance de catión–anión, y transferencia de energía; la cual se debe a la capacidad de interactuar fuertemente ligando nucleofílicos (por ejemplo los grupos fosforil), a través de enlaces iónicos, y actuar como un elemento que establece puentes y/o formas complejas de diferentes niveles de estabilidad (Marschner, 1995).

La deficiencia se presenta con síntomas en las hojas maduras, que eventualmente podría causar defoliación; las cuales comienzan con una decoloración amarillenta internerval que se mueve desde el centro de la lámina hacia los bordes y desde las hojas inferiores a las superiores (Mengel y Kirkby, 2002; Molina y Meléndez, 2003; Navarro, 2003). Suele estar

inducida generalmente por acumulaciones de K en el suelo. Se debe tener mucho cuidado al diagnosticar esta deficiencia, pues es posible confundirla con una carencia de K.

2.3.2f Azufre

El azufre (S) es considerado un elemento esencial para la nutrición de las plantas (Epstein y Bloom, 2005). El S disponible por las plantas es el sulfato SO_4^{2-} , participa en el fortalecimiento de la estructura vegetal y favorece la resistencia al frío y al ataque de plagas y enfermedades (Beaton et al., 1968 citado por González et al., 2005). Forma parte estructural de las proteínas y constituye los aminoácidos cistina, cisteína y metionina (Rodríguez, 1999). Los valores del contenido de azufre total varían en cada cultivo y etapa de crecimiento. Además forma parte de algunas vitaminas como la tiamina y biotina, vitamina B1, glutatión y la coenzima A y de varias enzimas (Rodríguez, 1999). Así también de la formación de ferredoxina y de proteínas que contienen hierro, que actúan como transportadores de electrones en el proceso fotosintético, y que tienen que ver con la fijación simbiótica del nitrógeno (Salisbury y Ross, 1994; Mengel y Kirkby, 2002).

En el suelo existen básicamente dos formas de este elemento; la orgánica, asociada a la materia orgánica (MO) y la inorgánica, dentro de la cual se incluye la forma disponible o aprovechable por las plantas llamada sulfato, SO_4^{2-} . Por lo tanto la MO constituye una importante reserva natural de S en el suelo, esta transformación es realizada por los microorganismos, los cuales requieren para su actividad temperaturas, condiciones de buena aireación y humedad (González, et al., 2005). En general, las deficiencias de S se observan en situaciones de bajo contenido original de MO, y en situaciones en las que los niveles de MO disminuyeron a través de los años debido al laboreo continuo de los suelos (García, 2005).

La deficiencia del azufre es muy similar a la deficiencia de N, lo cual hace difícil su identificación; un factor que la diferencia es que los síntomas se van a presentar en hojas más nuevas (Rodríguez, 1999). La deficiencia de S causa plantas pequeñas y débiles con tallos cortos y delgados. La tasa de crecimiento se reduce y la maduración se retarda, especialmente en cereales. Las hojas jóvenes se tornan de color verde claro o amarillento, con nervaduras aún más claras.

2.3.3 MICRONUTRIENTES MINERALES

Ferraris (2011) sostiene que el término “micronutriente” es utilizado en agricultura para denominar aquellos elementos esenciales para los cultivos, que se presentan en concentraciones extremadamente bajas en los suelos y tejidos vegetales. Hasta el momento se ha demostrado la esencialidad de siete elementos en todas las especies vegetales: boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn).

Los micronutrientes se añaden comúnmente a los fertilizantes N-P-K durante el proceso de fabricación como impurezas provocando una contribución significativa a la oferta de micronutrientes a los cultivos (Rengel et al., 1999 citado por Moreno et al., 2003). Los micronutrientes varían mucho en su distribución dentro de las plantas y su capacidad para ser removilizado a partir de los órganos de las fuentes y sumideros (Grusak et al., 1999 citado por Moreno et al., 2003). El porcentaje de materia orgánica es el factor determinante en la presencia y distribución de los micronutrientes estudiados en el suelo, siendo el horizonte superficial el de mayor acumulación (Roca et al., 2007). Mientras el boro, el molibdeno y el cloro son absorbidos por las plantas de forma aniónica, los restantes (hierro, cobre, zinc y manganeso) lo son en forma catiónica (Marschner, 1995; Mengel y Kirkby, 2002).

2.3.3a Boro

El boro (B) es un micronutriente esencial y es absorbido por las plantas principalmente bajo la forma de ácido bórico H_3BO_3 no disociado. Aunque parece que en alguna extensión se absorbe de forma activa, como anión borato $B(OH)_4^-$, el proceso de absorción es inicialmente pasivo (por difusión en el espacio libre), después de una absorción activa en el espacio interno (Alarcón, 2001; Piaggese, 2004). La MO del suelo es el reservorio más importante de B en los suelos (Ferraris, 2011).

El B es relativamente poco móvil en el interior de las plantas y los contenidos son superiores en las partes basales respecto a las partes más altas (Alarcón, 2001). Asimismo, Gorbea (2010) citado por Acosta (2013) indica que el B desempeña un importante papel en la regulación de la permeabilidad de la membrana, síntesis de la pared celular, respiración, hormona del

metabolismo y regulación estomática en la planta, en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos en las plantas. También regula el transporte de azúcar, metabolismo de los carbohidratos y proteínas en las plantas, las que necesitan un suministro continuo de este elemento en todos los puntos de crecimiento, siendo un factor importante en la germinación del tubo polínico y por lo tanto, en el proceso de fertilización de flores lo que garantiza un adecuado número de frutos, lo que es importante para lograr un alto rendimiento de ají escabeche y un buena calidad del fruto

La deficiencia se presenta cuando el pH del suelo aumenta haciendo que la asimilabilidad del B disminuya, también se provoca una acumulación de compuestos fenólicos en las vacuolas y genera un descenso de actividad de enzimas oxidantes. Disminuye el contenido de azúcares en los frutos (Alarcón, 2001). La deficiencia de B en la planta se manifiesta principalmente con hojas cloróticas o bien rojizas y/o manchas de color amarillo intervenal, engrosadas, enrolladas, marchitas, con una inflorescencia compacta e irregular con flores estériles, con polinización insuficiente, engrosamiento del cuello de la raíz y reducción de su elongación, menor ramificación y desaparición de yemas terminales, fisuras longitudinales del tallo en estado de crecimiento activo, los que a menudo se encuentran huecos presentando un color marrón necrótico y vainas más bien vacías, restringiendo también el crecimiento del tubo polínico (Gorbea, 2010 citado por Acosta, 2013).

2.3.3b Cloro

El cloro (Cl⁻) es un nutriente vital, está involucrado en las reacciones energéticas de la planta, específicamente en la descomposición química del agua en presencia de la luz solar, y en la activación de varios sistemas enzimáticos (Baudillo, 1969 citado por Viana, 2007). El Cl juega un rol esencial en la regulación estomatal. La apertura y cierre de los estomas es mediada por los flujos de potasio y aniones acompañantes como el malato y el cloruro (Marschner, 1995). Se ha demostrado que el cloro reduce el efecto de las enfermedades radiculares causadas por hongos, se especula que el cloro compite con la absorción de nitrato, esto promueve el uso de amonio por las plantas (Brazanti, 1989 citado por Viana, 2007).

La deficiencia de Cl⁻ en las plantas se muestra en la disminución del peso seco y el tamaño foliar son drásticamente reducidos y se presenta clorosis intervenal en láminas foliares maduras, el contenido crítico de deficiencia en las hojas es de cerca de 2 mg Cl g⁻¹ peso seco en algunas plantas (Marschner, 1995).

2.3.3c Cobre

El cobre es absorbido como ión bivalente (Cu²⁺) o como complejo orgánico (Cu-EDTA, por ejemplo), por vía radical o foliar. No es muy móvil, aunque puede desplazarse en cierta proporción de las hojas viejas a las jóvenes (Piaggese, 2004). Este traslado depende del estado en que se encuentra, y del grado de deficiencia que la planta presente. En los casos agudos queda prácticamente inmóvil (Barcos, 2009). Es un microelemento que participa en muchas enzimas con diversas propiedades (tiroxinasas, lacasas, ascorbioxidasas, mono y diaminoxidasas) son activadas por este elemento químico de la fertilidad, participa en el metabolismo de las proteínas y de los carbohidratos y la síntesis de lignina, un compuesto que causa endurecimiento de los tejidos, además su presencia en la planta puede disminuir el ataque a enfermedades y plagas (Piaggese, 2004; Yáñez, 2002 citado por Barcos, 2009).

De acuerdo con Rodríguez (1999) el Cu en la planta forma parte de varias enzimas y es activador de otras reacciones, es componente de la plastocianina. Es promotor de la vitamina A y está involucrado en la biosíntesis de la lignina. Además, es un componente del sistema de transporte de electrones en la fotosíntesis. Este elemento ayuda a lignificar los tejidos infectados por hongos, también promueve la función de fenoles que son sustancias con propiedades antifúngicas (Ríos y Corella, 1999 citado por Barcos, 2009). El exceso de cobre puede provocar principalmente deformaciones de la raíz. Una amplia fertilización con fosfato disminuye grandemente el contenido de cobre, los cuales tienden a formar con el cobre compuestos insolubles; una reacción similar ocurre con el hierro y zinc (Navarro, 2003). El ión cobre en cualquiera de sus formas, mono o divalente, actúa en el control de plagas y enfermedades, de ahí la eficacia que muestran los fungicidas cúpricos.

La deficiencia de cobre se caracteriza por detención del crecimiento, el tallo se dobla por una lignificación deficiente, que resulta de un nivel insuficiente de cobre para el funcionamiento

de la enzima ligninaoxidasas, necesaria para la síntesis de lignina (Hernandez, 2002 citado por Barcos, 2009).

2.3.3d Hierro

La absorción de este elemento por la planta, solubilizando el Fe mediante la acidificación de la rizosfera, reduciendo el ion Fe^{3+} (férrico) a Fe^{2+} (ferroso) absorbible por la planta, y activando los transportadores de hierro de la membrana plasmática de la raíz (Piaggese, 2004; Martínez, 2012). El hierro (Fe^{2+}) en la planta es transformado en ión férrico (Fe^{3+}) y transferido en forma quelatada con ácido cítrico a las hojas donde es almacenado como ferritina (ferroproteína), ya que su facilidad para cambiar de estado de oxidación hace que esté implicado en un gran número de procesos bioquímicos y que sea cofactor de numerosos complejos enzimáticos (Figura 1).

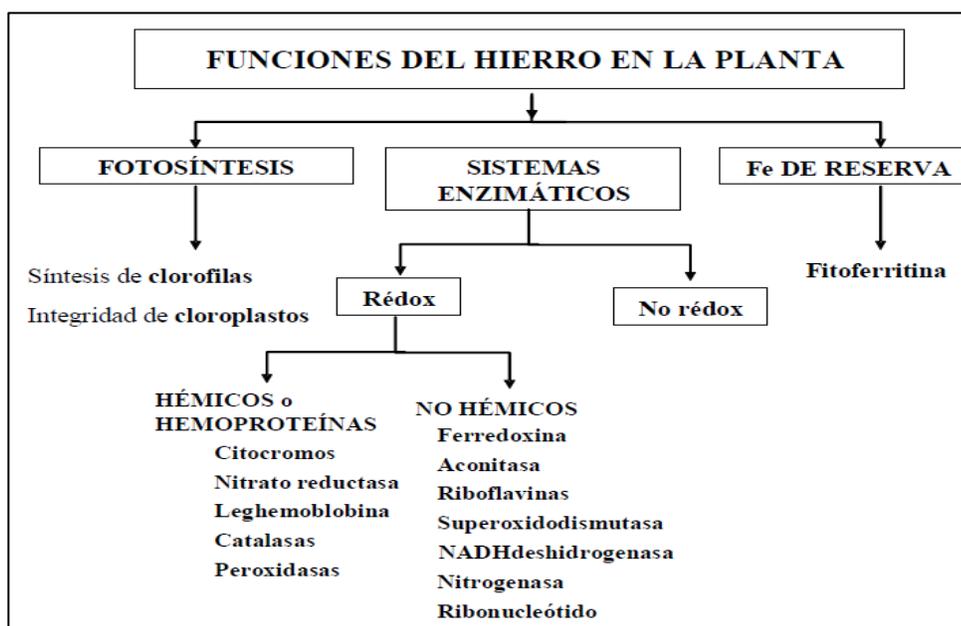


Figura 1: Funciones del Fe en la planta (Álvarez-Fernández, 2000 citado por Martínez, 2012).

De acuerdo con Marschner (1995) el Fe juega un papel muy importante en la fotosíntesis, ya que participa en varios de los pasos de la ruta biosintética de la clorofila, y regula la actividad del sistema enzimático para la formación de la protoclorofila y de otros pigmentos

fotosintéticos. De esta manera, Martínez (2012) indica que la deficiencia de Fe provoca una reducción de los productos de los tetrapirroles involucrados en la síntesis de pigmentos fotosintéticos, sobre todo de clorofilas y, por eso, los pigmentos amarillos (xantofilas y carotenos) predominan en las plantas deficientes en Fe, y son los responsables del amarillamiento foliar. La clorosis férrica es uno de los estreses abióticos más importantes para las plantas, y como tal, resulta un problema agrícola muy extendido especialmente para aquellos cultivos que se desarrollan en terrenos calizos, calcáreos, dolomíticos y sobre todo si existen deficiencias de potasio, además se puede ver en suelos ácidos ricos en fósforo, donde el hierro se precipita en forma de fosfato (Piaggese, 2004). Los síntomas de la deficiencia se manifiestan por lo general en hojas jóvenes en forma de una clorosis intervenal muy pronunciada, así también defoliaciones apicales, escaso desarrollo de las yemas, bajo porcentaje de floración y formación de frutos pequeños y pálidos. Por ello, la técnica comúnmente utilizada para combatir la clorosis férrica, es la corrección y/o prevención de esta deficiencia mediante la aplicación al suelo de quelatos férricos (Martínez, 2012).

2.3.3e Manganese

Este micronutriente es absorbido preferentemente por la planta como ión manganeso (Mn^{2+}) (Piaggese, 2004). En estado oxidativo forma complejos estables con moléculas biológicas. En las plantas, el Mn^{2+} es con creces la forma dominante, pero puede ser rápidamente oxidado a Mn^{3+} y Mn^{4+} . Asimismo, Rengel (2000) indica que las formas oxidadas Mn^{3+} y Mn^{4+} no pueden ser absorbidas por las raíces. Por lo tanto se ha sugerido que la enzima quelato férrico reductasa de la membrana plasmática puede reducir el Mn^{3+} a Mn^{2+} bajo condiciones de deficiencia de Fe (Pittman, 2005).

El Mn como el Fe cataliza la formación de la clorofila y las reacciones de óxido-reducción en los tejidos (metabolismo de las auxinas). En las plantas es un elemento poco móvil y en el suelo se encuentran en compuestos análogos a aquellos del hierro y que depende de su contenido en el suelo y factores que regulan su disponibilidad (pH, potencial redox) puede alcanzar niveles tóxicos o deficiencias en las plantas especialmente en suelos ácidos y en suelos alcalinos (Berríos et al., 2007; Rengel, 2000). La disponibilidad de Mn incrementa cuando el pH del suelo disminuye, y en valores cercanos a 5.5 hay toxicidad por Mn y

superiores a 6.5 es probable que existan deficiencias (Ducic y Polle, 2005). El Mn es importante en la planta debido a que es cofactor, activando alrededor de 35 enzimas diferentes. La mayoría de estas enzimas catalizan reacciones de oxido-reducción, descarboxilación, e hidrolíticas. Rodríguez (1999) sostiene que es activador de las reductasas e interviene en el ciclo de Krebs (respiración en la mitocondria) y ciclo de Calvin (fotosíntesis en el cloroplasto). Además fomenta resistencia contra plagas y enfermedades. Un exceso de Mn genera una producción de especies reactivas de oxígeno, lo que resulta en estrés oxidativo, también se presenta una clorosis y necrosis intervenal en la hoja (Marschner, 1995; Rengel, 2000). Su deficiencia se manifiesta tanto en hojas jóvenes como en aquellas adultas, en forma de clorosis intervenal y una sucesiva formación de manchas necróticas, al principio pequeño y después confluyente (Piaggese, 2004).

2.3.3f Molibdeno

La absorción de Molibdeno (Mo) por las plantas se da en forma de ión molibdato (MoO_4^{2-}) (Mengel y Kirby, 2002; Piaggese, 2004). El rol del Mo en los procesos biológicos de la planta se basa en la participación de cuatro molibdoenzimas involucradas en las rutas metabólicas de la asimilación de Nitrógeno y Carbono, y en la utilización de carbohidratos. Estas molibdoenzimas contienen el cofactor de molibdeno (Mo-co) involucrado en el centro catalizador, en la organización estructural de la enzima (Mendel and Schwarz, 1999 citados por Vistoso, 2005).

Pero la función más importante de Mo en las plantas está asociada con el metabolismo del N. Su rol involucra la activación de las enzimas (nitrogenasa y nitrito reductasa). El proceso supone la transferencia de seis electrones para reducir N_2 hasta 2NH_3 y no se ha aislado ningún intermediario de la reacción (Taiz y Zeiger, 2002). En plantas deficientes en molibdeno, son comunes los síntomas de deficiencia de N, cuando hay deficiencia severa también se presenta clorosis y necrosis marginal en hojas maduras con un alto contenido de nitrato. Las plantas deficientes tienen un crecimiento restringido, volviéndose sus hojas pálidas y eventualmente marchitas (Marschner, 1995; Mengel y Kirby, 2002).

2.3.3g ZINC

El Zinc (Zn) es un microelemento esencial para el crecimiento y el desarrollo del cultivo. La planta lo absorbe como el ión Zn^{+2} (Piaggese, 2004). También es muy fácilmente absorbido por la epidermis foliar y por las ramas. Se requiere, para la actividad de muchas enzimas, y es importante para la estabilidad de las membranas biológicas y para la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas y lípidos, que mejoran la calidad de los órganos comestibles (Dang et al., 2010). En las plantas, el Zn se destaca por su función como activador enzimático, principalmente, por su capacidad de formar uniones entre las enzimas y el sustrato y por ser parte estructural de numerosas enzimas. Rodríguez (1999) indica que está implicado en la síntesis del triptófano, precursor clave de las auxinas (hormona de crecimiento vegetal). Es un antagonista biológica del Fe. El Cu y el Mg a menudo hacen sinergias con el zinc. Las grandes aplicaciones de fertilizantes de fósforo a suelos de baja disponibilidad de zinc pueden inducir la deficiencia de Zn “deficiencia de Zn inducida por P”. El alto suministro de P está frecuentemente asociado con una reducción en el crecimiento radical y un menor grado de infección radical con micorrizas (Marschner, 1995). La disponibilidad del zinc disminuye notablemente en los suelos alcalinos, produciendo frecuentemente deficiencias de este elemento a pesar que existe una discreta cantidad en el suelo.

La deficiencia se presenta en las nervaduras de las hojas donde obtienen una decoloración herrumbrosa debajo de las puntas de las hojas, afectando tanto la zona venal como intervenal, hojas pequeñas, entrenudos cortos. Una deficiencia no muy severa puede provocar baja respuesta a la aplicación nitrogenada y al riego (Rodríguez, 1999).

2.4 MANEJO NUTRICIONAL DEL AJÍ ESCABECHE

Las plantas de ají escabeche necesitan oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2), agua, nutrientes, luz y tiempo para crecer. Por lo tanto, es importante considerar factores como el manejo de nutrientes y los requerimientos nutricionales. Sierra et al. (2007) menciona que el manejo de nutrientes es la implementación de prácticas que permitan obtener un rendimiento óptimo de cultivo y al mismo tiempo minimizar el impacto ambiental (aire y agua). El propósito del manejo de nutrientes incluye la disminución del transporte de nutrientes hacia

las fuentes de agua; planificando y supliendo la cantidad necesaria de nutrientes para obtener un óptimo rendimiento y calidad en las plantas; y promoviendo prácticas de manejo que mantengan las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo.

El buen manejo nutricional del ají escabeche puede perfeccionar el comportamiento de las plantas (rendimiento y calidad) y así generar un máximo ingreso económico para el productor. Según, Tjalling (2006) como resultado de la remoción general de nutrientes minerales del lugar de producción, vía cosecha, lixiviación y escurrimiento con el agua, generalmente se requiere reabastecer de nutrientes. Así, el manejo del estado nutricional generalmente trae consigo el suministro de nutrientes minerales en proporciones correctas y en momentos oportunos. Asimismo, Dordas (2009) indica que la fertilización aumenta la concentración de N, P y K en el tejido de la planta y afecta la acumulación de la materia seca.

2.4.1 REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL CULTIVO DE AJÍ ESCABECHE

Las características físicas que afectan al desarrollo radical del ají escabeche son la textura, la profundidad y las condiciones de aireación. El ají escabeche prefiere los suelos de texturas francas, que suministran una aireación y permeabilidad adecuada para el crecimiento radical. Los suelos de texturas más arenosas no retienen el agua suficiente para el cultivo en riego por gravedad, aunque pueden ser excelentes para el ají escabeche en riego por goteo, especialmente si se fertilizan de acuerdo a su escasa capacidad de retención de nutrientes. Debido al sistema radical superficial del ají escabeche, los suelos de 0.5 metros o más de profundidad útil resultan muy convenientes para su cultivo.

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto. Se distinguen los siguientes requerimientos en cuanto a temperatura, humedad, luminosidad y suelo. Con respecto a las características químicas del suelo para una óptima producción del ají escabeche, hay que tener en cuenta el pH, cuyos valores recomendables se ubican entre 5,5 (moderadamente ácidos) y 7.5 (moderadamente básicos), la salinidad con un óptimo de conductividad eléctrica menor a 2 dS/m, y por último bajas concentraciones de sodio, boro y cloruros (Nicho, 2004).

2.5 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LAS PLANTAS

Para determinar los desórdenes nutricionales de las plantas, se realizan diferentes técnicas de diagnóstico, los cuales se encargan de proporcionar información acerca de la deficiencia, toxicidad de la concentración y cantidad de nutrientes en la planta. Por otro lado para determinar si se requiere la fertilización, las propiedades químicas del suelo pueden ser analizados (Mc Laughlin, 1996 citado por Graciano et al., 2006). Por lo tanto, el análisis de suelos, junto con la información del análisis foliar, conforman una metodología complementaria de diagnóstico del estado nutricional de los ajíes. Ninguno de ellos sustituye al otro, por el contrario, su uso de manera independiente es muy recomendado para orientar los programas de fertilización. De todos los órganos vegetativos de la planta, las hojas han mostrado ser las que dan una información más precisa de la absorción de los nutrientes (Valle, 2010).

2.5.1 ANÁLISIS DE SUELO

El análisis de suelo es un método químico para estimar la capacidad del suelo de aportar nutrientes. El análisis mide únicamente la cantidad de nutrientes que potencialmente estarán disponibles para la planta, y representa únicamente un diagnóstico del suelo. Este análisis no mide la cantidad exacta de nutrientes que serán utilizados por la planta. Para ese propósito se han elaborado recomendaciones basadas entre la disponibilidad de nutrientes y la respuesta de los cultivos a la fertilización; la aplicación de fertilizantes debe hacerse únicamente cuando la recomendación del análisis de suelo indique que el elemento no se encuentra en cantidades suficientes en el suelo (Sierra et al., 2007).

2.5.2 ANÁLISIS FOLIAR Y NIVEL CRÍTICO DE LOS NUTRIENTES DE LAS PLANTAS

El análisis foliar consiste en determinar el contenido elemental de nutrientes en la hoja y refleja el estado nutricional de la planta. Existe una relación estrecha y directa entre el suplemento de nutrientes (suelo y/o fertilizantes) y el rendimiento, entre suplemento y la concentración de elementos en las hojas y entre la concentración en las hojas y el rendimiento.

El diagnóstico de las necesidades nutricionales de las plantas mediante el análisis foliar se basa en el principio de que cada uno de los órganos de la planta requieren de una determinada concentración de cada uno de los nutrientes esenciales para mantener un adecuado crecimiento y producir buenos rendimientos. Si el contenido de uno o varios nutrientes se encuentra por debajo de cierto nivel crítico, la planta puede experimentar una reducción en el crecimiento y producción. El análisis foliar permite identificar deficiencias nutricionales, evaluar el estado nutricional de la planta y establecer recomendaciones de fertilización. El primer paso del diagnóstico foliar de las hortalizas es el muestreo, que debe ser representativo del área que se desea estudiar. Se deben seguir ciertas normas básicas de muestreo para asegurar que los datos de análisis generados por el laboratorio sean confiables (García, 2011).

2.5.3 ANÁLISIS DE AGUA

El análisis químico del agua se utiliza básicamente con dos propósitos: el primero, es determinar la calidad de ésta para el riego y la tolerancia de los cultivos, y la segunda, es establecer la calidad para fertirrigación. Para evaluar su aptitud para fines de riego, se debe en primer lugar hacer un muestreo representativo y luego en el laboratorio determinar los siguientes parámetros: cantidad de sales totales disueltas; niveles de calcio, magnesio, sodio, potasio, pH, nitratos, carbonatos, bicarbonatos, cloruro, boro, y Razón de Sodio Adsorbido (RAS) (INPOFOS, 1999).

2.6 EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Uno de los factores fundamentales que permite obtener altos rendimientos y por consiguiente, rentabilidad de los productos agrícolas es la fertilización, la cual debe ser ajustada y recomendada a cada especie con base en sus respectivas curvas de absorción de nutrientes (Pineda et al., 2008). La fertilización de las plantas, está dominada por la necesidad de proveer a los cultivos con N, P y K, para que promuevan el desarrollo de las plantas, y aumentar la absorción de nutrientes requeridos por las plantas (Ruiz y Romero, 1998; Kuangfei et al, 1999 citados por Moreno et al., 2003). El aporte de elementos químicos a la planta mediante la fertilización para suministrar los nutrientes que no se hallan presentes en suficientes cantidades en el suelo (Tislade y Nelson, 1991). La fertilización del cultivo debe sincronizarse

para ser aplicada cuando la planta lo necesite, por esto son importantes las curvas de absorción de nutrientes (Bertsch, 2003). Los fertilizantes químicos usados en la agricultura convencional han aumentado el rendimiento de los cultivos por que satisfacen los requerimientos nutricionales de las plantas a corto plazo, sin embargo, los agricultores no prestan atención a la fertilidad del suelo a largo plazo e ignoran los procesos que la mantienen (Gliessman, 2002 citado por González, 2011).

La cantidad y el tiempo de aplicación del fertilizante debe ser optimizado de acuerdo a los requerimientos de los cultivos en las diferentes etapas fenológicas y de conformidad con las buenas prácticas agrícolas (Cabello et al., 2011). La aplicación de fertilizantes debe hacerse únicamente cuando la recomendación del análisis de suelo indique que el elemento no se encuentra en cantidades suficientes en el suelo (Sierra et al., 2007).

Los capsicum, requieren de una aplicación adecuada de fertilizantes para expresar un óptimo rendimiento y calidad, y dentro de éstos, la fertilización con N, P, K, Ca, Mg son los factores de crecimiento más importantes en la expresión del rendimiento y la calidad en la producción hortícola (Medina, 2010; Reta et al., 2007; Willcutts et al., 1998, citados por Salazar y López, 2012). Su ajuste es importante ya que bajas dosis pueden limitar el rendimiento y altas dosis aumentan los costos de producción, resultan tóxicas para la planta reduciendo su productividad e incluso pueden contaminar el ambiente (Agüero, 2002). El conocimiento de los nutrientes absorbidos por las plantas es una de ellas; el análisis de tejidos y de suelos, no solo nos ayudan a corregir deficiencias posibles de encontrarse durante la campaña, sino también para calcular en forma eficiente el uso de los fertilizantes y enmiendas, es decir permiten conocer las cantidades de nutrientes a aplicarse y el momento más apropiado para hacerlo (Palacios, 1995). En lo que respecta la aplicación, (Agüero, 2002) señala que la época de aplicación del fertilizante y la elección de la forma de abonado, vendrán determinados por el sistema de cultivo y por la necesidad de evitar pérdidas de nutrientes para así maximizar la absorción de éstos por el cultivo. INPOFOS (1997) señala que la fertilidad es vital para que un suelo sea productivo.

La dinámica de absorción de los nutrientes y su partición en la planta son esenciales para la formación de un alto rendimiento de biomasa, y están estrechamente relacionados con el ciclo de nutrientes en el sistema de procesamiento suelos-planta (Epstein y Bloom, 2005). Tal como propone Han et al. (2010), la comprensión de la dinámica de los nutrientes del cultivo energético será útil para mantener el balance de nutrientes del suelo a través de mejoramiento genético y/o fertilización. De los nutrientes minerales esenciales, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son los macronutrientes más importantes que afectan los rendimientos de los cultivos, por un lado, la fertilización de los tres elementos constituye una proporción considerable del costo de producción en el otro.

El sobreuso de fertilizantes es uno de los mayores problemas en la mayoría de los cultivos. En un ensayo llevado a cabo por Jackson et al. (1981) citado por Cabalceta et al. (2005), se comprobó que los agricultores utilizaban dosis de fertilizante mayores a las requeridas por el cultivo, lo que provocaba una disminución en los rendimientos, además de contaminar los suelos e incurrir en gastos innecesarios. Por lo tanto, para un manejo correcto de la variedad es necesario de un estudio de absorción de nutrientes, que ayude a los productores a afinar los programas de fertilización, con el fin de optimizar la producción y reducir los excesos en el uso de fertilizantes (Cabalceta et al., 2005).

Por otro lado, Agüero (2002) sostiene que los incrementos en la fertilización N, P, K, Ca y Mg, implican aumentos del suministro de nutrientes que benefician al crecimiento y productividad, hasta el punto en el cual la disponibilidad de algunos nutrientes se ve restringida por competencia entre los mismos. Existen diferencias genotípicas en la respuesta a ése incremento que son independientes de las condiciones ambientales. A partir de las mismas pueden obtenerse curvas de respuesta a la fertilización por genotipo y deducirse dosis óptimas de fertilización para cada genotipo. Es importante tomar en consideración la etapa fenológica del cultivo para la fertilización; ya que la tasa de absorción de nutrientes por el cultivo, e incluso para cada órgano en particular varía en función del tiempo (Burgueño et al., 1994 citado por Valle, 2010).

2.6.1 IMPORTANCIA DEL PLAN DE FERTILIZACIÓN

Un programa de fertilización balanceada, que incluya la aplicación de los nutrientes, es esencial para optimizar el rendimiento del cultivo, incrementar la rentabilidad y mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes (provenientes del suelo y del fertilizante) por parte del cultivo, minimizando el impacto sobre el ambiente (Ciampitti et al., 2010). El modelo para calcular la dosis de fertilización fue propuesto en la década de los años setenta por Stanford, en la cual se fueron utilizados para los diferentes cultivos, en la cual el método y tiempo de aplicación de fertilizantes depende del sistema de siembra utilizado (con plástico o sin plástico), sistema de riego (inundación, aspersión o goteo), el cultivo y la conveniencia para el productor. Al momento de determinar que método de aplicación utilizar es importante considerar el uso eficiente de nutrientes desde la emergencia a madurez, ya que la aplicación de fertilizante no garantiza la disponibilidad de nutrientes según manifiestan (Sierra et al., 2007).

Según Moustakas y Ntzanis (2004), un programa de fertilización para que esté bien desarrollado, aparte de conocer el estado de los nutrientes del suelo en el que se va a sembrar el cultivo, se requiere de la siguiente información: (a) el consumo máximo de nutrientes para determinar el rendimiento máximo, (b) la tasa de absorción de nutrientes durante toda el ciclo de la planta para determinar el período de máxima absorción de nutrientes y (c) la distribución de los nutrientes de los órganos dentro de las planta durante la maduración (hojas, tallos y raíces) con el fin de determinar la cantidad de nutrientes que se eliminará del campo después de la cosecha.

El propósito de un programa de fertilización adecuado es suministrar año tras año las cantidades de fertilizante que darán como resultado el máximo rendimiento. La fertilización se utiliza para obtener un rendimiento importante en términos de cantidad y calidad, que garantiza la viabilidad económica de la producción. El proceso de fertilización es uno de los factores más importantes que afecta el crecimiento, el desarrollo, el rendimiento y la calidad de los órganos cosechados (Gerendás et al., 1997 citado por Santoni, et al., 2014).

2.6.2 EFECTO DE LOS NUTRIENTES APORTADOS POR LA FERTILIZACIÓN

Sánchez (2007) indica que existe una amplia gama de fertilizantes simples, compuestos y micronutrientes quelatados y complejados y en menor medida los fertilizantes orgánicos (aminoácidos y hormonas). Los fertilizantes inorgánicos se extraen del suelo o son producidos mediante complicadas reacciones químicas. Cuanto más intensivo es un sistema de cultivo, más altos son los rendimientos y mayor será la cantidad de nutrientes a aplicar al suelo para mantener su fertilidad. Para la mayoría de los suelos el uso de fertilizantes inorgánicos es casi esencial. Los fertilizantes que contienen los nutrientes N, P y K son rápidamente absorbidos y requeridos en grandes cantidades por los cultivos (Mengel y Kirkby, 2002).

2.7 BALANCE Y DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES

Un aspecto importante en la nutrición de los cultivos es el balance adecuado de nutrientes. Cuando un nutriente es deficiente su balance puede afectar negativamente los procesos de la planta y así inhibir la óptima absorción, utilización o distribución de otros nutrientes (Didd, 1995). De igual manera el exceso de cualquier nutriente puede ocasionar toxicidad a la planta o bien afectar la disponibilidad de otros en el suelo (Jasso et al., 1999).

La nutrición balanceada de la planta significa el ofrecimiento de todos los nutrientes esenciales en proporciones bien balanceadas y en las cantidades correctas, siguiendo la curva de crecimiento de la planta para optimizar su potencial. El comportamiento de la planta en términos de generación de ingresos económicos, están íntimamente relacionado con la sanidad de la planta. En caso de desequilibrio, ocurrirá una reducción en el comportamiento potencial, con respecto tanto a deficiencia y exceso (Tjalling, 2006). INPOFOS (1997) plantea que los excesos de uno u otros nutrientes pueden causar, dependiendo de las circunstancias, bloqueos importantes en la absorción de uno u otros. Cuando se presenta en el suelo una de estas condiciones, la eficiencia de la aplicación de fertilizantes se reduce o en ciertos casos, puede acentuar el problema (Guevara, 2000).

Según Agüero (2002), el balance de nutrientes depende de la interacción cultivar por ambiente ya que se correlaciona con el rendimiento del cultivar: si el ambiente es el adecuado para el

cultivar, el rendimiento, la biomasa y la absorción de todos los nutrientes aumenta. Se calcula como el cociente entre el nutriente absorbido (A) y el aplicado (F). Es un índice de entradas y salidas del sistema utilizado para detectar acumulación o mermas de nutrientes. La absorción (A) de un nutriente puede calcularse por el producto entre la biomasa acumulada (B) y la concentración de nutriente ([Nu]) en la planta.

$$A/F = \frac{B \text{ (Kg)} \times [\text{Nu}] \text{ en la planta}}{F \text{ (Kg)}}$$

Se requiere cierta práctica para reconocer los signos que indican la falta de uno o más nutrientes, pero se puede aprender porque algunos de los signos son comunes en muchas plantas. Una práctica adecuada en el campo es vigilar cuidadosamente las hojas de las plantas para detectar signos de deficiencias de nutrientes y corregirlas con los fertilizantes. Los síntomas pueden variar para cada especie y aquellos síntomas comunes de las deficiencias ayudan a identificar cuáles nutrientes faltan. Las deficiencias de nutrientes no deben ser confundidas con los ataques de plagas y enfermedades o agua (Agüero, 2002).

2.8 FORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA MATERIA SECA

Según Salazar et al. (2007), el proceso básico del modelo de crecimiento de los cultivos, es la intercepción de luz diaria, y su conversión para la producción de materia seca, y su distribución entre los diferentes órganos de la planta. Para el modelo de crecimiento potencial de plantas, se asumió que las condiciones óptimas para su crecimiento potencial, al no tener restricciones de agua, suelo, nutrientes, plagas y enfermedades. La tasa de crecimiento de materia seca se calcula a través de un modelo explicativo, mecanicista y multiplicativo, y el intervalo de tiempo de integración es de un día. Por lo tanto, el patrón de distribución de la biomasa es una característica biológica que depende del genotipo y el efecto del desarrollo individual y el rendimiento (Ao et al., 2014).

El crecimiento se puede referir a un incremento irreversible de materia seca o volumen, cambios en tamaño, masa, forma y/o número, como una función del genotipo y el complejo ambiental, dando como resultado un aumento cuantitativo del tamaño y peso de la planta. El

desarrollo es la composición de eventos que causan cambios cualitativos en forma y función de la planta y, por ende, en la formación del producto (Krug, 1997). En el proceso de crecimiento y desarrollo, las plantas presentan partes contrastantes metabólicamente que son referidas como tejidos fuente y vertedero. Los tejidos fuente corresponden a aquellos tejidos exportadores netos de asimilados, que son principalmente hojas verdes maduras, tallos verdes, vainas verdes de semillas, aunque no son solo tejidos fuente los tejidos fotosintéticos, sino también órganos de la planta como semillas, tubérculos, raíces, etc. Los tejidos vertedero son importadores netos de asimilados y consiste de órganos que crecen rápidamente tales como los meristemas y hojas inmaduras, y tejidos de almacenamiento como los tubérculos, semillas o raíces (Foyer y Paul, 2001). La potencia del vertedero o la demanda del vertedero se refieren a la habilidad de los órganos vertedero para atraer o acumular compuestos de carbono, en una planta de papa el vertedero de mayor interés es el tubérculo (Dwelle, 1990).

La asimilación de materia seca y su distribución dentro de la planta, son procesos importantes que determinan la productividad del cultivo. El estudio de los patrones de asignación de materia seca hacia las diferentes partes de la planta, la variabilidad de estos patrones entre cultivares y el efecto de las condiciones ambientales en el proceso, pueden ayudar a maximizar la productividad y a seleccionar cultivares para un propósito particular (Tekalign and Hammes, 2005). La acumulación de materia seca es comúnmente usada como parámetro para caracterizar el crecimiento, porque usualmente tiene un gran significado económico. La producción de asimilados por las hojas (fuente) y el punto hasta el cual pueden ser acumulados por el vertedero que representan los órganos que son cosechados, influencia significativamente el rendimiento del cultivo (Tekalign and Hammes, 2005). La distribución de materia seca en la planta es un indicador claro de la dinámica de asignación de asimilados a cada uno de los órganos de la planta, que permitió para el caso particular de las variedades evaluadas, hallar diferencias relevantes en cuanto al comportamiento de acumulación de materia seca en hojas, tallos y tubérculos, siendo mayor para la parte aérea (Ñústez et al., 2009).

2.9 CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE AJÍ ESCABECHE

Las curvas de absorción de los macronutrientes y micronutrientes son representaciones gráficas de la extracción de cada uno de los nutrientes y representa las cantidades de este elemento extraídas por la planta durante su ciclo de vida. La extracción de nutrientes depende de diferentes factores tanto internos como externos (Sancho, 1999). Además Rincón et al. (2001) citado por Alpízar et al. (2006), sostienen que la curva de absorción describe el consumo de nutrientes de la planta a través del tiempo, lo cual permite identificar cuáles de ellos demanda el cultivo, en qué momento o estado fisiológico de la planta éstos son extraídos y en qué cantidad. A partir de dicha información es posible realizar una aplicación de fertilizantes más precisa, acorde a las necesidades de la planta en sus diferentes estados fisiológicos, lo que permite una mejora en la planificación y la programación del manejo de nutrientes en la producción de cultivos (Ciampitti et al., 2010). Lo que garantiza un adecuado número de frutos, lo que es importante para lograr un alto rendimiento y de una buena calidad del fruto.

Los estudios realizados por Bertsch y Ramírez (1997) citados por Vega et al. (2000), determinaron que la absorción de nutrientes está relacionada con la acumulación de materia seca, a mayor acumulación de ésta, se incrementa la absorción de elementos nutritivos, muestran que la mayor acumulación de materia seca en sandía corresponde al follaje y solo un 37% es lo que llega a convertirse en fruto, lo que se refleja posteriormente en los valores de absorción de los diferentes nutrimentos. Según Bertsch (2003), expresar las curvas de absorción en términos porcentuales utilizando el consumo máximo como el 100% y subdividiendo la curva por etapas fenológicas, quedan completamente explícitos los momentos de máxima absorción, y por lo tanto, establecidas previo a ellos las épocas pertinentes de aplicación de fertilizantes.

2.9.1 COMO ELABORAR UNA CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Según Bersht (2003), los pasos que hay que seguir para construir una curva de absorción son los siguientes:

1. Seleccionar un solo cultivar del cultivo en este caso es el cv. Zanahoria.
2. Escoger lotes con plantas en excelentes condiciones y con rendimientos potenciales altos.
3. Se pueden utilizar lotes diferentes para las distintas edades siempre y cuando las condiciones de suelo, manejo y rendimiento sean semejantes.
4. Definir las etapas fenológicas más importantes del ciclo de cultivo (no necesariamente basándose en días después del trasplante).
5. Dividir la planta en los tejidos de importancia (vegetativo, frutos, raíz, etc.).
6. Tomar mínimo tres repeticiones por etapa y tejido; y medir: Peso fresco, peso seco y concentración de nutrientes en los tejidos.
7. Calcular el peso seco acumulado (kg/ha) para cada etapa fenológica.
 - ✓ Usar el mayor número de repeticiones posibles (mínimo tres).
 - ✓ Si los cálculos se hacen por planta, multiplicar cada repetición por el número de plantas/ha que haya y luego sacar un promedio.
 - ✓ Si los cálculos se hacen por área, transformar dicho valor a kg/ha con base en el área útil real que el cultivo ocupe en la ha (excluir caminos, pasillos, canales, etc.).
8. Graficar la curva de crecimiento en kg/ha, poniendo el tiempo en el eje “x” y los kg/ha en el eje “y” para los diferentes tejidos y el total.
9. Calcular la cantidad de nutrientes absorbida.
 - ✓ Las muestras de peso seco se pueden fundir en una sola para cada uno de los tejidos.
 - ✓ Efectuar los análisis individuales para cada repetición y tejido encarece drásticamente la elaboración de la curva.

- ✓ Si las concentraciones se expresan en %, el cálculo se hace con la siguiente fórmula:
 $\text{kg NUT por tejido/ha} = \text{PS (kg/ha) del tejido} \times [\text{NUT \%}] / 100$
- ✓ Si las concentraciones se expresa en ppm, la fórmula es: $\text{kg NUT por tejido/ha} = \text{PS (kg/ha) del tejido} \times [\text{NUT mg/kg}] / 1000$

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN

La presente investigación, se realizó en el Fundo Don German de propiedad de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el distrito y provincia de Cañete, departamento de Lima, el cual se encuentra ubicado geográficamente a $13^{\circ}05'53.03''$ de Latitud Sur y $76^{\circ}21'34.10''$ de Longitud Oeste, a una altitud de 49 m.s.n.m, durante los meses de noviembre de 2013 a mayo de 2014 (Figura 2).



Fuente: Google Earth

Figura 2: Vista del Fundo Don German (UNALM). El círculo rojo indica el campo donde se realizó el presente trabajo de investigación.

3.2 CARACTERISTICAS DEL SUELO

Para la determinación de las características físicas – químicas del área experimental se obtuvo una muestra compuesta al azar, la misma que fue analizada en el Laboratorio de Suelos, Agua y Planta de la Facultad de Agronomía de la UNALM.

En la Tabla 1, se muestran los resultados del análisis. Se puede apreciar que el suelo es de reacción ligeramente básico, sin problemas de salinidad (menor de 2 dS/m); aparentemente de buen drenaje, por una concentración equilibrada de materia orgánica en relación al contenido de arcilla. Presenta un nivel moderado de fósforo, potasio y nitrógeno disponibles.

Tabla 1: Análisis de caracterización del suelo.

Análisis de suelos	
pH	7,62
C.E. (dS/m)	0,85
M.O. (%)	1,01
P (ppm)	4,9
K (ppm)	113
Clase Textural	Fr.A.
CIC	11,68
Ca²⁺ (meq/100g)	9,14
Mg²⁺ (meq/100g)	2,15
K⁺ (meq/100g)	0,31
Na⁺ (meq/100g)	0,08
Suma de Cationes	11,68
Suma de Bases	11,68
% Sat. De Bases	100

FUENTE: Laboratorio de Suelos, Agua y Planta de la UNALM (2013)

3.3 CARACTERISTICAS DEL AGUA

El agua de riego (Tabla 2) que se utilizó se clasifica según su conductividad eléctrica como medio (c2), plantas sensibles pueden mostrar estrés a sales, moderada lixiviación previene la acumulación de sales en el suelo. Su clasificación según el valor del RAS (Relación de Absorción de Sodio) indica que es bajo (S1), puede usarse para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura. La concentración de compuestos minerales que hay en el agua de riego en particular sales de magnesio y calcio, el agua se clasifica como “blanda” por la poca cantidad de dichas sales.

Tabla 2: Análisis de agua.

Análisis de agua	
pH	8,37
C.E. (dS/m)	0,55
Ca (meq/L)	3,70
Mg (meq/L)	1,02
K (meq/L)	0,08
Na (meq/L)	1,10
Suma de Cationes	5,90
Nitratos (meq/L)	0,01
Carbonatos (meq/L)	0,07
Bicarbonatos (meq/L)	2,52
Sulfatos (meq/L)	0,85
Cloruros (meq/L)	2,50
Suma de Aniones	5,95
Boro (ppm)	18,64
sodio (%)	18,64
RAS	0,72
Boro (ppm)	0,27
Clasificación	C2-S1

FUENTE: Laboratorio de Suelos, Agua y Planta de la UNALM (2013)

3.4 CARACTERISTICAS DEL CLIMA

Las variables climáticas durante el experimento se resumen en la Tabla 3. La temperatura promedio en la etapa de prendimiento fue de 18,1°C, en la etapa de crecimiento lento fue de 18,1 °C a 20,5 °C en la etapa de crecimiento rápido fue de 20,5 °C a 22,9 °C en la etapa de llenado del fruto fue de 23,4 y 23,2 °C y finalmente en la etapa de maduración la temperatura promedia fue 21,4 a 21,1 °C.

Tabla 3. Temperatura máxima, mínima y media mensual de la estación meteorológica del fundo Don Germán (2013-2014).

Mes	Temperatura (°C)		
	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Promedio (°C)
Noviembre	14,7	21,4	18,1
Diciembre	16,3	24,6	20,5
Enero	18,1	27,6	22,9
Febrero	18,5	28,3	23,4
Marzo	17,9	28,4	23,2
Abril	16,6	26,2	21,4
Mayo	15,8	26,3	21,1
Promedio	16.8	26.1	21.5

FUENTE: Don Germán (2013-2014)

De acuerdo con Maroto (2002), los capsicum se producen a temperaturas diurnas entre 20 °C y 25 °C y temperaturas nocturnas entre 16 °C y 18°C quiere decir que la temperatura óptima se encuentra alrededor de 19,75. Los valores de temperaturas en el presente experimento estuvieron dentro del rango.

3.5 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL VEGETAL

Se utilizó plantas del cultivo de ají escabeche cultivar “Zanahoria”, muy utilizado, en la zona. Además, tiene un alto potencial de rendimiento que puede llegar a las 60 t ha⁻¹ (Zarate, 2012).

3.6 MATERIALES

- De campo: Wincha, cordel, cal, estacas, lampa, rastrillo, mochila pulverizadora y racuana y otras herramientas; pesticidas, carteles, libreta de campo, bolsas, balanza, cuchilla, etc.
- De laboratorio: Balanza de precisión, agua destilada, bolsas de papel, plumones de tinta indeleble y demás instrumentos, equipos materiales e insumos del laboratorio de horticultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.7 MANEJO AGRONÓMICO

3.7.1 Preparación de terreno

Esta labor se inició con una limpieza del terreno, luego con un riego de machaco y prosiguiendo con las labores de roturación con arado de discos, pasada con rastra de discos, arado rotativo y finaliza con el surcado con un distanciamiento entre surco de un metro, finalmente se procedió a la demarcación de las parcelas y calles.

3.7.2 Trasplante

Se realizó a un distanciamiento entre plantas a 0.5 m. previo humedecimiento del terreno y con el tratamiento respectivo.

3.7.3 Momento y forma de aplicación de los fertilizantes

La fertilización se realizó con mezclas previamente diseñadas de acuerdo a los tratamientos correspondientes, considerando el programa de fertilización (Tabla 4). Las características de los fertilizantes que se utilizaron en la presente investigación se muestran en la Tabla 5.

Tabla 4: Programa de fertilización.

DOSIS	N (%)	P₂O₅ (%)	K₂O (%)
1era fertilización	20%	81%	15%
2da fertilización	35%	20%	19%
3era fertilización	24%	0%	34%
4ta fertilización	21%	0%	34%

La forma de aplicación para los diversos nutrientes fue en forma localizada, considerando los cambios de surco y aporque respectivo.

Tabla 5: Fertilizantes utilizados.

Fuentes	N	P₂O₅	K₂O
Fosfato di amónico	18 %	46 %	
Nitrato de amonio	33 %		
Sulfato de potasio			50 %

FUENTE: Misti (2014)

3.7.4 Labores culturales

Las labores de riego, control de maleza, plagas y enfermedades se realizaron de acuerdo con el grado de incidencia de éstas y a las necesidades del cultivo. La primera cosecha se efectuó en el mes de abril (11/04/2014) y la sexta y última cosecha se realizó en el mes de mayo (13/05/2014). Los muestreos de plantas se efectuaron de acuerdo a lo establecido. En la Tabla 6 se resumen las principales labores realizadas durante el experimento.

Tabla 6: Cronología de labores y muestreos de plantas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Fechas	DIAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE	Labor
16 – 11 – 2013		Preparación de suelo
23 – 11 – 2013		Muestreo de suelo
26 – 11 - 2013	0	Trasplante
13 – 12 - 2013	17	Primera fertilización
02 – 01 - 2014	36	Primer muestreo foliar
08 – 01 - 2014	42	Segunda fertilización
08 – 02 - 2014	72	Segundo muestreo foliar
16 – 03 - 2014	108	Tercer muestreo foliar
11 – 04 - 2014	134	Primera cosecha
21 – 04 - 2013	144	Cuarto muestreo foliar
26 – 05 - 2014	179	Última cosecha
27 – 05 - 2014	180	Quinto muestreo foliar

3.8 FACTORES EN ESTUDIO

Para la determinación de la curva de absorción se empleó cuatro niveles de fertilización:

- F 0 = 0 - 0 - 0 N, P₂O₅ y K₂O (Kg/ha)
- F 1 = 100 - 50 - 150 N, P₂O₅ y K₂O (Kg/ha)
- F 2 = 150 - 100 - 200 N, P₂O₅ y K₂O (Kg/ha)
- F 3 = 200 - 150 - 250 N, P₂O₅ y K₂O (Kg/ha)

3.8.1 Características del campo experimental

El campo experimental, fue distribuido de la siguiente manera.

- N° de tratamientos 4
- Longitud del surco 6 m
- Distancia de surco 1m
- Largo de cada parcela 6 m
- Ancho de cada parcela 3 m

- Distancia entre plantas 0.5m
- Largo de cada calle 1m
- Área de la unidad experimental 18m²
- Numero de Bloques 4
- Área del bloque 72m²
- Número de unidades experimentales 16
- Área neta del experimento 288m²
- Área total del experimento 325 m²

3.8.2 Tratamientos

De acuerdo con lo anterior se tuvieron los siguientes tratamientos (Tabla 7).

Tabla 7: Tratamientos.

TRAT.	Formula de abonamiento
T₀	0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O
T₁	100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O
T₂	150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O
T₃	200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O

3.8.3 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y cuatro bloques. Para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de significancia de Tukey, con un cinco por ciento de probabilidad. El modelo aditivo lineal a emplear fue:

$$Y_{ijk} = U + B_i + T_j + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = variable (rendimiento)

U = media general

B_i = efecto i-esima del bloque

T_j = efecto j-esimo del tratamiento

E_{ijk} = efecto K-esimo del error experimental.

3.9 CARACTERISTICAS EVALUADAS

Se evaluaron las siguientes características, tanto en campo como en laboratorio.

3.9.1 Rendimiento total de fruto fresco.

Para el rendimiento total se tomó una planta del surco central por cada unidad experimental, se cosechó y se tomó el peso en fresco y la producción se expresó en t/ha^{-1} . De igual manera se realizó para las demás cosechas.

3.9.2 Determinación de la acumulación de la materia seca

Se muestrearon periódicamente cada 36 días, tomando muestras a los 36, 72, 108, 144 y a los 180 días después del trasplante, extrayendo una planta al azar del surco lateral por cada unidad experimental, siendo un total de cinco muestreos, en los cuales se obtuvo el peso fresco de planta entera y luego el peso de cada órgano (hojas, tallo y fruto). Asimismo, las muestras obtenidas se colocaron en la estufa por un tiempo de 72 horas a una temperatura de 70°C. Una vez secado y se pesaron para determinar el peso seco.

3.9.4 Determinación de la absorción de nutrientes

Los análisis químicos se realizaron de la materia seca, la cual se molió en un molino de cuadrillas seguido por una malla de un milímetro de diámetro en cribas luego de lo cual se llevaron al laboratorio para sus respectivos análisis foliares de macro y micronutrientes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 FORMACION Y ACUMULACION DE MATERIA SECA

4.1.1 MATERIA SECA TOTAL

En la Tabla 8 y Figura 3 se muestra la formación y acumulación de materia seca (MS) en la cual se aprecia que a los 36 días después de la transplante (ddt) fueron similares en todos los niveles de fertilización, la acumulación varió entre 179,04 y 195,58 Kg ha⁻¹ de MS, respectivamente. A los 72 ddt debido al crecimiento exponencial de la planta y a la respuesta de la aplicación de los fertilizantes, se observa diferencias estadísticamente más claras entre los niveles de fertilización, siendo el T3 (200 – 150 – 250) el que registro la mayor producción de MS con 1345,92 Kg ha⁻¹, superando estadísticamente a lo observado con los otros niveles. A los 108 ddt se observa que mayor producción de MS se dio en el T3 (200 – 150 – 250) con 5987,50 Kg ha⁻¹ de MS siendo superior estadísticamente a todos los demás niveles de fertilización. A los 144 ddt se observa que el T3 (200 – 150 – 250) y T2 (150 – 100 – 200) obtuvieron valores similares entre sí con 8455,29 y 7426,77 Kg ha⁻¹ de MS, superando estadísticamente al T1 (100 – 50 – 150) con 4811,15 Kg ha⁻¹ de MS y T0 (0 – 0 – 0) con 3599,97 Kg ha⁻¹ de MS. A los 180 ddt también se observa que el T3 (200 – 150 – 250) y el T2 (150 – 100 – 200) obtuvieron valores similares pero fueron superiores estadísticamente a los otros niveles de fertilización. El T3 (200 – 150 – 250) reportó mayor acumulación de MS con 9017,52 Kg ha⁻¹.

Los resultados encontrados se asemejan a lo reportado por Bertsch (2003); Azofeifa y Moreira (2008); Felles (2009); Rodríguez (2009); Ciampitti et al. (2010); Arteaga (2012); Urcia (2012); Zarate (2012); Ao et al. (2014) y Castillo (2014), los cuales señalan que inicialmente se produce un incremento lento seguido de una etapa de acumulación rápida, debido

al crecimiento exponencial de la planta y a la respuesta de la aplicación de los fertilizantes y finalmente ocurre una depresión de producción de materia seca, debido a que las funciones biológicas llegan a un óptimo.

Tabla 8: Acumulación periódica de materia seca total (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	179,04 a	1345,92 a	5987,50 a	8455,29 a	9017,52 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	192,83 a	1183,83 b	5332,92 b	7426,77 a	7526,43 a
T1 (100 – 50 – 150)	181,00 a	1011,46 c	4213,58 c	4811,15 b	5080,40 b
T0 (0 – 0 – 0)	195,58 a	948,29 c	3105,29 d	3599,97 b	2338,20 c
Promedio	187,12	1122,38	4659,82	6073,3	5990,60
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	15,04	5,52	4,54	12,8	16,74

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p<0,05)

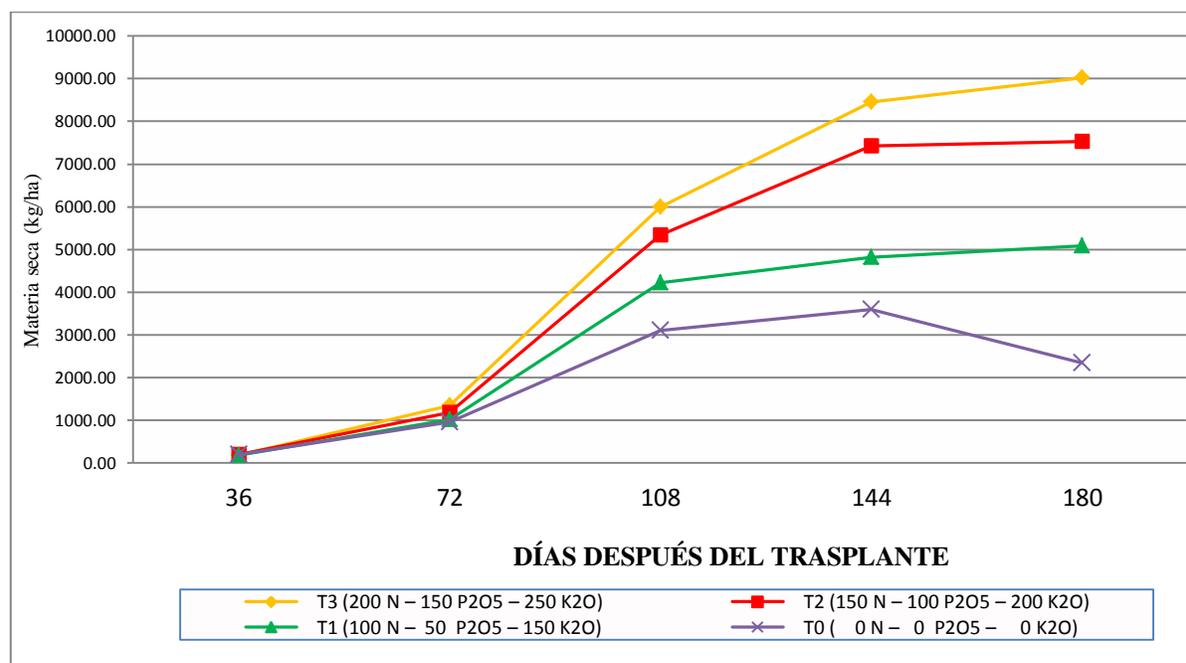


Figura 3: Acumulación periódica de materia seca total (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche.

4.1.2 ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA EN LOS DIFERENTES ÓRGANOS DE LA PLANTA

La acumulación de MS (Tabla 9 y Figura 4) en la hoja muestra una tendencia creciente a partir de los 36 ddt con 579,05 Kg ha⁻¹ de MS, hasta los 180 ddt donde alcanza su mayor valor de producción con 6554,55 Kg ha⁻¹ de MS. El tallo alcanza su máximo valor a los 144 ddt con 11618,27 Kg ha⁻¹ de MS, luego tiende a declinar debido a que empieza a translocar MS hacia el fruto, además, es el órgano que reportó la mayor acumulación de MS en comparación con los demás órganos. Asimismo, la acumulación de MS en el fruto se inicia a partir de los 108 ddt con 4285,71 Kg ha⁻¹ de MS, hasta los 180 ddt con 7522,82 Kg ha⁻¹ de MS, donde alcanza su máximo valor. Un comportamiento similar de la acumulación de MS se observa en el T2 (150 – 100 – 200), el T1 (100 – 50 – 150) y el T0 (0 – 0 – 0) (Tabla 10, 11, 12 y Figura 5, 6, 7).

En el T3 (200 – 150 – 250) muestra que la hoja sigue una tendencia creciente a partir de los 36 ddt hasta los 180 ddt donde alcanza el mayor valor de acumulación con 2301,92 Kg ha⁻¹ de MS, cabe resaltar que a partir de los 144 ddt empieza a estabilizarse debido a la translocación al fruto. Caso similar ocurre en el tallo donde a los 180 ddt alcanza el mayor valor de absorción con 4607,10 Kg ha⁻¹ de MS, cabe resaltar que este órgano fue el que registro la mayor acumulación de MS que la hoja y el fruto. Asimismo, la absorción de MS en el fruto inicia a partir de los 108 ddt hasta los 180 ddt, sigue una tendencia creciente donde alcanza su máximo valor a los 180 ddt con 2785,58 Kg ha⁻¹ de MS (Tabla 13 y Figura 8).

Cabe resaltar que la distribución de MS en todos los niveles de fertilización indica que el tallo registró un mayor valor con un 48%, un 30% en la hoja y el 22% restante hacia los frutos, debido a que el ají escabeche presenta un ciclo de vida prolongado y los ciclos de producción de frutos de traslapan continuamente (Moroto, 2002; Nicho, 2004 y Zarate, 2012). Además, la asimilación de materia seca y su distribución dentro de la planta es un indicador claro de la dinámica de asignación de asimilados a cada uno de los órganos de la planta, que permitió para el caso particular de las variedades evaluadas, hallar diferencias relevantes en cuanto al comportamiento de acumulación de materia seca en los órganos de la planta, además son procesos importantes que determinan la productividad del cultivo (Ñústez et al., 2009). Estos resultados se asemejan a lo reportado por Zarate (2012) y Castillo (2014), quienes encontraron

que el incremento de la materia seca en el fruto ocurre desde los 90 hasta los 180 ddt como se aprecia en los diferentes niveles de fertilización evaluadas.

Tabla 9: Materia seca total (Kg/ha) en diferentes órganos de ají escabeche en cinco muestreos.

TRATAMIENTOS	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	579,05	2434,59	5153,13	6317,61	6554,55
TALLO	169,42	2054,92	8840,47	11618,27	10207,52
FRUTO			4285,71	6064,71	7522,82
TOTAL	748,47	4489,51	18279,31	24000,59	24284,89

Promedio de los cuatro niveles evaluados

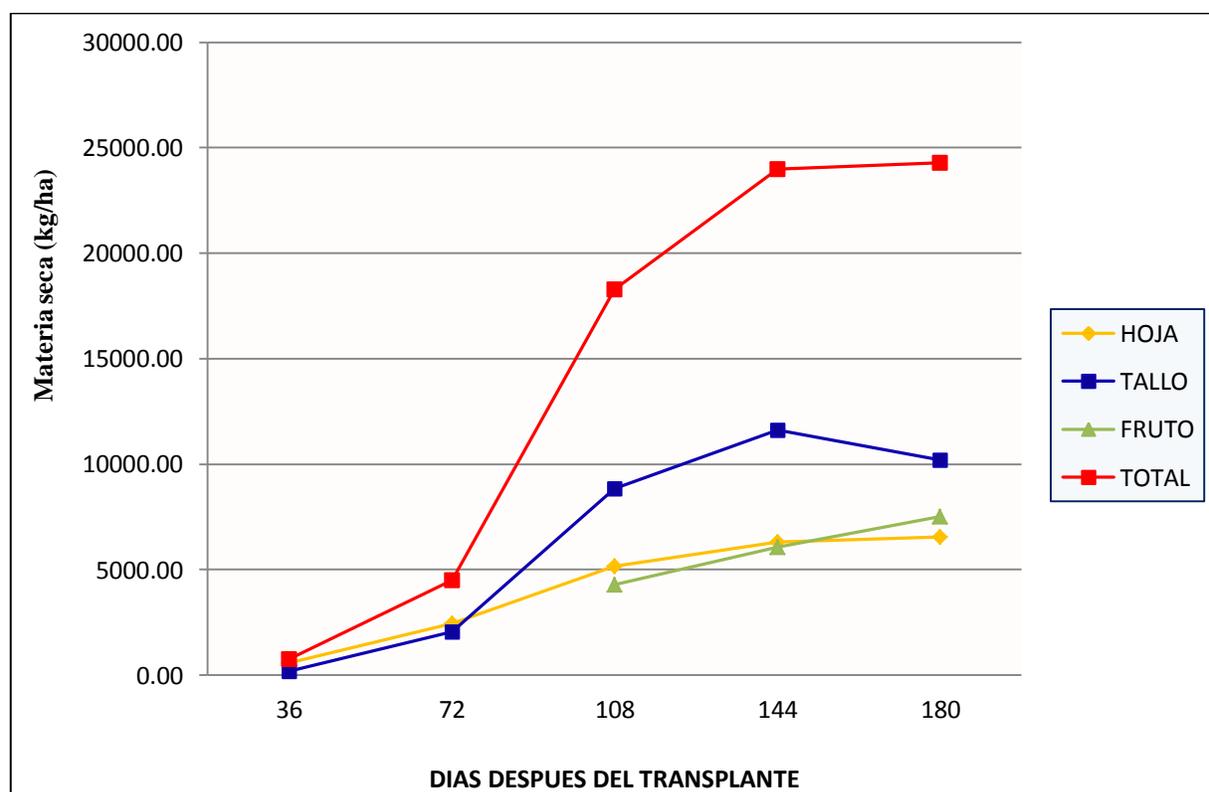


Figura 4: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos de ají escabeche en cinco muestreos.

Tabla 10: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T0 (0 – 0 - 0).

TRATAMIENTOS	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	151,92	530,04	951,46	1088,78	533,38
TALLO	43,67	418,25	1516,63	1378,74	1150,7
FRUTO			637,21	1132,45	654,13
TOTAL	195,59	948,29	3105,3	3599,97	2338,21

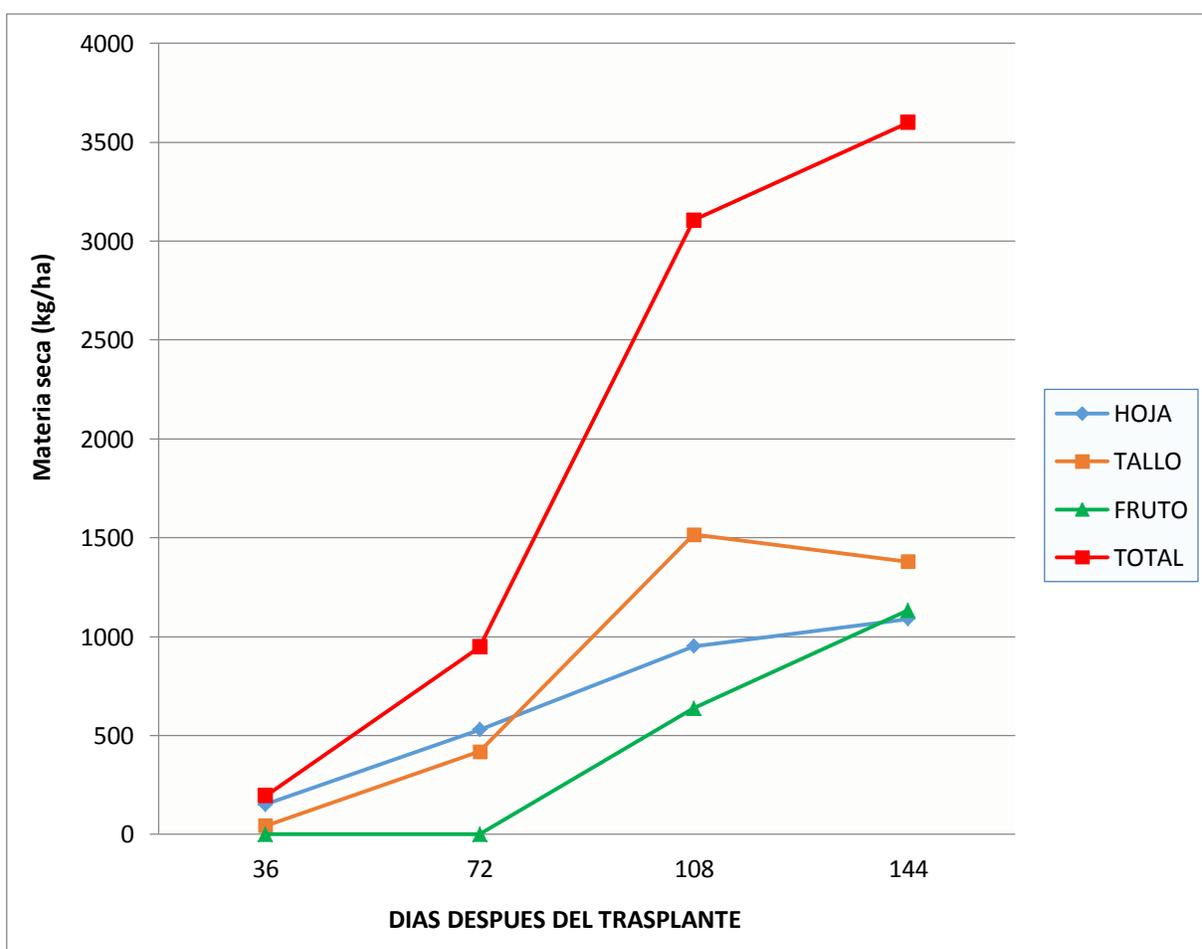


Figura 5: Formación de materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T0 (0– 0-0).

Tabla 11: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T1 (100 – 50 – 150).

TRATAMIENTOS	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	139,67	559,88	1186,25	1327,17	1668,96
TALLO	41,33	451,58	2095,13	2058,94	1937,83
FRUTO			932,21	1132,45	1473,53
TOTAL	181,00	1011,46	4213,59	4518,56	5080,32

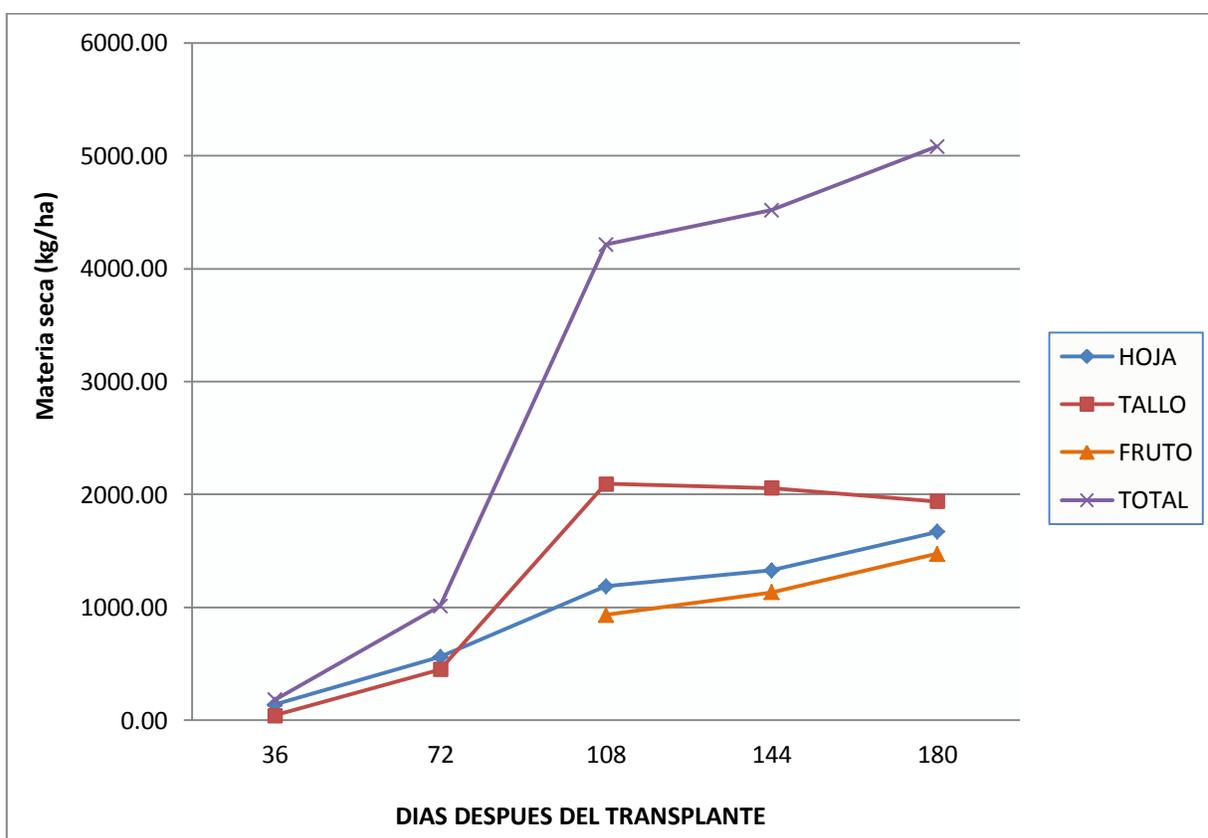


Figura 6: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T1 (100 – 50 – 150).

Tabla 12: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T2 (150 – 100 – 200).

TRATAMIENTOS	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE (kg/ha)				
	36	72	108	144	180
HOJA	149,67	641,71	1406,79	1815,51	2050,29
TALLO	43,17	542,13	2519,42	3856,76	2511,89
FRUTO			1046,71	1754,5	2609,58
TOTAL	192,84	1183,84	4972,92	7426,77	7171,76

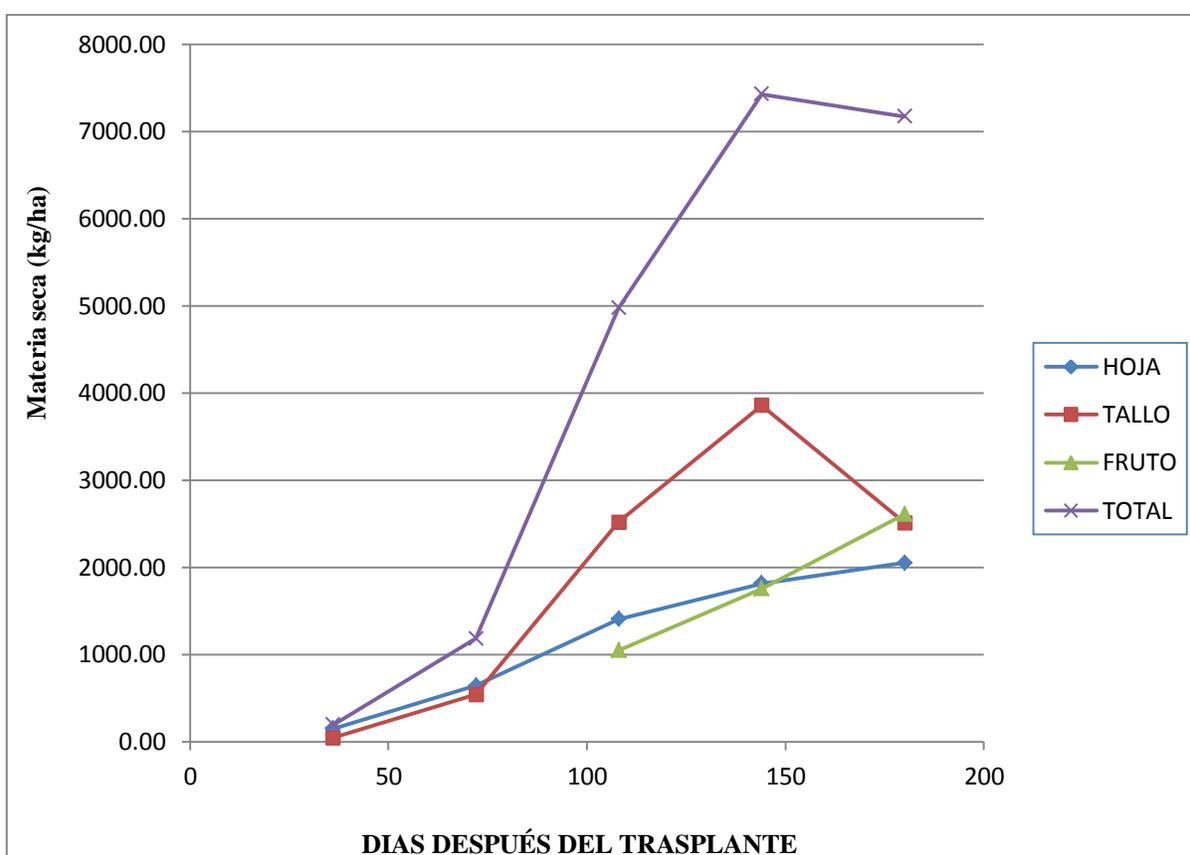


Figura 7: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T2 (150 – 100 – 200).

Tabla 13: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T3 (200 – 150 – 250).

TRATAMIENTOS	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE (kg/ha)				
	36	72	108	144	180
HOJA	137,79	702,96	1608,63	2086,15	2301,92
TALLO	41,25	642,96	2709,29	4323,83	4607,1
FRUTO			1669,58	2045,31	2785,58
TOTAL	179,04	1345,92	5987,5	8455,29	9694,6

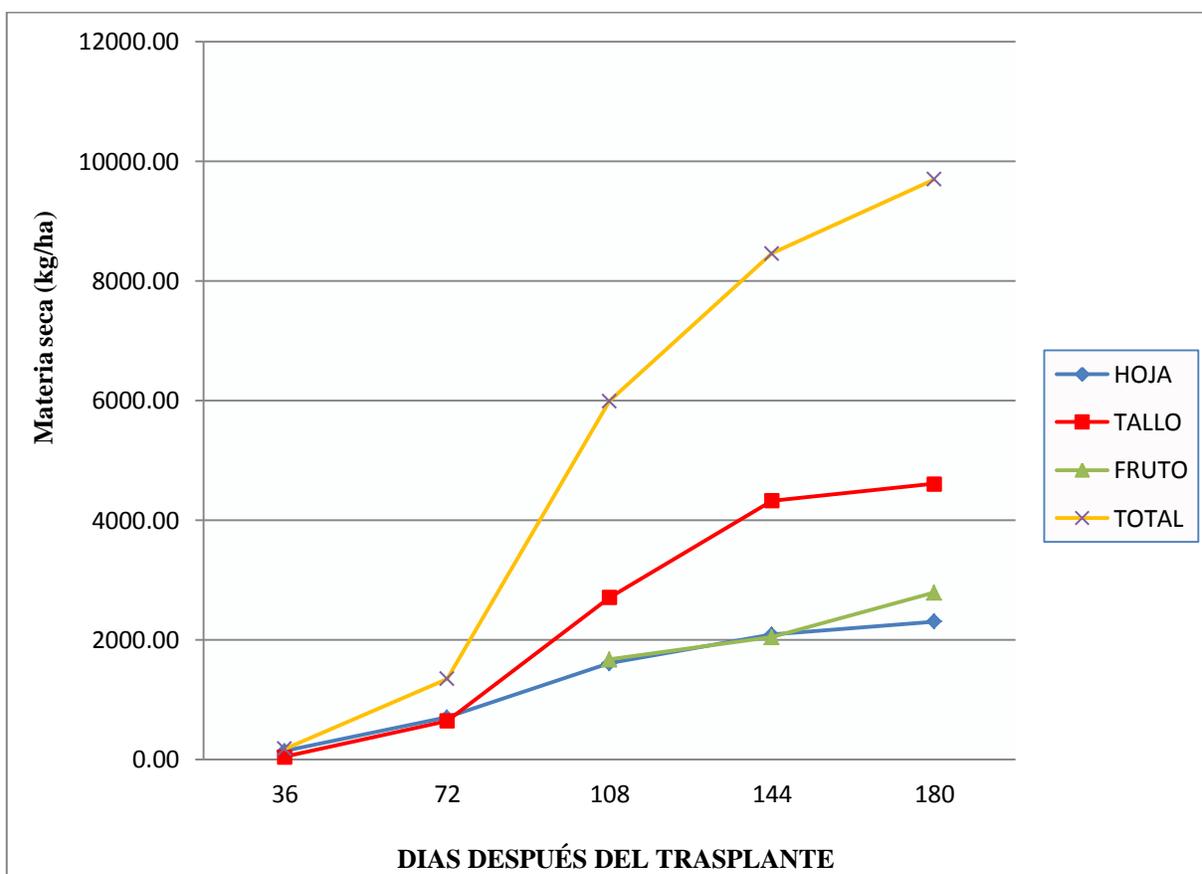


Figura 8: Materia seca (Kg/ha) en diferentes órganos en el T3 (200 – 150 – 250).

4.2 ABSORCIÓN DE MACRONUTRIENTES

4.2.1 NITRÓGENO

4.2.1a Acumulación periódica de la absorción de nitrógeno

En la Tabla 14 y Figura 9 se aprecia que la absorción de nitrógeno (N) a los 36 ddt fue muy similar en todos los niveles de fertilización, sin embargo el T2 (150 – 100 – 200) con 8,96 Kg ha⁻¹, superó a los demás tratamientos aunque sin diferencias significativas. Se puede señalar que en el inicio del ciclo vegetativo la absorción de N es lenta, debido a que posiblemente se extrae el N del suelo. A los 72 ddt se observa diferencias en la absorción entre los diferentes niveles de fertilización. El T3 (200 – 150 – 250) reportó 65,40 Kg ha⁻¹, superando estadísticamente al T2 (150 – 100 – 200) con 52,81 Kg ha⁻¹, al T1 (100 – 50 – 150) con 36,78 Kg ha⁻¹ y el T0 (0 – 0 – 0) con 28,79 Kg ha⁻¹, respectivamente, según la prueba de comparaciones de medias Tukey al 5%. A los 108 ddt el T3 (200 – 150 – 250) y el T2 (150 – 100 – 200) mostraron resultados similares y sus valores fueron 140,58 Kg ha⁻¹ y 124,48 Kg ha⁻¹, respectivamente, y superaron estadísticamente a los demás tratamientos. A los 144 ddt el T3 (200 – 150 – 250) superó estadísticamente a los demás con una absorción de N promedio de 213,91 Kg ha⁻¹. Con el T2 (150 – 100 – 200) se absorbió 157,22 Kg ha⁻¹ siendo el último del ranking el T0 (0 – 0 – 0) con 63,79 Kg ha⁻¹. A los 180 ddt, nuevamente el T3 (200 – 150 – 250) mostró una absorción superior al resto de lo observado con los otros niveles de fertilización, con 201,85 Kg ha⁻¹ de N, sigue en orden absorción el T2 (150 – 100 – 200) con un promedio de 147,44 Kg ha⁻¹, y siendo el T1 (100 – 50 – 150) y el T0 (0 – 0 – 0) los que obtuvieron los más bajos promedios y homogéneos entre sí, con 76,76 y 35,22 Kg ha⁻¹ de N absorbido, respectivamente. Cabe mencionar, que el T3 registró los mayores valores de absorción, indicando que el momento en que el cultivo demanda la mayor cantidad de este elemento fue a partir de los 72 hasta los 144 ddt lo cual se debe tomar en cuenta dentro de los programas de manejo nutricional en los sistemas de producción de ají escabeche.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Castillo (2014) quién reportó que para dosis completa de fertilización (266 N–130 P₂O₅–377 K₂O) obtuvo la mayor absorción de N a los 120 ddt con una cantidad de 270,9 Kg ha⁻¹, siendo a dosis media (133 N–65 P₂O₅–189

K₂O) la cual alcanzó su mayor nivel de absorción a los 165 ddt con un valor de 260,5 Kg ha⁻¹ de N, también se observa un caso similar por Arteaga (2012) quien reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 225 Kg ha⁻¹ de N a los 120 ddt en el cv. Vencedor y 207,4 Kg ha⁻¹ de N en el cv. Mulato. Asimismo, Azofeifa y Moreira (2008) encontraron valores más bajos con 139,43 Kg ha⁻¹ de N absorbido. Rincón et al. (1993) citado por Castillo (2014) reporta que la absorción de N varía de 85 a 215 Kg ha⁻¹.

El incremento porcentual de N en los tratamientos se puede observar que varió entre 80,59 y 86,81 por ciento del N total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización evaluados (Tabla 15 y Figura 10).

Tabla 14: Absorción periódica de nitrógeno (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	8,03 a	65,40 a	140,58 a	213,91 a	201,85 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	8,96 a	52,81 b	124,48 a	157,22 b	147,44 b
T1 (100 – 50 – 150)	8,20 a	36,78 c	103,12 b	110,09 c	76,76 c
T0 (0 – 0 – 0)	6,84 a	28,79 d	67,94 c	63,79 d	35,22 c
Promedio	24,72	45,94	109,03	136,30	115,31
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	8,01	6,07	7,21	9,99	19,78

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p≤0,05)

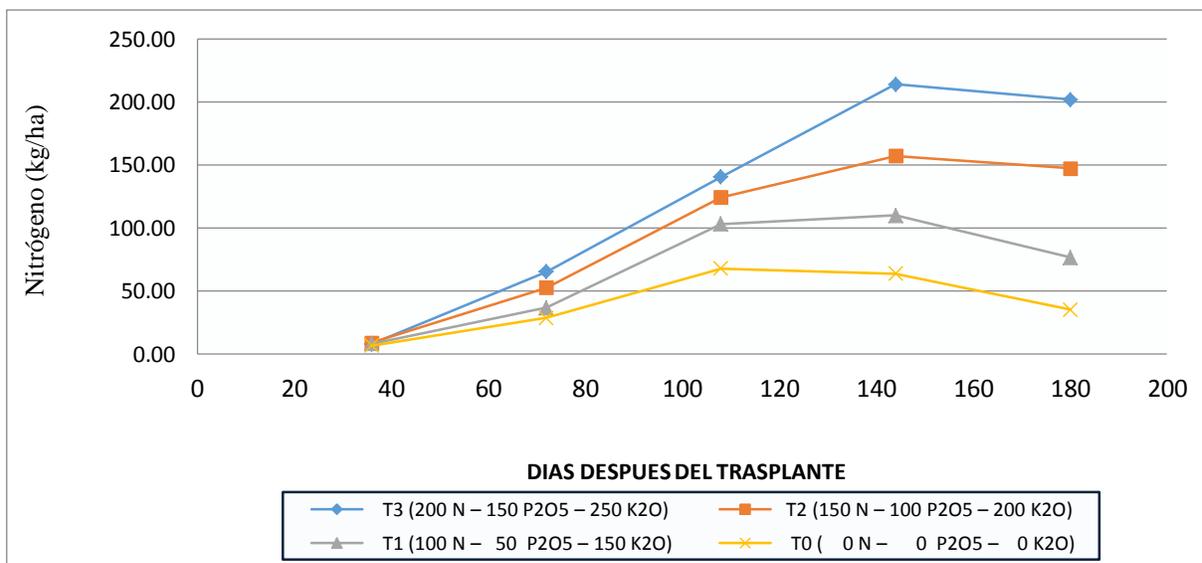


Figura 9: Absorción periódica de nitrógeno (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 15: Incremento porcentual de N absorbido durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	3,98	28,42	33,08	20,35	14,17	100,0
T2	6,08	29,74	37,31	13,55	13,33	100,0
T1	10,68	37,23	38,45	11,13	2,55	100,0
T0	19,42	46,02	32,23	2,34	0,00	100,0

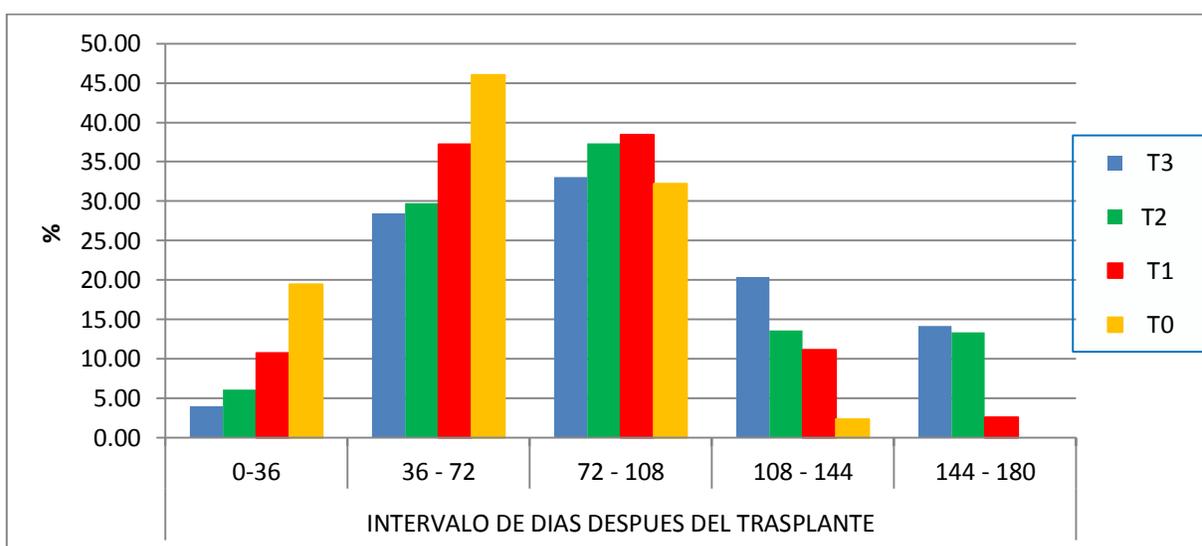


Figura 10: Incremento porcentual en peso del N durante el desarrollo del cultivo.

4.2.1b Absorción de nitrógeno en los diferentes órganos del ají escabeche.

En el caso del nitrógeno (N) en la hoja muestra que a los 144 ddt alcanza su máximo valor con 47,50 Kg ha⁻¹ de N, luego se produce el declive a los 180 ddt con 35,68 Kg ha⁻¹ de N (Tabla 16 y Figura 11). El tallo tiene un comportamiento similar a la hoja el cual sigue una tendencia creciente a partir de los 36 ddt hasta los 144 ddt (1,33 y 52,98 Kg ha⁻¹ de N) luego tiende a decrecer hasta los 180 ddt con 32,12 Kg ha⁻¹ de N, esta disminución para ambos órganos puede ser debido a la translocación de compuestos nitrogenados al fruto. Asimismo, la absorción de N en el fruto sigue una tendencia creciente el cual inicia a partir de los 108 ddt hasta los 144 ddt donde alcanza su máximo valor (26,02 y 47,52 Kg ha⁻¹ de N). Para todos los niveles de fertilización podemos apreciar, que los frutos es el órgano que tiende a acumular mayor cantidad de N hacia el final de la campaña. Asimismo, en la hoja, tallo y fruto, la absorción de N se incrementa conforme aumenta la edad de estos órganos para todos los niveles fertilización.

En el caso del T3 (200 – 150 – 250) se observa que en la hoja el mayor valor de absorción se da a los 144 ddt con 77,38 Kg ha⁻¹ de N, luego de esta fecha la absorción declina hasta los 180 ddt con 51,87 Kg ha⁻¹ de N. El tallo reportó la mayor absorción de N en comparación con los demás órganos, dándose el mayor valor a los 108 ddt con 84,49 Kg ha⁻¹ de N, luego tiende a decrecer, hasta los 180 ddt con 63,79 Kg ha⁻¹ de N, debido a que comienza a translocarse hacia el fruto. Asimismo, la absorción de N en el fruto inicia desde los 108 hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor con 86,20 Kg ha⁻¹ de N (Tabla 17 y Figura 12).

Esto nos muestra que la absorción de nitrógeno en los diferentes órganos de la planta está en función al ciclo vegetativo, en la cual, al pasar los días el incremento sigue una tendencia creciente con diferente magnitud en cada etapa del cultivo, debido a que favorece al desarrollo del follaje y de la fotosíntesis (Wullschleger y Oosterhuis, 1990 citado por Dong et al., 2010). Además, se debe aplicar fraccionadamente de acuerdo a la fenología y a la máxima absorción de este nutriente en la planta. Reportes similares se registran en ají escabeche por Castillo (2014), en alcachofa por Felles (2009) y Rodríguez (2009), en Cebolla por Palacios (1995), y en pimiento por Azoifa y Moreira (2008) y Arteaga (2012).

Tabla 16: Absorción de nitrógeno total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	6,68	27,43	44,54	47,5	35,68
TALLO	1,33	18,51	38,47	52,98	32,12
FRUTO			26,02	35,76	47,52
TOTAL	8,01	45,94	109,03	136,3	115,31

Promedio de los cuatro niveles evaluados

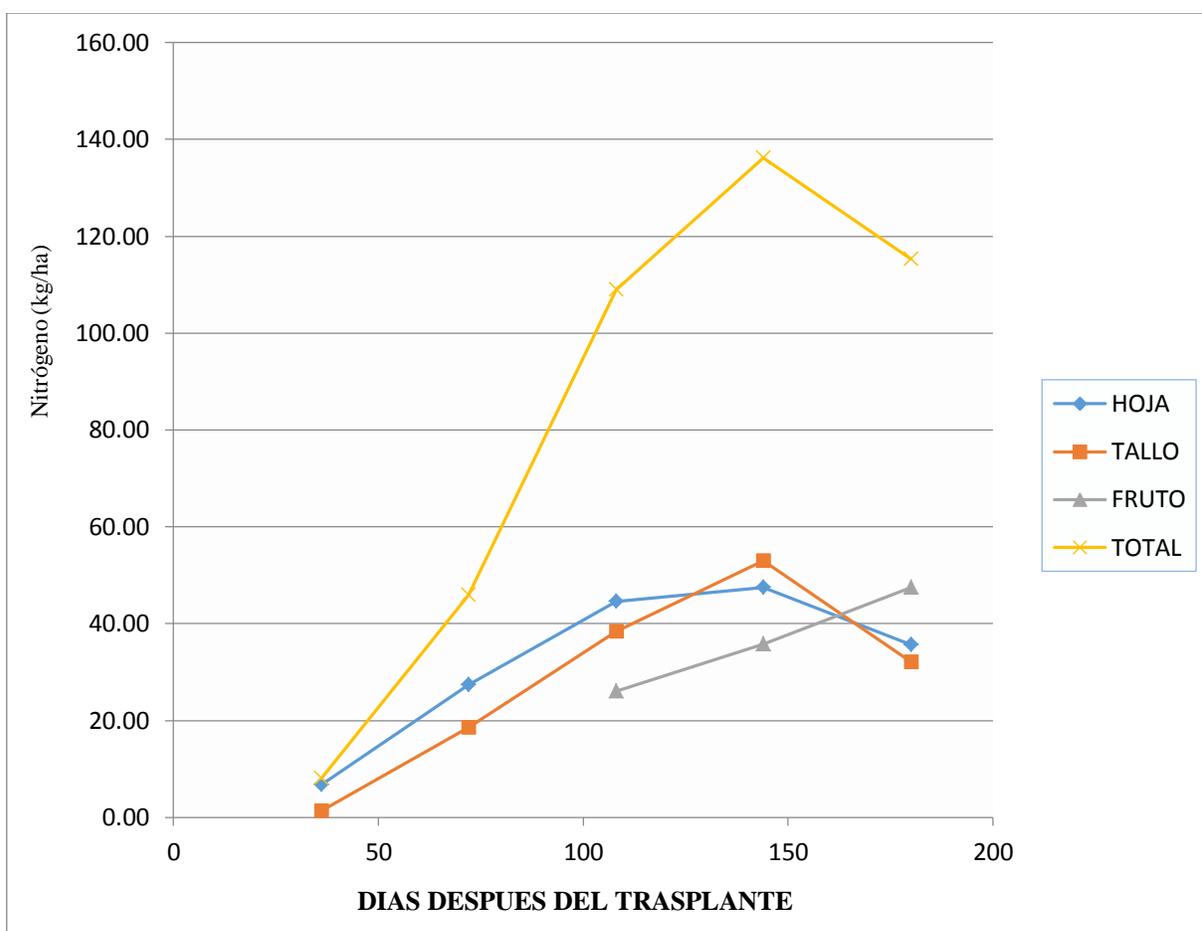


Figura 11: Absorción de nitrógeno total en diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 17: Absorción de nitrógeno para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	6,66	34,3	56,5	77,38	51,87
TALLO	1,37	31,11	46,69	84,49	63,79
FRUTO			37,38	52,04	86,2
TOTAL	8,03	65,41	140,57	213,91	201,86

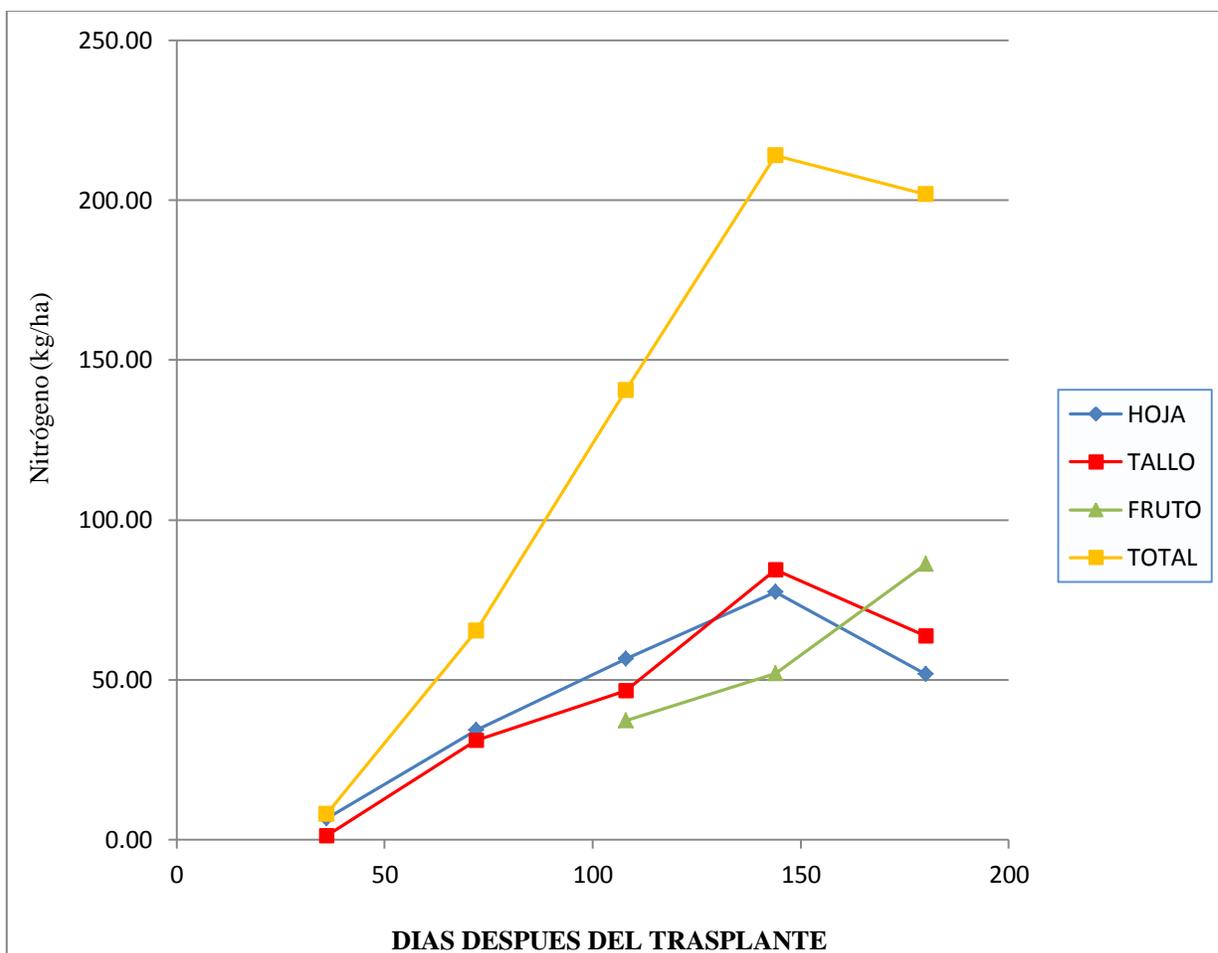


Figura 12: Absorción de nitrógeno para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.2.1c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de nitrógeno a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

A partir de este modelo matemático lineal, vamos a analizar la relación entre ambas variables. Al realizar el análisis de regresión y correlación lineal nos muestra una asociación altamente significativa, del rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de nitrógeno (N) total a los 180 ddt. El análisis de regresión entre estas dos variables, indica que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 4,3 kg/ha de N. El coeficiente de correlación es positivo ($r=0,91$) el cual indica que existe una asociación directa, ya que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de N. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de N, el 82,61 % se debe al rendimiento total de fruto fresco (Tabla 18 y Figura 13).

Tabla 18. Coeficiente de regresión (b), correlación (r), determinación (r^2) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de N (y).

		Significación
b =	4,304	**
r =	0,90889	**
r² =	0,8261	
y =	4,3044x - 51,726	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

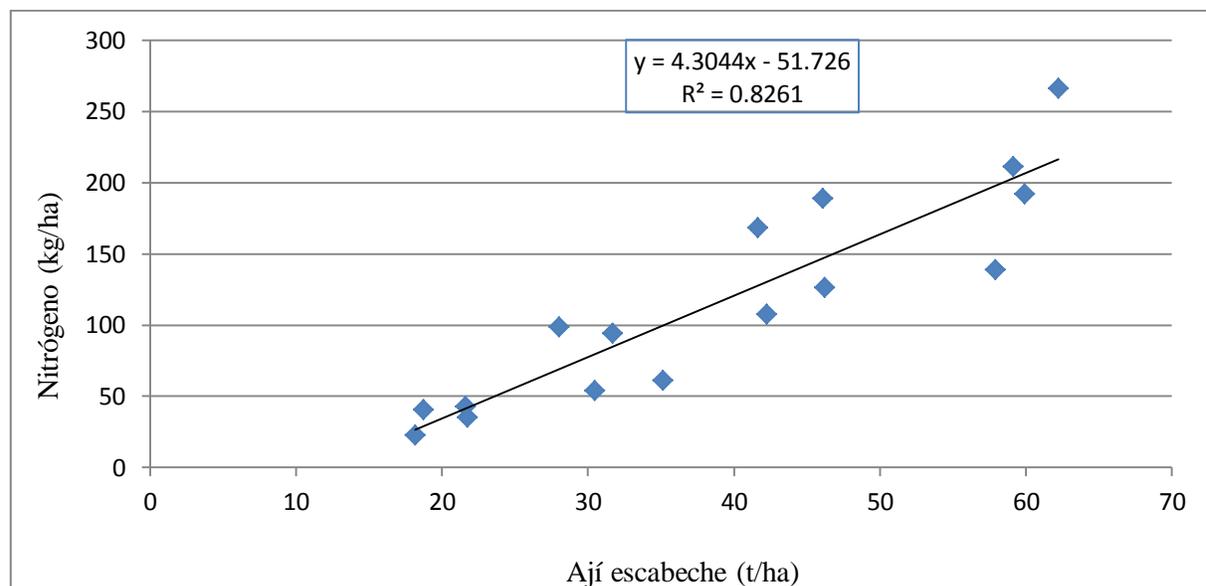


Figura 13: Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco sobre absorción de N.

4.2.2 FÓSFORO

4.2.2a Acumulación periódica de la absorción de fósforo

Los valores de absorción de fósforo (P) a los 36 ddt fueron similares en todos los niveles de fertilización, la absorción varió entre 0,72 y 0,79 Kg ha⁻¹ de P. A los 72 ddt también los valores fueron muy similares, sin embargo con el T3 (200 – 150 – 250) se logró la mayor absorción con 6,18 Kg ha⁻¹ de P superando estadísticamente a lo observado con los otros niveles. A los 108 ddt ya se observan diferencias estadísticas más claras entre lo absorbido en los diferentes niveles de fertilización, siendo la absorción de P mayor en el T3 (200 – 150 – 250) y T2 (150 – 100 – 200), cuya absorción fue superior estadísticamente a lo observado en los otros niveles de fertilización. A los 144 ddt se observa que el (200 – 150 – 250) y el T2 (150 – 100 – 200) obtuvieron los mayores valores de absorción con 23,64 y 19,51 Kg ha⁻¹ de P respectivamente, y superaron estadísticamente al T1 (100 – 50 – 150) con 14,65 Kg ha⁻¹ y T0 (0 – 0 – 0) con 17,09 Kg ha⁻¹. A los 180 ddt también muestra al T3 (200 – 150 – 250) y al T2 (150 – 100 – 200) superiores a los otros niveles de fertilización, sin embargo con el T3 (200 – 150 – 250) se logró la mayor absorción con 24,44 Kg ha⁻¹ de P (Tabla 19 y Figura 14).

Siendo estos resultados positivos, debido a que están dentro de los rangos reportados por Rincon et al. (1993) citado por Castillo (2014) que señalan que la absorción de P varía de 20 a 70 Kg ha⁻¹. Asimismo, los resultados obtenidos son similares a los reportados por Castillo (2014) quién reportó que para dosis completa de fertilización (266 N – 130 P₂O₅ – 377 K₂O) obtuvo la mayor absorción de P a los 150 ddt con un valor de 21,4 Kg ha⁻¹, y la dosis media (133 N – 65 P₂O₅ – 189 K₂O) la cual alcanzó su mayor nivel de absorción a los 165 ddt con un valor de 30,2 Kg ha⁻¹ de P, también se observa un caso similar por Arteaga (2012) quien reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 20,7 Kg ha⁻¹ de P a los 120 ddt en el cv. Vencedor y 26,9 Kg ha⁻¹ de P en el cv. Mulato. Asimismo, Azofeifa y Moreira (2004) encontraron valores similares con 26 Kg ha⁻¹ de P absorbido.

El incremento porcentual de P en los tratamientos se puede observar que varió entre 90,11 y 93,69 por ciento del P total absorbido por la planta ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización evaluados (Tabla 20 y Figura 15).

Tabla 19: Absorción periódica de fósforo (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	0,74 a	6,18 a	17,06 a	23,64 a	24,44 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	0,79 a	4,65 b	15,84 a	19,51 a b	18,29 a b
T1 (100 – 50 – 150)	0,72 a	3,22 b	13,68 b	14,65 b c	11,42 b c
T0 (0 – 0 – 0)	0,78 a	3,22 b	9,39 c	10,55 c	7,85 c
Promedio	0,76	4,32	13,99	17,09	15,50
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	14,91	15,27	6,58	12,94	24,61

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p≤0,05)

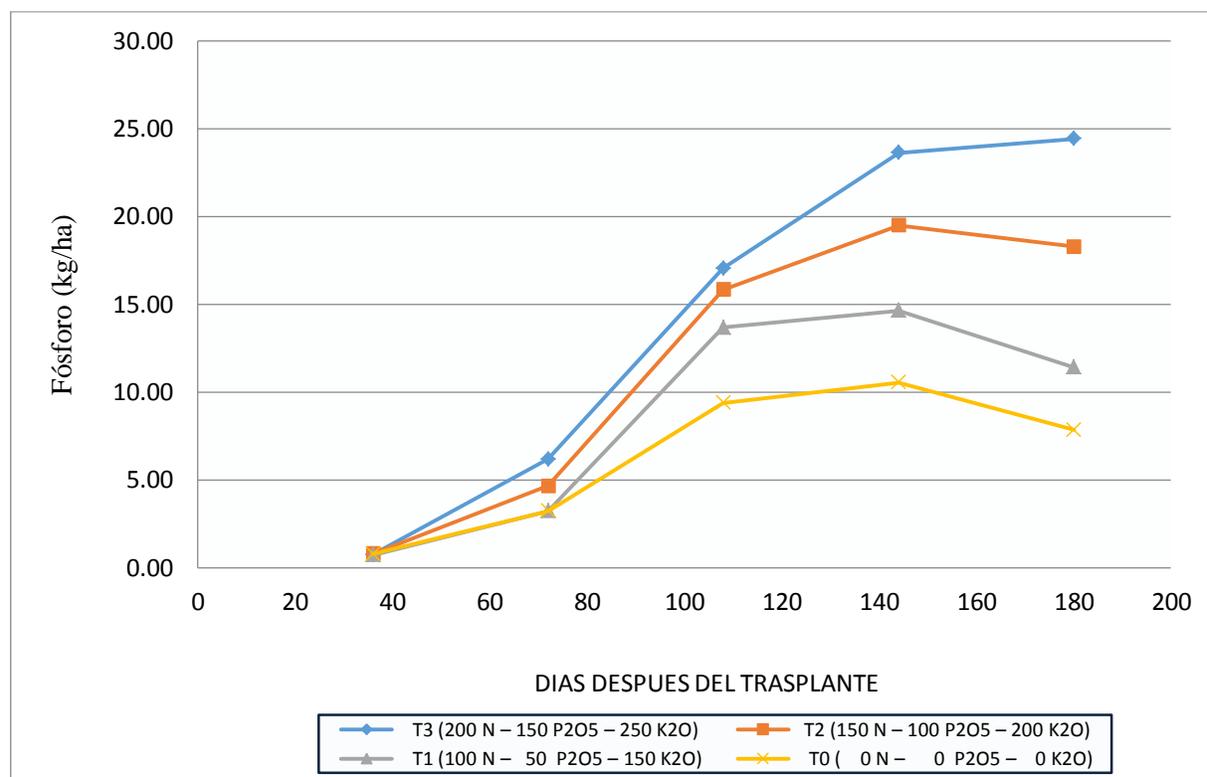


Figura 14: Absorción periódica de fósforo (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche.

Tabla 20: Incremento porcentual de P durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	3,03	22,26	44,51	26,93	3,28	100,0
T2	4,35	21,09	51,23	18,12	5,21	100,0
T1	6,33	21,88	61,22	8,49	2,12	100,0
T0	9,93	45,34	40,54	4,23	0,00	100,0

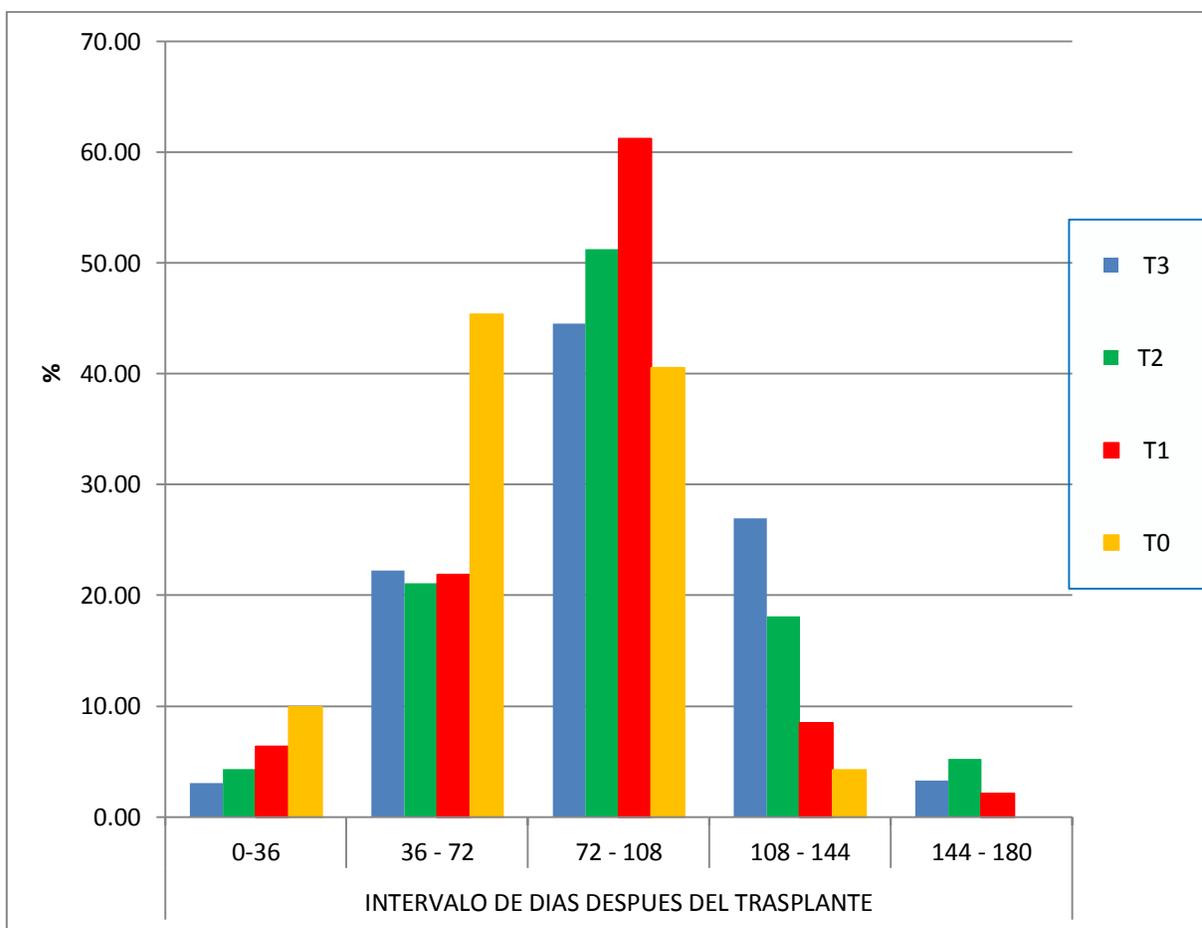


Figura 15: Incremento porcentual en peso del fósforo absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.2.2b Absorción de fósforo en los diferentes órganos del ají escabeche

En la Tabla 21 y Figura 16 se aprecia que la absorción de P en la hoja obtiene su máximo valor a los 144 ddt con $3,99 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P, luego declina a los 180 ddt con $3,08 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P. El tallo sigue una tendencia creciente hasta los 144 ddt con $6,43 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P, luego tiende a decrecer, esta disminución para ambos órganos puede ser debido a la translocación al fruto. Asimismo, la absorción de P en el fruto sigue una tendencia creciente el cual inicia a partir de los 108 ddt con $5,13 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P y donde alcanza su máximo a los 180 ddt con $7,77 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P, siendo el órgano que obtuvo la mayor absorción en comparación con los demás órganos.

En el T3 (200 – 150 – 250) se aprecia que en la hoja muestra el mayor valor de absorción a los 144 ddt con $5,87 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P (Tabla 22 y Figura 17) luego se produce un declive a los 180 ddt con $5,05 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P. Caso similar al tallo que también alcanza el mayor valor a los 144 ddt con $9,70 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P, luego tienden a decrecer, ambos órganos ya que empiezan a translocar al fruto. Asimismo, la absorción de P en el fruto sigue una tendencia creciente donde alcanza su máximo valor a los 180 ddt con $11,68 \text{ Kg ha}^{-1}$ de P.

Esto nos muestra que el P es muy importante desde el inicio de la formación del fruto y en la etapa de cuajado de fruto, debido a la alta división celular, además es necesario para el metabolismo de los azúcares, lo que mejora o limita la traslocación de estos compuestos en la planta (Marschner, 1995). Además el P es un constituyente de nucleótidos, fosfolípidos y compuestos de fosfato de alta energía utilizados para transferir energía (Pallardy, 2008). Cabe resaltar que el pH del suelo en la presente investigación fue de 7,62 (ligeramente básico), al utilizar el nitrato de amonio y el fosfato diamónico genera un efecto acidificante a la rizosfera del suelo, lo que permite reducir el pH del suelo mejorando la disponibilidad del P y de los micronutrientes que están típicamente precipitados. Asimismo, Olivas (2013) sostiene que al utilizar el nitrato de amonio con fosfato diamónico se obtienen altos rendimientos y es más rentable. Reportes similares se registran en ají escabeche por Castillo (2014), en alcachofa por Felles (2009) y Rodríguez (2009), en Cebolla por Palacios (1995), y en pimiento por Azoifa y Moreira (2008) y Arteaga (2012).

Tabla 21: Absorción de fósforo total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,63	2,52	3,47	3,99	3,08
TALLO	0,13	1,80	5,39	6,43	4,65
FRUTO			5,13	6,66	7,77
TOTAL	0,76	4,32	13,99	17,09	15,50

Promedio de los cuatro niveles evaluados

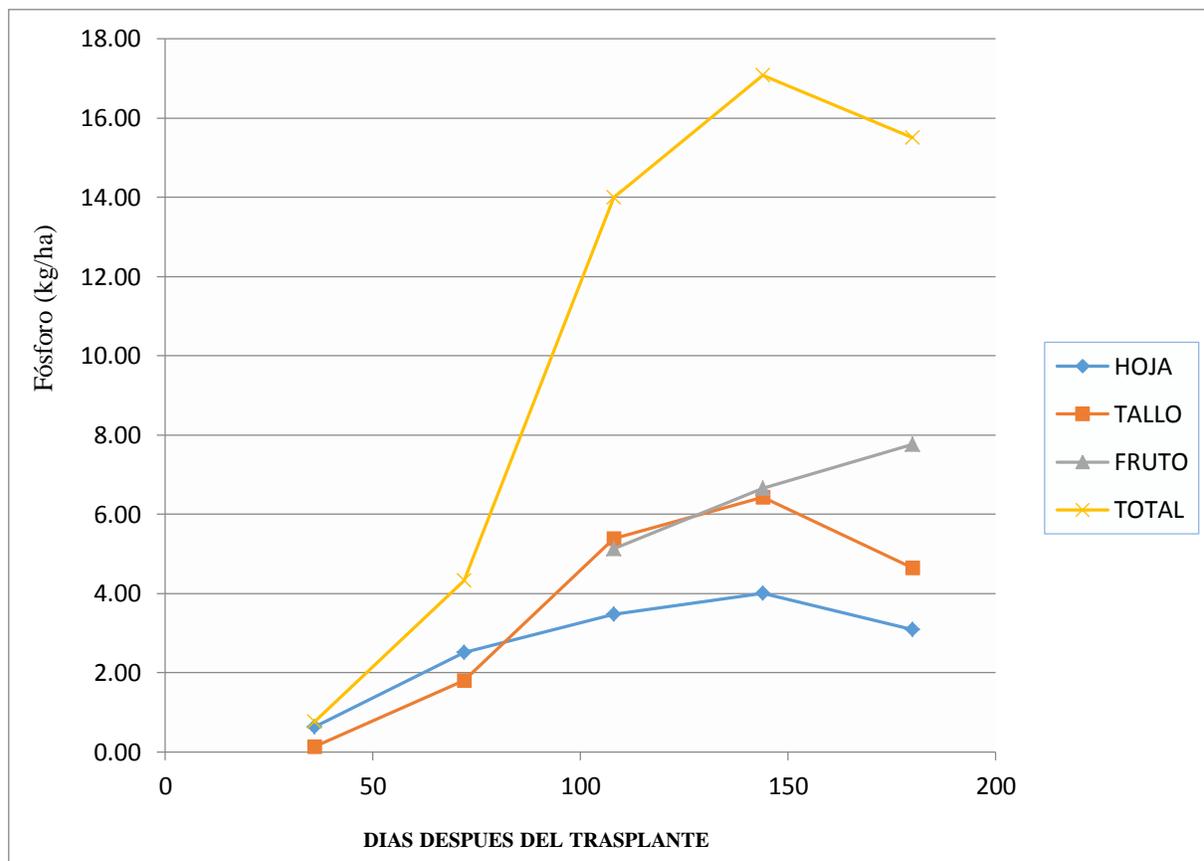


Figura 16: Absorción de fósforo total en diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 22. Absorción de fósforo para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,62	3,69	4,10	5,87	5,05
TALLO	0,12	2,49	6,73	9,70	7,71
FRUTO			6,23	8,07	11,68
TOTAL	0,74	6,18	17,06	23,64	24,44

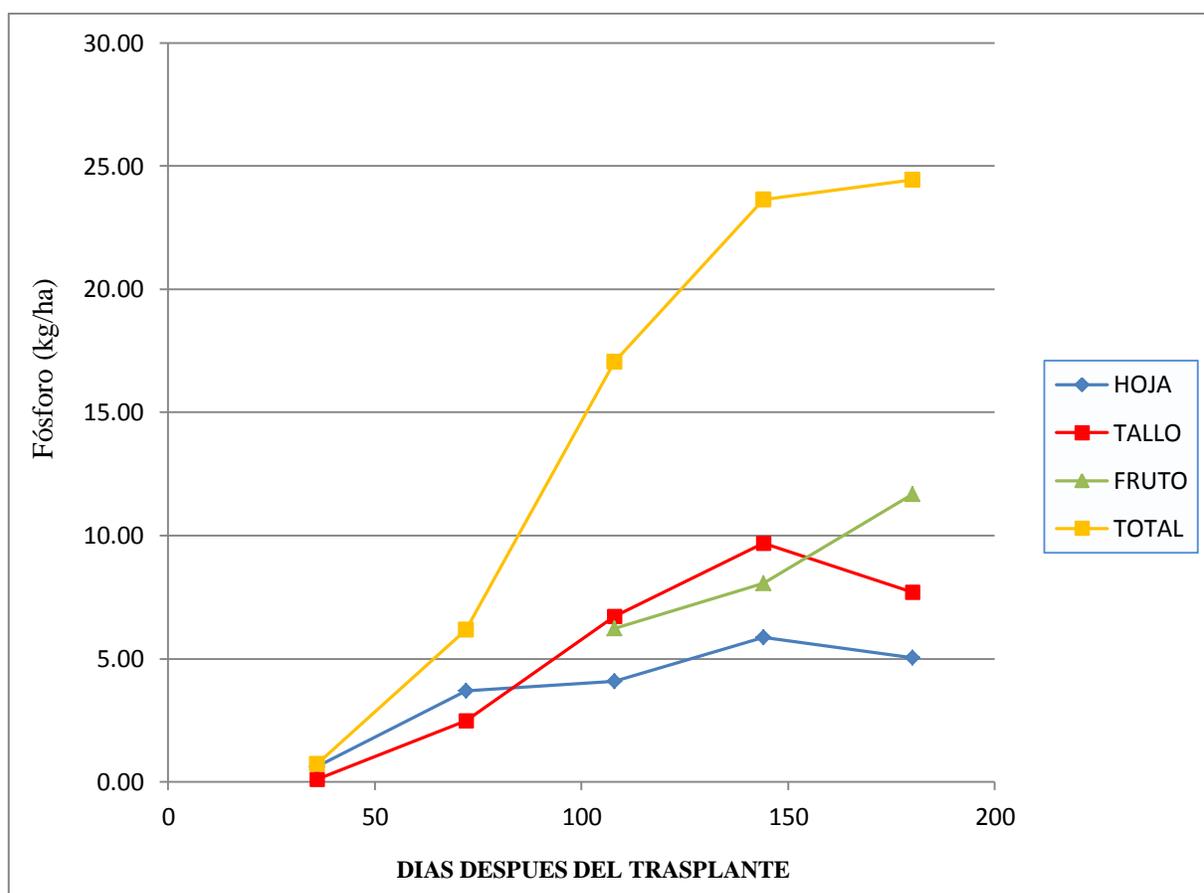


Figura 17: Absorción de fósforo para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.2.2c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de fósforo a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

La relación lineal entre estas dos variables muestra una asociación altamente significativa, tanto para el análisis de regresión y la correlación en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de fósforo (P) total a los 180 ddt. El análisis de regresión entre estas dos variables, indica que por cada tonelada de aumento en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 0,42 kg/ha de P. El coeficiente de correlación positivo de 0,87 indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de P. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de fósforo, el 74,93% se debe al rendimiento total de fruto fresco y el 25,07% es debido a otros factores no conocidos (Tabla 23 y Figura 19).

Tabla 23. Coeficiente de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de P (y).

		Significación
b =	0,4207	**
r =	0,8657	**
r² =	0,7493	
y =	0,4207x - 0,8291	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

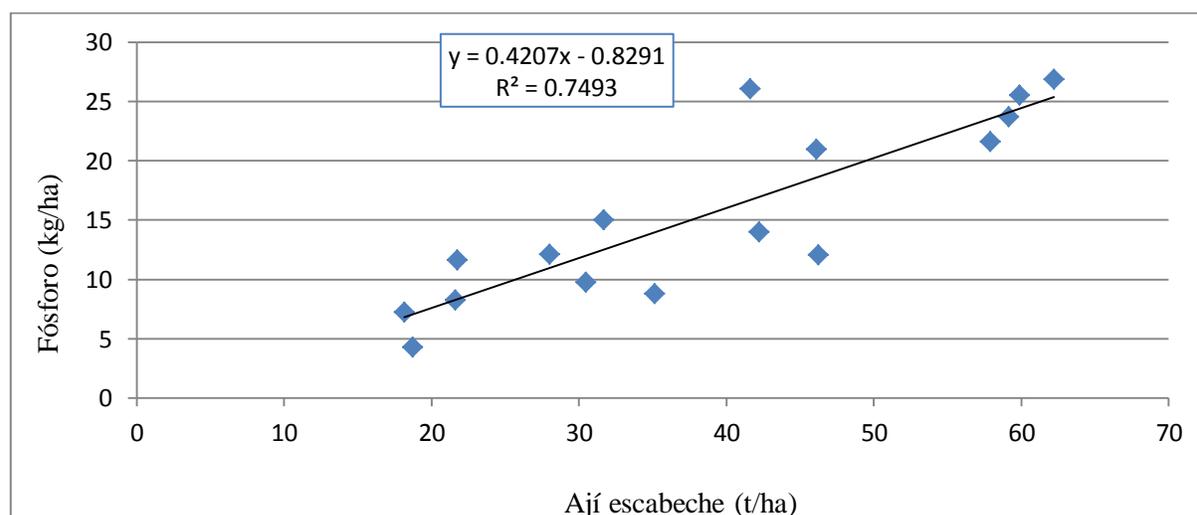


Figura 18: Análisis de regresión de rendimiento total de fruto fresco y la absorción de P.

4.2.3 POTASIO

4.2.3a Acumulación periódica de la absorción de potasio

En el caso de K (Tabla 24 y Figura 19) se observa que a los 36 ddt los valores registrados fueron similares en todos los niveles de fertilización, variando entre 7,37 y 9,54 Kg ha⁻¹ de K, respectivamente. A los 72 ddt también los valores fueron muy similares, sin embargo con el T3 (200 – 150 – 250) se logró la mayor absorción con 37,08 Kg ha⁻¹ de K superando a lo observado con los otros niveles. A los 108 ddt ya se observan diferencias estadísticas más claras entre lo absorbido en los diferentes niveles de fertilización, siendo el T3 (200 – 150 – 250) con 200,61 Kg ha⁻¹ y T2 (150 – 100 – 200) con 174,72 Kg ha⁻¹ de K, respectivamente, los que obtuvieron los mayores valores cuya absorción de K fue superior estadísticamente a lo observado en los otros niveles de fertilización. A los 144 ddt se aprecia que el T3 (200 – 150 – 250) fue superior estadísticamente a todos los niveles de fertilización con 291,10 Kg ha⁻¹ de K, asimismo, el T2 (150 – 100 – 200) registro un valor alto con 229 Kg ha⁻¹, superando estadísticamente a lo observado por el T1 (100 – 50 – 150) con 152,21 Kg ha⁻¹ y el T0 (0 – 0 – 0) con 82,61 Kg ha⁻¹ de K, respectivamente. A los 180 ddt las observaciones registradas fueron similares en los tres primeros niveles de fertilización, sin embargo, el T3 (200 – 150 – 250) obtuvo el mayor valor con 331,70 Kg ha⁻¹ de K, que fue superior estadísticamente a lo observado por el T0 (0 – 0 – 0) con 68,92 Kg ha⁻¹ de K.

Cabe resaltar, que a pesar que los valores fueron más altos a la cantidad de fertilizantes aplicados, esto se deba al contenido de potasio en el suelo que sumado con la fertilización potásica y la materia orgánica, proporcione una mayor cantidad de potasio en la planta. Siendo estos resultados positivos, debido a que están dentro de los rangos reportados por Rincón et al. (1993) citado por Castillo (2014) que indican que la absorción de K varía de 90 a 300 Kg ha⁻¹. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Castillo (2014) quién reportó que para dosis media (133 N – 65 P₂O₅ – 189 K₂O) obtuvo la mayor absorción de K a los 165 ddt con un valor de 506,8 Kg ha⁻¹, y la dosis completa de fertilización (266 N – 130 P₂O₅ – 377 K₂O) la cual alcanzó su mayor nivel de absorción a los 165 ddt con un valor de 416,3 Kg ha⁻¹ de K. También se observa un caso similar por Arteaga (2012), quien reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 180 Kg ha⁻¹ de K a los 75 ddt para el cv. Vencedor y a los 120 ddt

con 290 Kg ha⁻¹ de K en el cv. Mulato. Asimismo, Azofeifa y Moreira (2004) encontraron valores similares con 180 Kg ha⁻¹ de K absorbido.

El incremento porcentual de K en los tratamientos se puede observar que varió entre 85,54 y 91,48 por ciento del K total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, en los niveles de fertilización respectivamente (Tabla 25 y Figura 20).

Tabla 24: Absorción periódica de potasio (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	7,37 a	37,08 a	200,61 a	291,10 a	331,70 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	9,54 a	37,29 a b	174,72 a b	229,40 b	244,53 a b
T1 (100 – 50 – 150)	7,64 a	33,50 a b	135,82 b	152,21 c	158,04 a b
T0 (0 – 0 – 0)	8,10 a	29,21 b	85,40 c	82,61 d	68,92 b
Promedio	8,16	34,27	149,14	188,83	200,79
An.Va.	n.s.	n.s.	**	**	**
C.V. (%)	17,25	12,05	13,89	11,63	24,89

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p≤0,05)

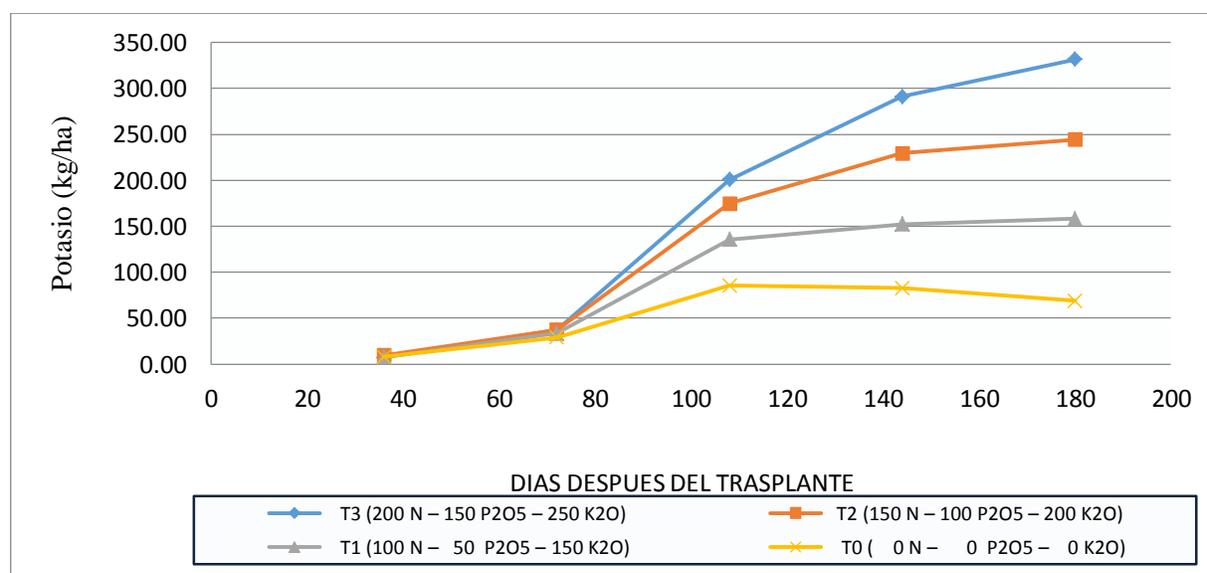


Figura 19: Absorción periódica de potasio (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 25: Incremento porcentual de K durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	2,22	8,96	49,30	27,28	12,24	100,0
T2	3,90	11,35	56,20	22,36	6,19	100,0
T1	4,83	16,37	64,74	10,37	3,69	100,0
T0	11,76	30,63	55,54	2,12	0,00	100,0

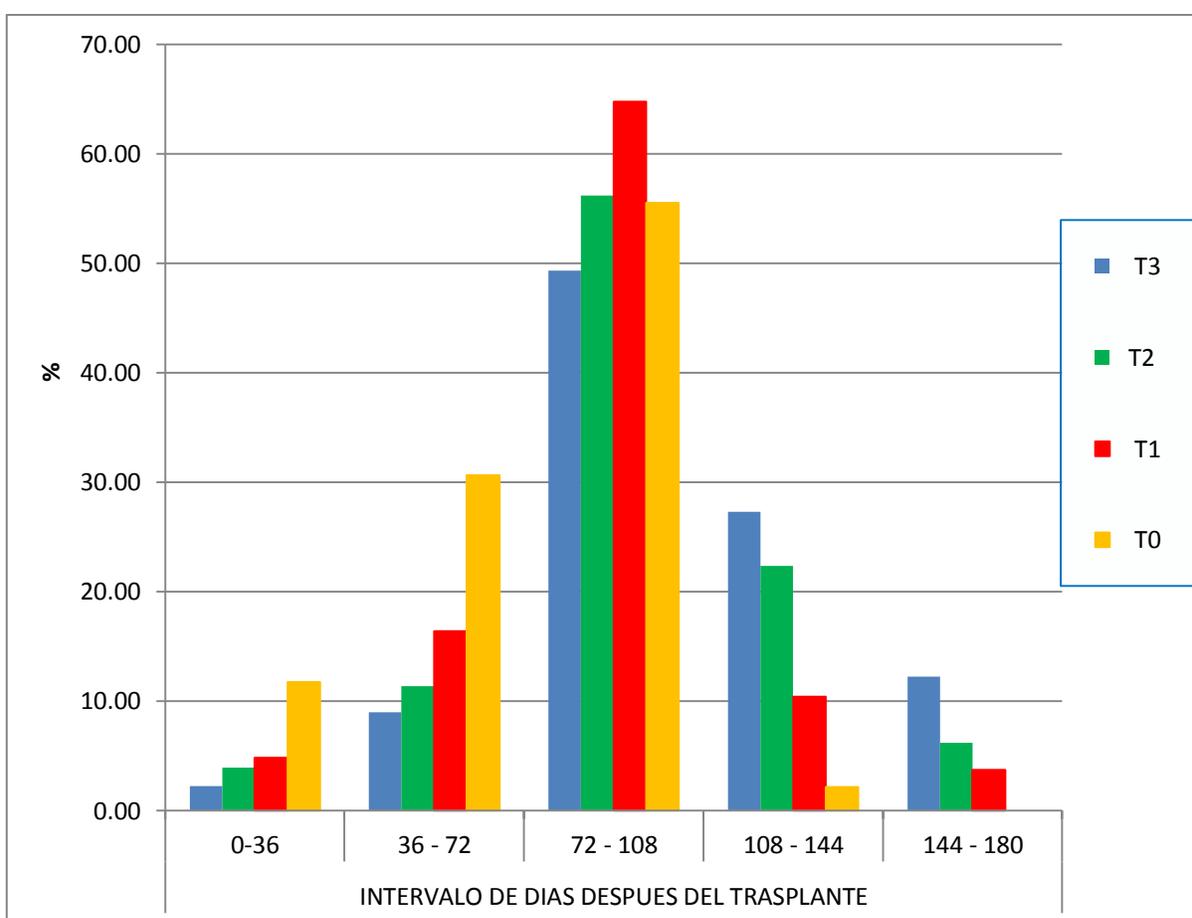


Figura 20: Incremento porcentual en peso del potasio absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.2.3b Absorción de potasio en los diferentes órganos del ají escabeche.

La absorción de K en la hoja muestra una tendencia creciente donde alcanza máximo valor a los 144 ddt (Tabla 26 y Figura 21) con 58,23 Kg ha⁻¹ de K, luego tiende a declinar a los 180 ddt con 40,86 Kg ha⁻¹ de K. El tallo reportó su máxima absorción a los 108 ddt con 77,46 Kg ha⁻¹ de K, luego de esta fecha la absorción declina, sin embargo, se recupera a los 180 ddt con 82,13 Kg ha⁻¹ de K, esto se debe a que la planta de ají escabeche produce brotes nuevos y fructifica más de una vez, por lo cual, el K es absorbido y es almacenado en el tallo, para luego ayudar a distribuir los fotosintatos a los nuevos brotes; además absorbió más en comparación con la hoja, este comportamiento es similar en todos los niveles de fertilización. Asimismo, la absorción de K en el fruto sigue una tendencia creciente y alcanza el mayor valor a los 180 ddt con 77,81 Kg ha⁻¹ de K.

En el caso del T3 (200 – 150 – 250) se aprecia que la hoja se observa que el mayor valor de absorción se da a los 144 ddt con 93,27 Kg ha⁻¹ de K, luego la absorción declina a los 180 ddt con 44,59 Kg ha⁻¹ de K. El tallo sigue una tendencia creciente hasta los 108 ddt donde alcanza su máxima absorción con 108,85 Kg ha⁻¹ de K, luego tiende a decrecer para translocar fotosintatos al fruto, sin embargo, se recupera a los 180 ddt con 157,89 Kg ha⁻¹ de K, debido a que la planta de ají escabeche está fructificando. Asimismo, la absorción de K en el fruto sigue una tendencia creciente desde los 108 hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor con 129,10 Kg ha⁻¹ de K (Tabla 27 y Figura 22).

Esto nos muestra que el K durante los períodos de formación y maduración de fruta se expresa principalmente en el metabolismo de carbohidratos y translocación de metabolitos a partir de hojas y otros órganos vegetativos a los órganos en desarrollo (Sawan et al., 2003). Si el rendimiento que se espera es mayor, el ají escabeche va demandar mayor cantidad de K, este aumento de la demanda se debe a la mayor cantidad de materia seca formada y no a un aumento de la concentración del elemento en el ají escabeche. Los asimilados, producidos por la fotosíntesis en los órganos “fuente” (principalmente las hojas), pueden ser almacenados o distribuidos vía floema entre los diferentes órganos “sitios de utilización o de almacenamiento” de una planta. Según Usherwood (1985) el potasio ha sido descrito como el

"elemento de calidad" para la producción de cultivos. Aumenta la síntesis de proteínas, almidón y sólidos solubles contenidos en las plantas, y mejora el color y el sabor, así como factores de considerable relevancia para la calidad del rendimiento. Además, reduce la incidencia de plagas y enfermedades, mejora el almacenamiento y la calidad del envío y extiende la vida útil (Mengel y Kirkby, 1987). La aplicación óptima de potasio puede contribuir a un alto rendimiento sostenible y de alta eficiencia de nutrientes (Qiu et al., 2014). Reportes similares se registran en ají escabeche por Castillo (2014), en alcachofa por Felles (2009) y Rodríguez (2009), en Cebolla por Palacios (1995) y en pimiento por Azoifa y Moreira (2008) y Arteaga (2012).

Tabla 26: Absorción de potasio total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	7,02	15,17	37,18	58,23	40,86
TALLO	1,14	19,10	77,46	55,00	82,13
FRUTO			34,50	75,60	77,81
TOTAL	8,16	34,27	149,14	188,83	200,79

Promedio de los cuatro niveles evaluados

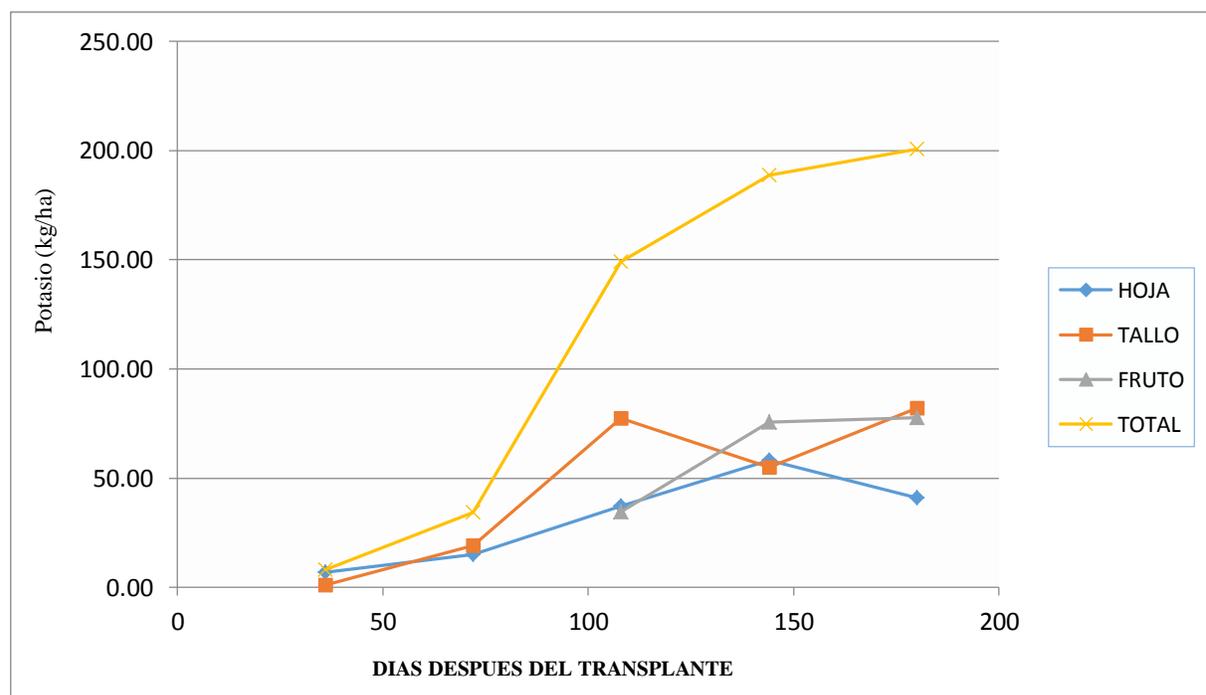


Figura 21: Absorción de potasio total en diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 27: Absorción de potasio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	6,36	13,57	43,01	93,27	44,59
TALLO	1,01	23,51	108,85	83,38	157,89
FRUTO			48,75	114,45	129,21
TOTAL	7,37	37,08	200,61	291,10	331,70

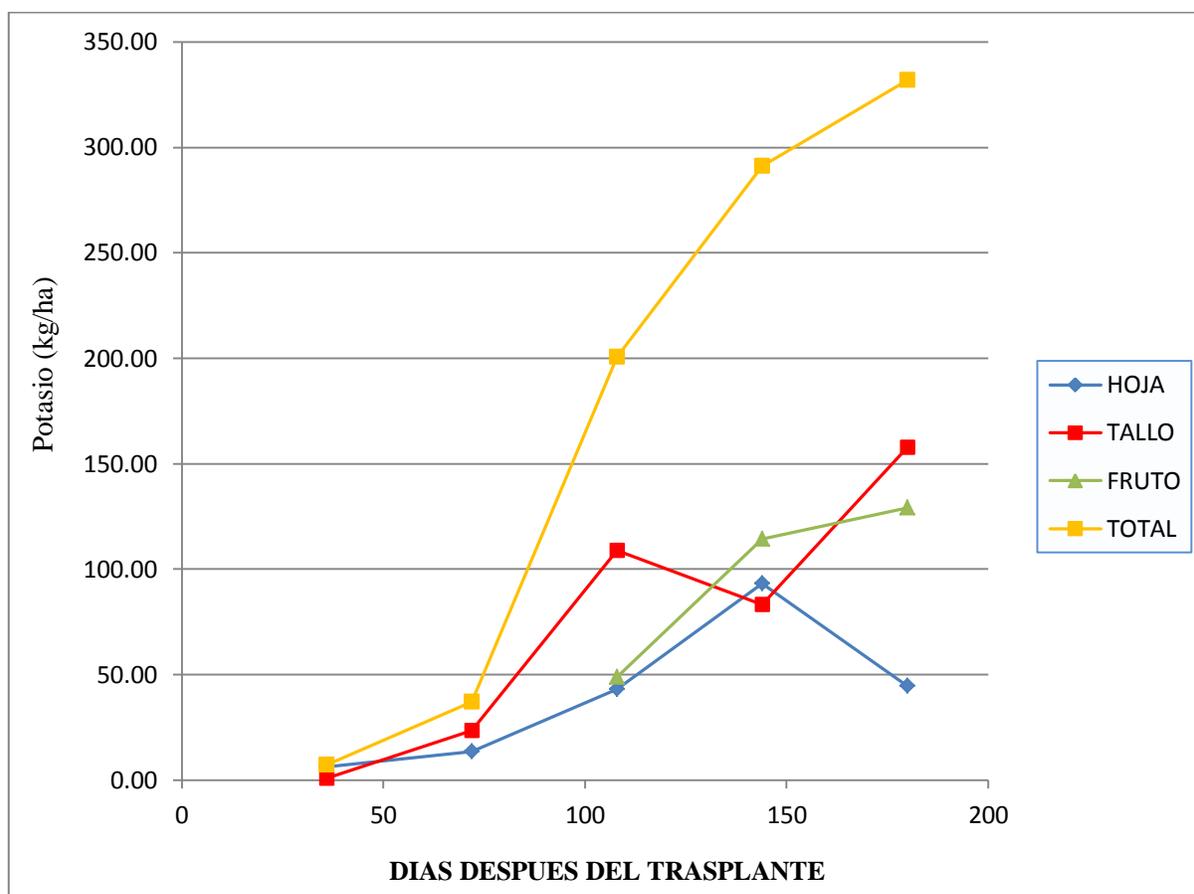


Figura 22: Absorción de potasio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.2.3c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de potasio a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

La relación lineal entre estas dos variables muestra una asociación altamente significativa, tanto para el análisis de regresión y la correlación en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de potasio (K) total en la última campaña. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 6,72 Kg ha⁻¹ de K. El coeficiente de correlación es positivo (r= 0,74) indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de K. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de K, el 53,9 % se debe al rendimiento total de fruto fresco y el 46,1 % es debido a otros factores no conocidos (Tabla 28 y Figura 23).

Tabla 28. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de K (y).

		Significación
b =	6,723	**
r =	0,743	**
r² =	0,539	
y =	6,7228x - 60,103	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

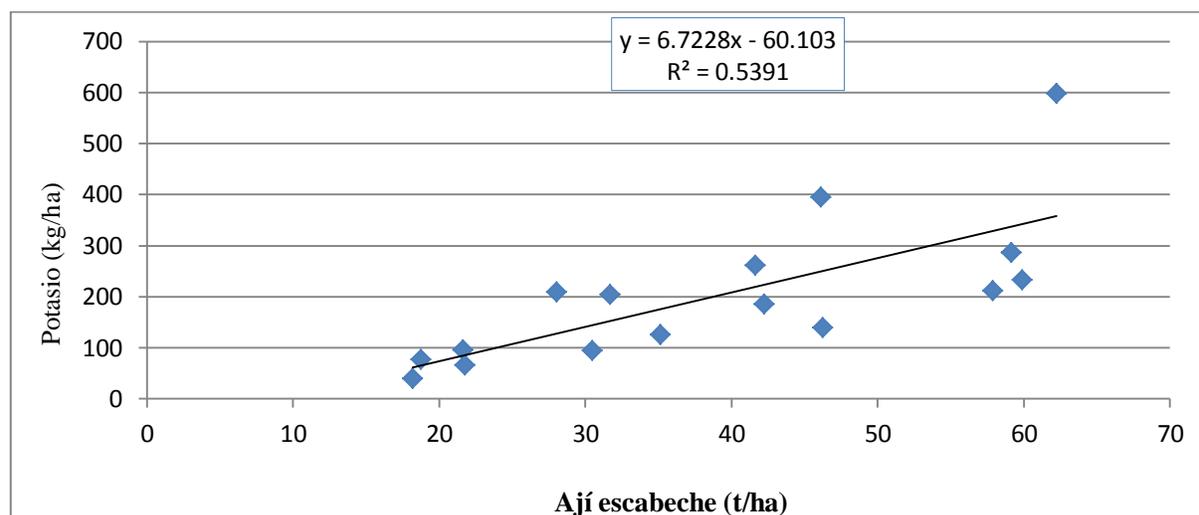


Figura 23: Análisis de regresión de rendimiento total de fruto fresco y la absorción de K.

4.2.4 CALCIO

4.2.4a Acumulación periódica de la absorción de calcio

La absorción periódica para el caso de calcio (Ca) (Tabla 28 y Figura 24). Se puede apreciar que en los dos primeros muestreos (a los 36 y 72 ddt) las absorciones registradas fueron similares bajo todos los niveles de fertilización ensayados, los valores varían entre 2,86 y 3,37 Kg ha⁻¹ de Ca a los 36 ddt y 30,50 y 42,03 Kg ha⁻¹ de Ca a los 72 ddt. A los 108 ddt la mayor absorción de Ca se dio en el T3 (200 – 150 – 250) con 69,96 Kg ha⁻¹ de Ca, que fue superior estadísticamente a lo observado por el T0 (0 – 0 – 0) con 36,65 Kg ha⁻¹ de Ca. A los 144 ddt el T3 (200 – 150 – 250) y el T2 (150 – 100 – 200) obtuvieron valores similares, sin embargo el T3 (200 – 150 – 250) lo superó con 100,43 Kg ha⁻¹ de Ca, siendo ambos superiores estadísticamente a los demás niveles de fertilización. A los 180 ddt se muestra los mayores valores de absorción de Ca, siendo el T3 (200 – 150 – 250) con 108,66 Kg ha⁻¹ de Ca el que registro la mayor absorción, similar a lo observado por el T2 (150 – 100 – 200) con 94,19 Kg ha⁻¹ de Ca, siendo ambos superiores estadísticamente al T1 (100 – 50 – 150) con 73,90 Kg ha⁻¹ de Ca y al T0 (0 – 0 – 0) con 30,50 Kg ha⁻¹ de Ca.

Los resultados están dentro de los rangos reportados por Rincón et al. (1993) citado por Castillo (2014) los cuales indican que la absorción de calcio varía de 70 a 121 Kg ha⁻¹. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Castillo (2014) quién reportó que para dosis media (133 N – 65 P₂O₅ – 189 K₂O) obtuvo la mayor absorción de Ca a los 165 ddt con un valor de 136,2 Kg ha⁻¹, y la dosis completa de fertilización (266 N – 130 P₂O₅ – 377 K₂O) la cual alcanzó su mayor nivel de absorción a los 165 ddt con un valor de 134,3 Kg ha⁻¹ de Ca, también se observa un caso similar por (Arteaga, 2012) quien reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 102 Kg ha⁻¹ de Ca a los 120 ddt para el cv. Vencedor y de igual manera con 116,07 Kg ha⁻¹ de Ca en el cv. Mulato. Asimismo, Azofeifa y Moreira (2004) encontraron valores más bajos con 24 Kg ha⁻¹ de Ca absorbido.

En la Tabla 30 y Figura 25 muestra el incremento porcentual de Ca en los tratamientos se puede observar que varió entre 80,66 y 90,64 por ciento del Ca total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización.

Tabla 29: Absorción periódica de calcio (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	3,29 a	42,03 a	69,96 a	100,43 a	108,66 a
T2 (150 – 100 – 200)	3,37 a	32,73 a	61,58 a b	79,35 a	94,19 a b
T1 (100 – 50 – 150)	3,26 a	33,89 a	45,27 b c	50,50 b	73,90 b
T0 (0 – 0 – 0)	2,86 a	30,50 a	36,65 c	34,92 b	30,50 c
Promedio	3,19	34,78	53,37	66,30	76,82
An.Va.	n.s.	n.s.	**	**	**
C.V. (%)	16,88	21,24	16,40	19,38	13,95

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

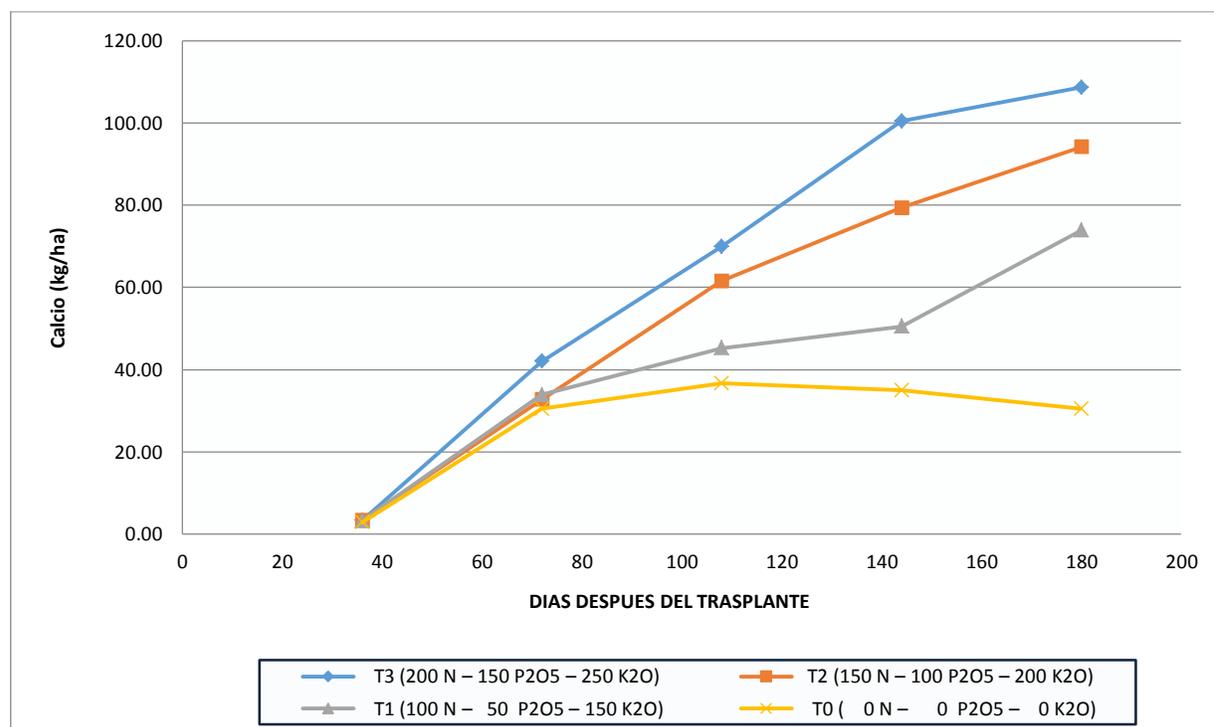


Figura 24: Absorción periódica de calcio (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 30. Incremento porcentual de Ca durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	3,02	35,65	25,71	28,04	7,57	100,0
T2	3,58	31,17	30,63	18,87	15,76	100,0
T1	4,41	41,45	15,41	7,07	31,67	100,0
T0	9,37	62,34	20,16	8,14	0,00	100,0

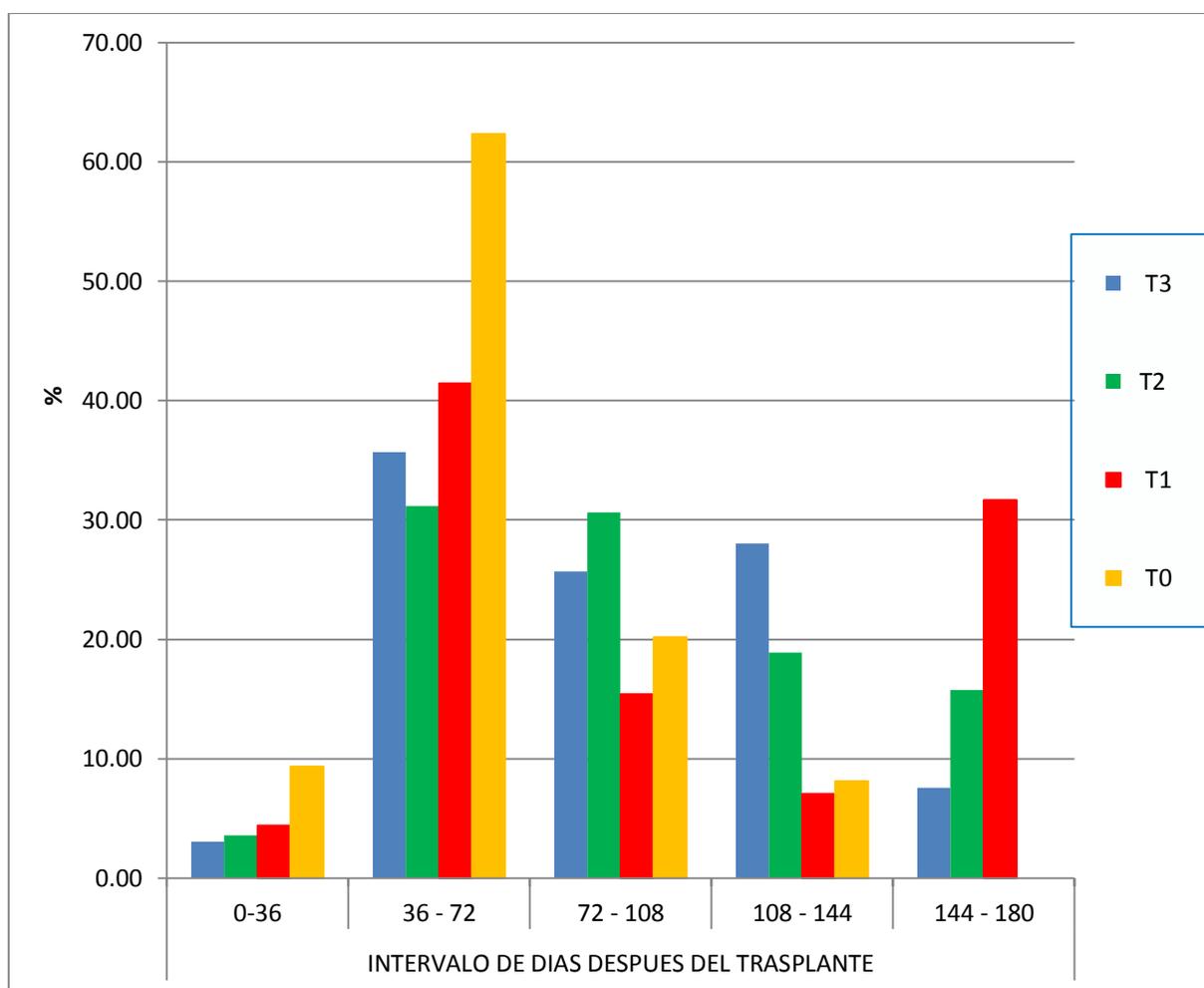


Figura 25: Incremento porcentual en peso del calcio absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.2.4b Absorción de calcio en los diferentes órganos del ají escabeche

La absorción de Ca en la hoja muestra una tendencia creciente a partir de los 36 ddt hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor con 48,77 Kg ha⁻¹ de Ca, para el caso del tallo el cual se observa que el mayor valor fue a los 144 ddt con 18,90 Kg ha⁻¹ de Ca, luego tiende a decrecer, debido a que comienza a translocarse hacia el fruto. Asimismo, la absorción de Ca en el fruto inicia desde los 108 ddt hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor con 9,17 Kg ha⁻¹ de Ca) siendo este órgano el que registró el menor valor de los demás órganos debido a la baja movilidad del Ca (Tabla 31 y Figura 26)

En el T3 (200 – 150 – 250) se aprecia que en la hoja muestra una tendencia creciente a partir de los 36 ddt hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor con 64,26 Kg ha⁻¹ de Ca, además es el órgano que registró la mayor absorción de Ca en comparación con los demás órganos, seguido por el tallo el cual sigue una tendencia creciente donde se observa la mayor absorción a los 108 ddt con 37,84 Kg ha⁻¹ de Ca, luego tiende a decrecer, debido a que comienza a translocarse hacia el fruto. Asimismo, la absorción de Ca en el fruto inicia desde los 108 hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor con 13,56 Kg ha⁻¹ de Ca (Tabla 32 y Figura 27).

Esto nos muestra que el Ca es muy importante en toda etapa debido a que mantiene la integridad de la membrana y se encuentra en las paredes celulares en forma de pectato de Ca, favorece el crecimiento y la germinación del polen, y activa gran cantidad de enzimas que intervienen en la mitosis, división y elongación celular y se debe tener en cuenta que su deficiencia, puede provocar una translocación de este elemento de la fruta al follaje, lo que afecta el tamaño y la calidad del mismo (Mengel y Kirkby, 2000; Molina y Meléndez, 2003). Además que no se aplicó calcio al suelo, se puede mencionar que las raíces de las plantas toman el calcio desde la solución del suelo en forma iónica Ca²⁺ (Marschner, 1995; Mengel y Kirkby, 2002). Reportes similares se registran en ají escabeche por Castillo (2014), en alcachofa por Felles (2009) y Rodríguez (2009), en cebolla por Palacios (1995) y en pimiento por Azoifa y Moreira (2008) y Arteaga (2012).

Tabla 31: Absorción de calcio total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	2,63	21,16	20,86	38,87	48,77
TALLO	0,56	13,63	29,09	18,90	18,88
FRUTO			3,42	8,52	9,17
TOTAL	3,19	34,79	53,37	66,30	76,82

Promedio de los cuatro niveles evaluados

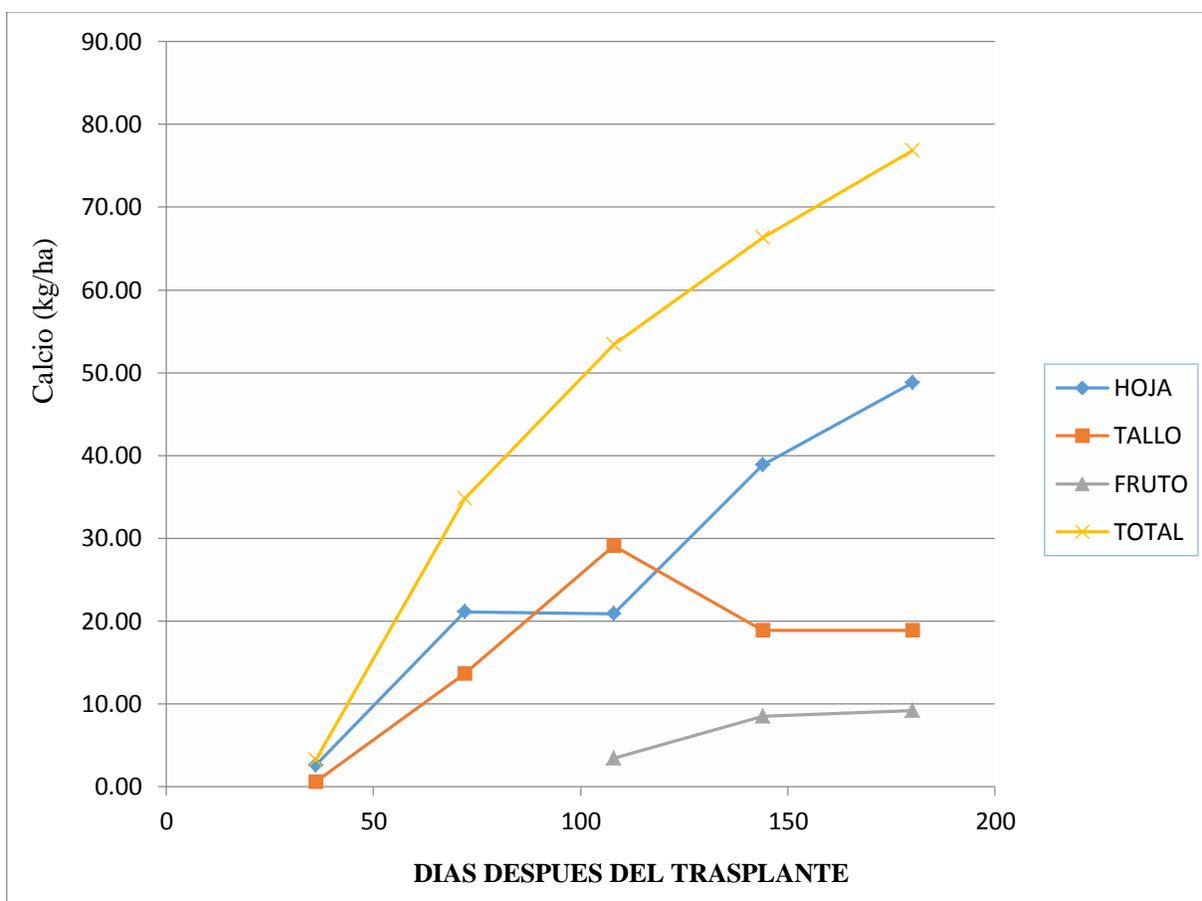


Figura 26: Absorción de calcio total en diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 32: Absorción de calcio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	2,64	25,49	27,22	58,05	64,26
TALLO	0,65	16,54	37,84	33,30	30,84
FRUTO			4,90	9,08	13,56
TOTAL	3,29	42,03	69,96	100,43	108,66

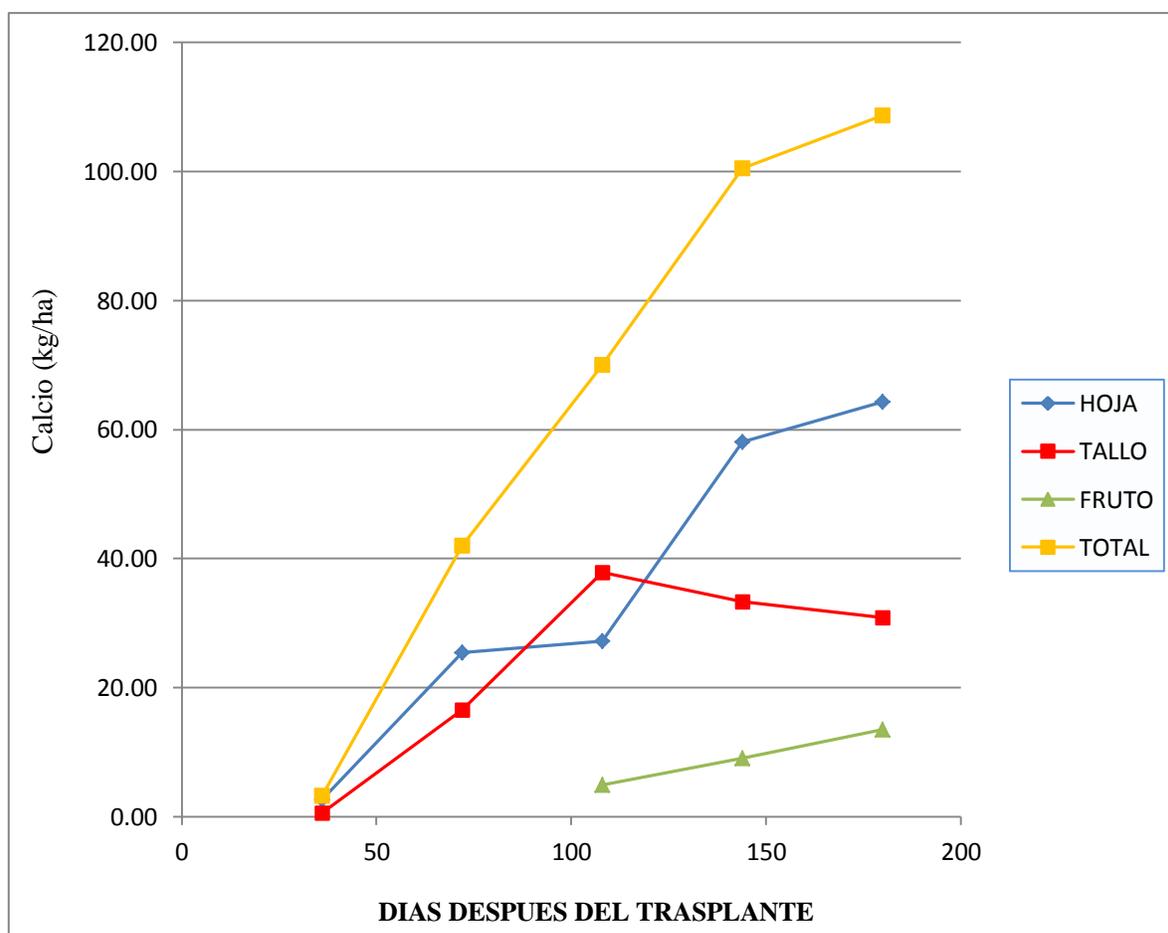


Figura 27: Absorción de calcio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.2.4c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de calcio a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

El análisis de regresión y la correlación lineal entre estas dos variables nos indican que hay una asociación altamente significativa, en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de calcio (Ca) total en la última campaña. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 1,83 Kg ha⁻¹ de Ca. El coeficiente de correlación obtuvo un valor positivo de 0,87 indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de Ca. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de Ca, el 74,9 % se debe al rendimiento total de fruto fresco (Tabla 33 y Figura 28).

Tabla 33. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Ca (y).

		Significación
b =	1,829	**
r =	0,866	**
r² =	0,749	
y =	1,8293x + 5,8217	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

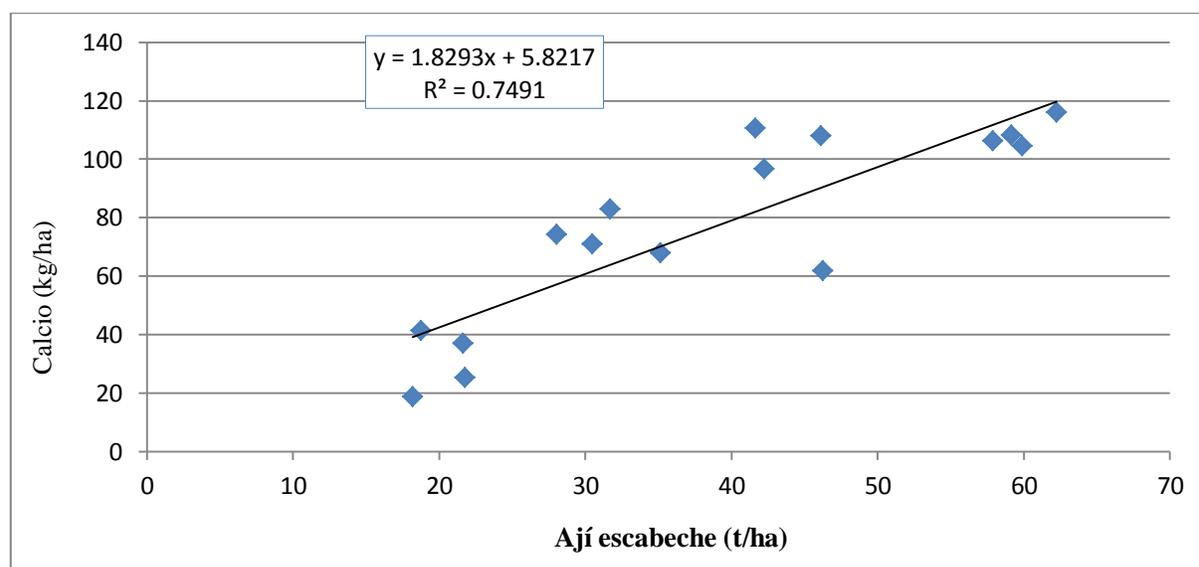


Figura 28: Análisis de regresión de rendimiento total de fruto fresco y la absorción de Ca.

4.2.5 MAGNESIO

4.2.5a Acumulación periódica de la absorción de magnesio

En la Tabla 34 y Figura 29 se observa que en los dos primeros muestreos (a los 36 y 72 ddt) los valores fueron homogéneos bajo todos los niveles de fertilización, variando entre 1,02 y 1,19 Kg ha⁻¹ de Mg a los 36 ddt y 7,86 y 10,00 Kg ha⁻¹ de Mg a los 72 ddt. A los 108 ddt la mayor absorción de Mg se dio en el T3 (200 – 150 – 250) con 19,03 Kg ha⁻¹ de Mg, que fue superior estadísticamente a lo observado por el T0 (0 – 0 – 0) con 13,17 Kg ha⁻¹ de Mg. A los 144 ddt el T3 (200 – 150 – 250) y el T2 (150 – 100 – 200) obtuvieron valores similares, sin embargo el T3 (200 – 150 – 250) lo superó numéricamente con 30,07 Kg ha⁻¹ de Mg, siendo ambos superiores estadísticamente a los demás niveles de fertilización. A los 180 ddt muestra los mayores valores de absorción de Mg, siendo el T3 (200 – 150 – 250) con 31,03 Kg ha⁻¹ de Mg el que registro la mayor absorción, similar a lo observado por el T2 (150 – 100 – 200) con 26,43 Kg ha⁻¹ de Mg, siendo ambos superiores estadísticamente al T1 (100 – 50 – 150) con 14,94 Kg ha⁻¹ de Mg y al T0 (0 – 0 – 0) con 7,06 Kg ha⁻¹ de Mg, respectivamente.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Castillo (2014) quién reportó que para dosis media (133 N – 65 P₂O₅ – 189 K₂O) se obtuvo la mayor absorción de Mg a los 165 ddt con una cantidad de 44,5 Kg ha⁻¹ seguido por la dosis completa de fertilización (266 N – 130 P₂O₅ – 377 K₂O) la cual alcanzó su mayor nivel de absorción a los 165 ddt con un valor de 33,7 Kg ha⁻¹ de Mg, también se observa un caso similar por Arteaga (2012) quien reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 32,14 Kg ha⁻¹ de Mg a los 90 ddt en el cv. Vencedor y 32,01 Kg ha⁻¹ de Mg a los 120 ddt para el cv. Mulato. Asimismo, Azofeifa y Moreira (2004) encontraron valores más bajos con 13 Kg ha⁻¹ de Mg absorbido. De acuerdo con Rincón et al. (1993) citado por Castillo (2014) menciona que nuestros resultados son positivos debido a que la absorción de Mg se encuentra dentro del rango señalado por el investigador el cual varía de 30 a 60 Kg ha⁻¹.

El incremento porcentual de magnesio en los tratamientos se puede observar que varió entre 83,15 y 93,62 por ciento de Mg total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización (Tabla 35 y Figura 30).

Tabla 34: Absorción periódica de magnesio (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	1,02 a	9,88 a	19,23 a	30,07 a	31,03 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	1,08 a	10,00 a	18,29 a	27,66 a b	26,43 a
T1 (100 – 50 – 150)	1,04 a	8,52 a	16,48 a	19,14 b c	17,94 b
T0 (0 – 0 – 0)	1,19 a	7,86 a	13,17 b	13,90 c	7,06 c
Promedio	1,08	9,02	16,79	22,70	20,61
An.Va.	n.s.	n.s.	**	**	**
C.V. (%)	26,81	14,25	8,68	21,73	18,30

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p<0,05)

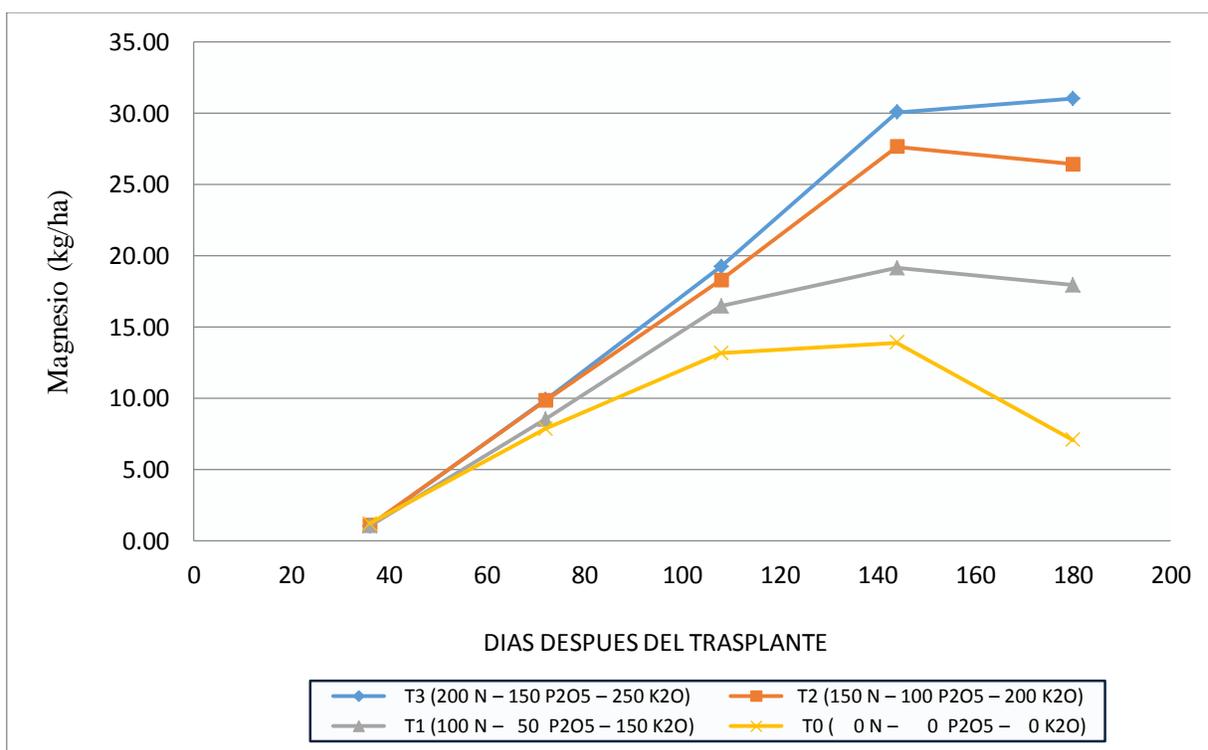


Figura 29: Absorción periódica de magnesio (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 35: Incremento porcentual de Mg durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	3,28	28,54	30,15	34,92	3,10	100,0
T2	4,08	33,11	32,01	25,32	5,53	100,0
T1	5,80	40,07	41,43	12,65	0,00	100,0
T0	16,80	42,75	30,05	10,35	0,00	100,0

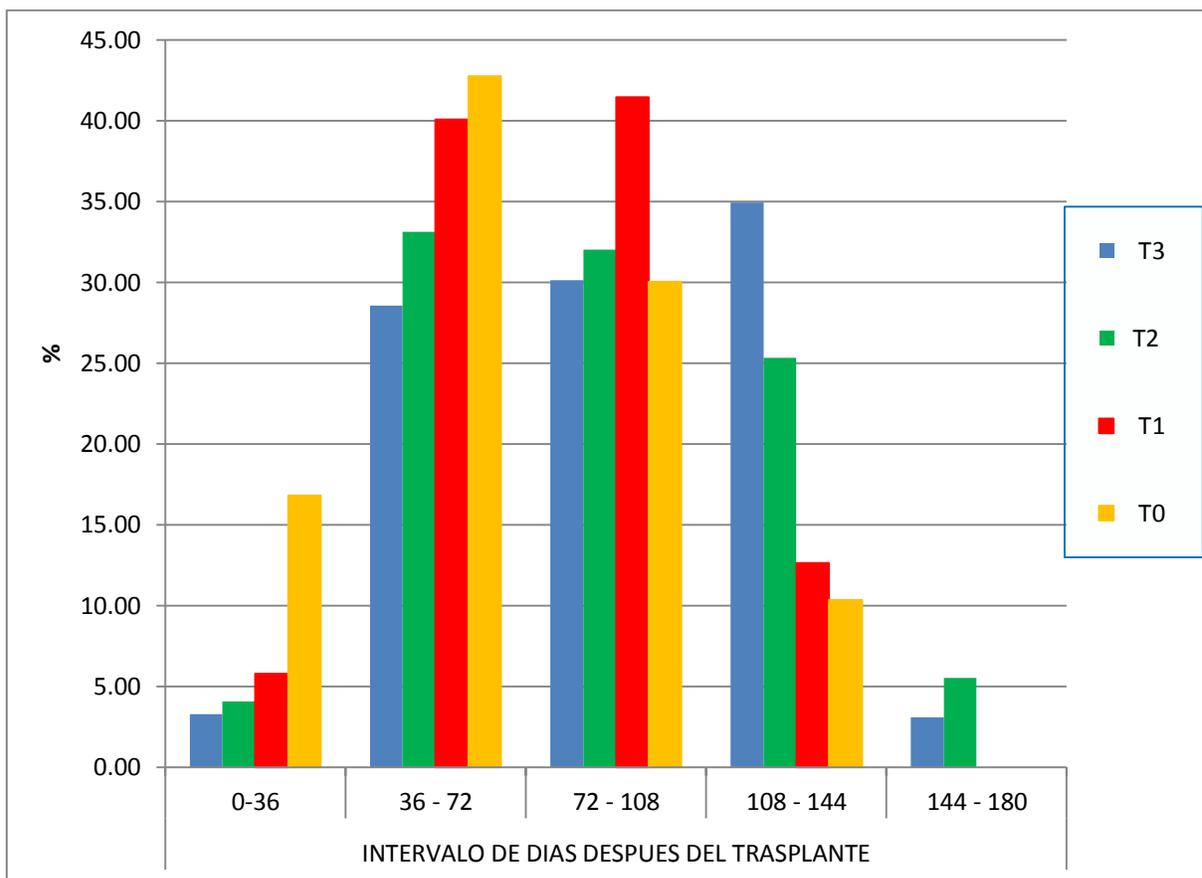


Figura 30: Incremento porcentual en peso del magnesio absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.2.5b Absorción de magnesio en los diferentes órganos del ají escabeche

La absorción de Mg en la hoja alcanza su máximo valor a los 144 ddt con 14,39 Kg ha⁻¹ de Mg, luego sufre una ligera declinación, de igual manera ocurre para el caso del tallo el mayor valor a los 144 ddt con 4,95 Kg ha⁻¹ de Mg, luego declina a los 180 ddt con 3,36 Kg ha⁻¹ de Mg. Asimismo, la absorción de Mg en el fruto alcanza su máximo valor a los 144 ddt con 3,35 Kg ha⁻¹ de Mg y declina a los 180 ddt con 3,03 Kg ha⁻¹ de Mg (Tabla 36 y Figura 31).

Para el caso del T3 (200 – 150 – 250) se aprecia que en la hoja muestra una tendencia creciente a partir de los 36 ddt hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor (0,94 y 20,63 Kg ha⁻¹ de Mg) además es el órgano que registró la mayor absorción de Mg en comparación con los demás órganos, seguido por el tallo el cual alcanza la máxima absorción a los 144 ddt con 7,98 Kg ha⁻¹ de Mg, y declina a los 180 ddt con 5,81 Kg ha⁻¹ de Mg. La absorción de Mg en el fruto alcanza su máximo valor a los 180 ddt con 4,60 Kg ha⁻¹ de Mg (Tabla 37 y Figura 32).

El Mg es muy importante en las etapas de inicio y máximo desarrollo de follaje debido a que es componente de la clorofila (centro de la molécula) de las hojas que se encarga de capturar la energía suplida por el sol, para que las plantas verdes puedan llevar a cabo la fotosíntesis (Molina y Meléndez, 2003). Además, sirve como cofactor en muchos procesos enzimáticos y de fosforilación. Estabiliza las partículas de ribosomas en la configuración para la síntesis de proteínas (Molina y Meléndez, 2003). Entre otras funciones se puede mencionar: regulación del pH celular, el balance de catión–anión, y transferencia de energía; la cual se debe a la capacidad de interactuar fuertemente ligando nucleofílicos (por ejemplo los grupos fosforil), a través de enlaces iónicos, y actuar como un elemento que establece puentes y/o formas complejas de diferentes niveles de estabilidad, y a pesar que no se aplicó magnesio al suelo, se puede inducir que las raíces de las plantas toman el magnesio desde la solución del suelo en forma iónica Mg²⁺ (Marschner, 1995; Mengel y Kirkby, 2002). Reportes similares se registran en ají escabeche por Castillo (2014), en alcachofa por Felles (2009) y Rodríguez (2009), en Cebolla por Palacios (1995) y en pimiento por Azoifa y Moreira (2008) y Arteaga (2012).

Tabla 36: Absorción de magnesio total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,98	7,25	10,21	14,39	14,23
TALLO	0,10	1,77	4,09	4,95	3,36
FRUTO			2,50	3,35	3,03
TOTAL	1,08	9,02	16,79	22,69	20,62

Promedio de los cuatro niveles evaluados

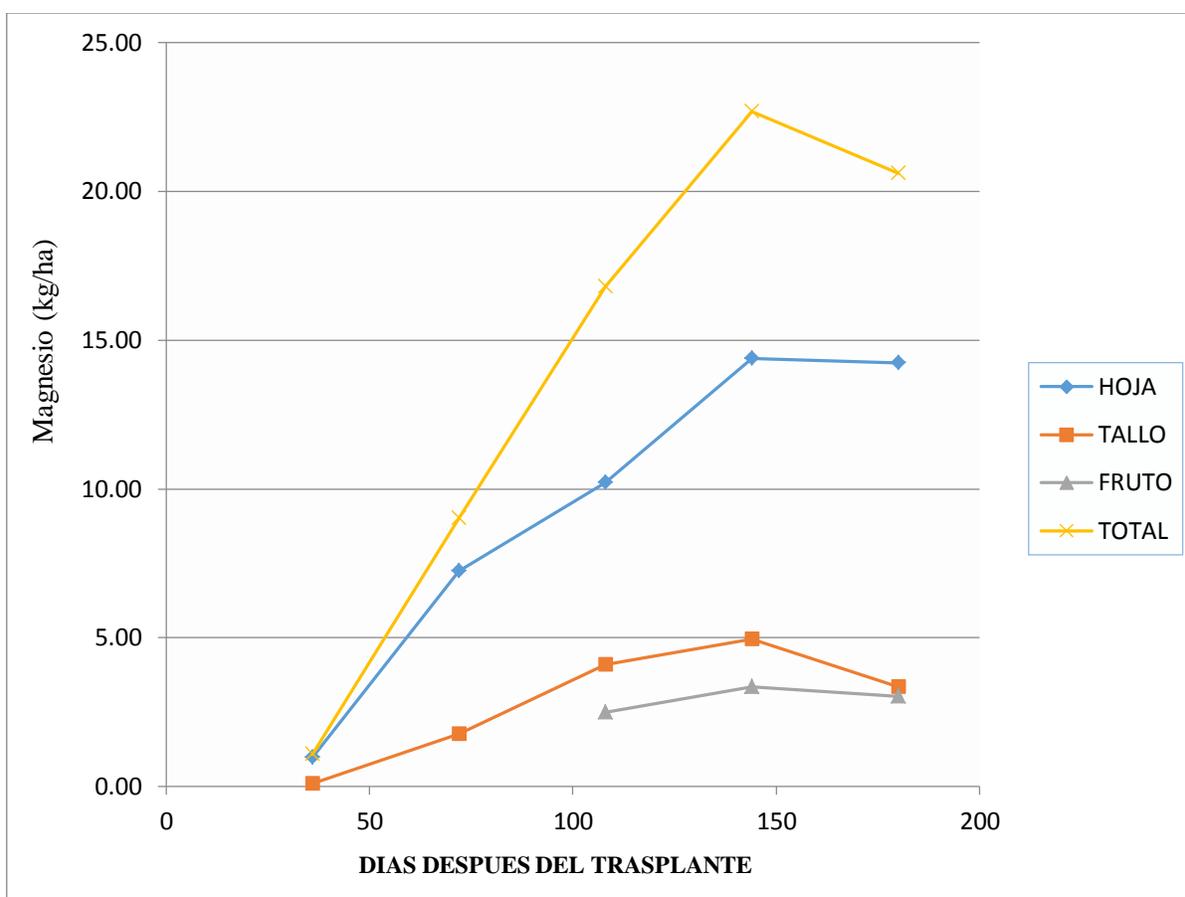


Figura 31: Absorción de magnesio total en diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 37: Absorción de magnesio para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,94	7,82	11,48	17,99	20,63
TALLO	0,08	2,06	4,18	7,98	5,81
FRUTO			3,58	4,10	4,60
TOTAL	1,02	9,88	19,23	30,07	31,03

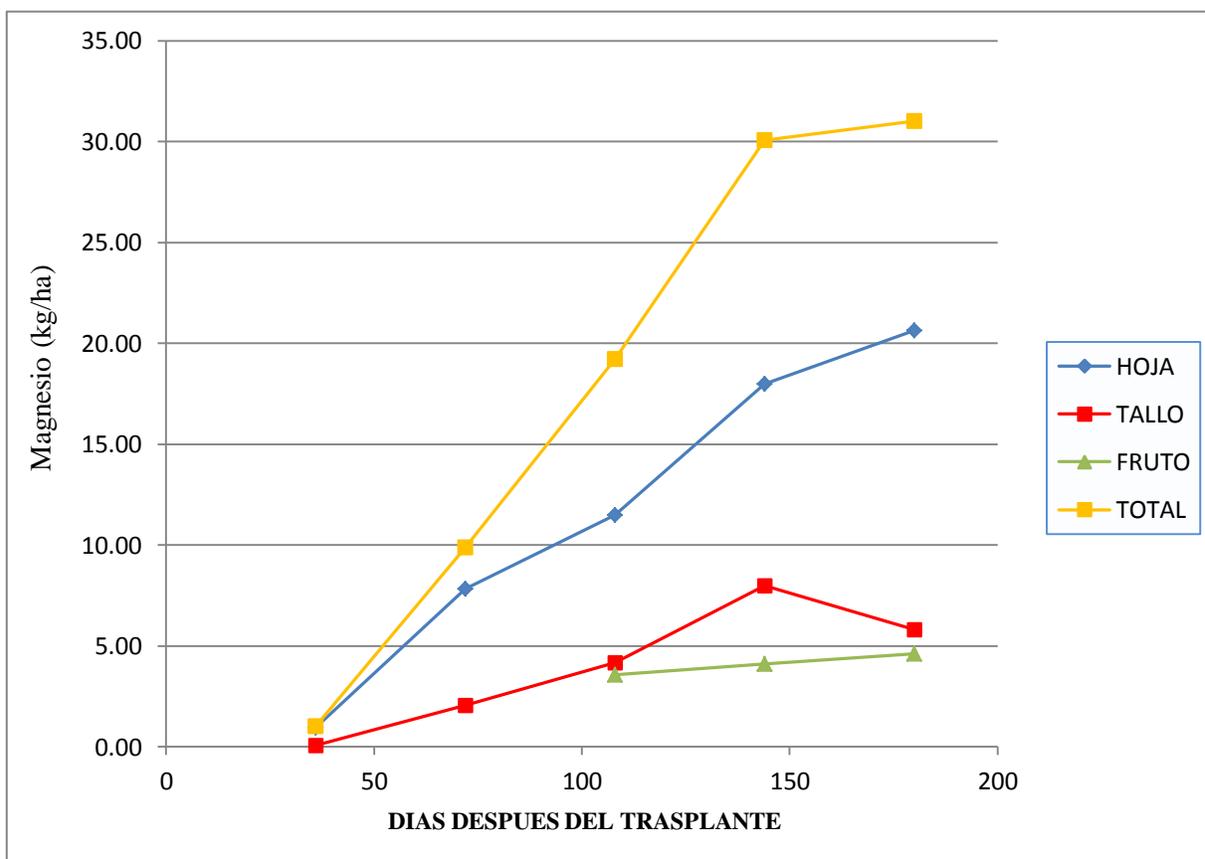


Figura 32: Absorción de magnesio para el T3 (200 N – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.2.5c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de magnesio a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

La relación lineal entre estas dos variables muestra una asociación altamente significativa, tanto para el análisis de regresión y la correlación en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de magnesio total en la última campaña. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 0,59 Kg ha⁻¹ de magnesio. El coeficiente de correlación es positivo ($r= 0,89$) indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de magnesio. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de magnesio, el 79,1 % se debe al rendimiento fruto fresco (Tabla 38 y Figura 33).

Tabla 38. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Mg (y).

		Significación
b =	0,585	**
r =	0,890	**
r² =	0,791	
y =	0,5849x - 2,0801	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

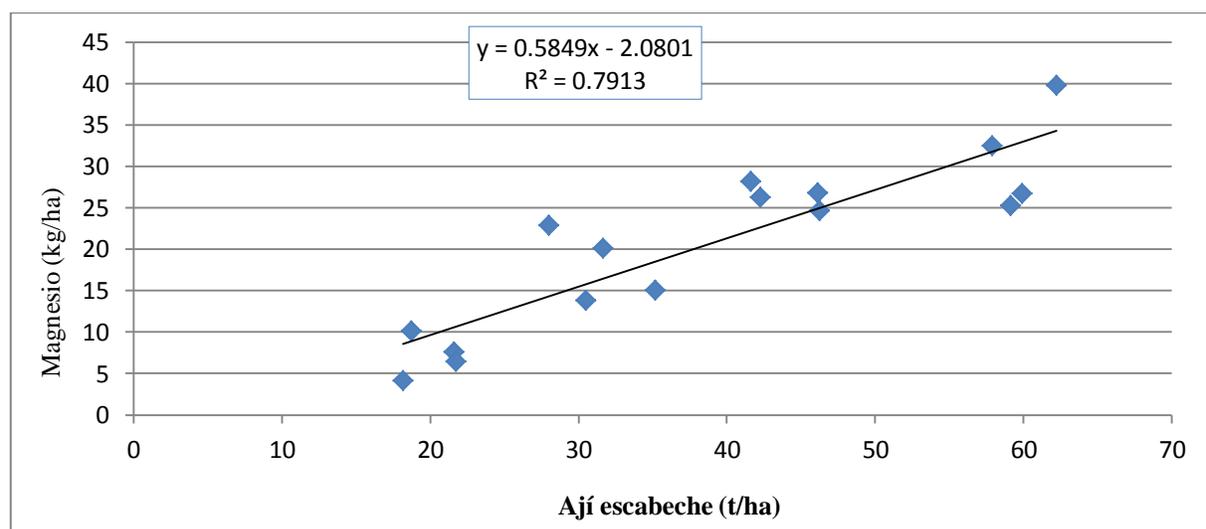


Figura 33: Coeficiente de regresión de materia seca sobre absorción de magnesio.

4.2.6 AZUFRE

4.2.6a Acumulación periódica de la absorción de azufre

La absorción periódica de azufre (S) se puede apreciar que a los 36 ddt se encontraron valores similares bajo todos los niveles de fertilización variando entre 0,34 y 0,38 Kg ha⁻¹ de S. A los 72 ddt se observan diferencias en la absorción entre los diferentes niveles de fertilización, siendo el T3 (200 – 150 – 250) con 3,35 Kg ha⁻¹ de S, el que registró el mayor valor de absorción. A los 108 ddt el T3 (200 – 150 – 250) y el T2 (150 – 100 – 200) mostraron resultados similares, sus valores fueron de 11,57 y 10,78 Kg ha⁻¹ de S, respectivamente, superando estadísticamente a los demás niveles de fertilización. A los 144 ddt la mayor absorción de S se dio en el T3 (200 – 150 – 250) con 23,77 Kg ha⁻¹ de S y el T2 (150 – 100 – 200) con 18,95 Kg ha⁻¹ de S, sin embargo, este fue similar al T1 (100 – 50 – 150) con 11,42 Kg ha⁻¹ de S y este similar al T0 (0 – 0 – 0). A los 180 ddt se muestra los mayores valores de absorción de S, siendo el T3 (200 – 150 – 250) con 28,72 Kg ha⁻¹ de S el que registro la mayor absorción, similar a lo observado por el T2 (150 – 100 – 200) con 21,45 Kg ha⁻¹ de S, asimismo este nivel fue similar al T1 (100 – 50 – 150) con 13,38 Kg ha⁻¹ de S y este al T0 (0 – 0 – 0) con 5,94 Kg ha⁻¹ de S (Tabla 39 y Figura 34).

Cabe resaltar que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango mencionado por Soto (2008) citado por Castillo (2014) quien reportó absorciones entre 28,3 a 34,4 Kg ha⁻¹ de S, respectivamente, y Arteaga (2012) reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 24 Kg ha⁻¹ de S absorbido. Asimismo, Castillo (2014) reportó la mayor absorción de azufre a los 165 ddt con una cantidad de 34,4 ha⁻¹ de S, con una dosis de (133 – 65 – 189). Arteaga (2012) reportó en pimiento un promedio de 20,66 Kg ha⁻¹ de S a los 90 ddt con el cv. Vencedor y 24 Kg ha⁻¹ de S a los 120 ddt con el cv. Mulato. Asimismo, Azofeifa y Moreira (2004) encontraron valores más bajos con 15 Kg ha⁻¹ de azufre absorbido.

El incremento porcentual de S (Tabla 40 y Figura 35), en los tratamientos se puede observar que varió entre 81,22 y 93,61 por ciento del S total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización evaluados.

Tabla 39: Absorción periódica de azufre (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	0,37 a	3,35 a	11,57 a	23,70 a	28,72 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	0,38 a	3,09 a b	10,78 a	18,95 a b	21,45 a b
T1 (100 – 50 – 150)	0,34 a	2,50 b	8,91 b	11,42 b c	13,38 b c
T0 (0 – 0 – 0)	0,38 a	2,49 b	6,86 c	7,95 c	5,94 c
Promedio	0,37	2,86	9,53	14,33	14,32
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	10,17	11,25	8,43	18,83	23,70

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p≤0,05)

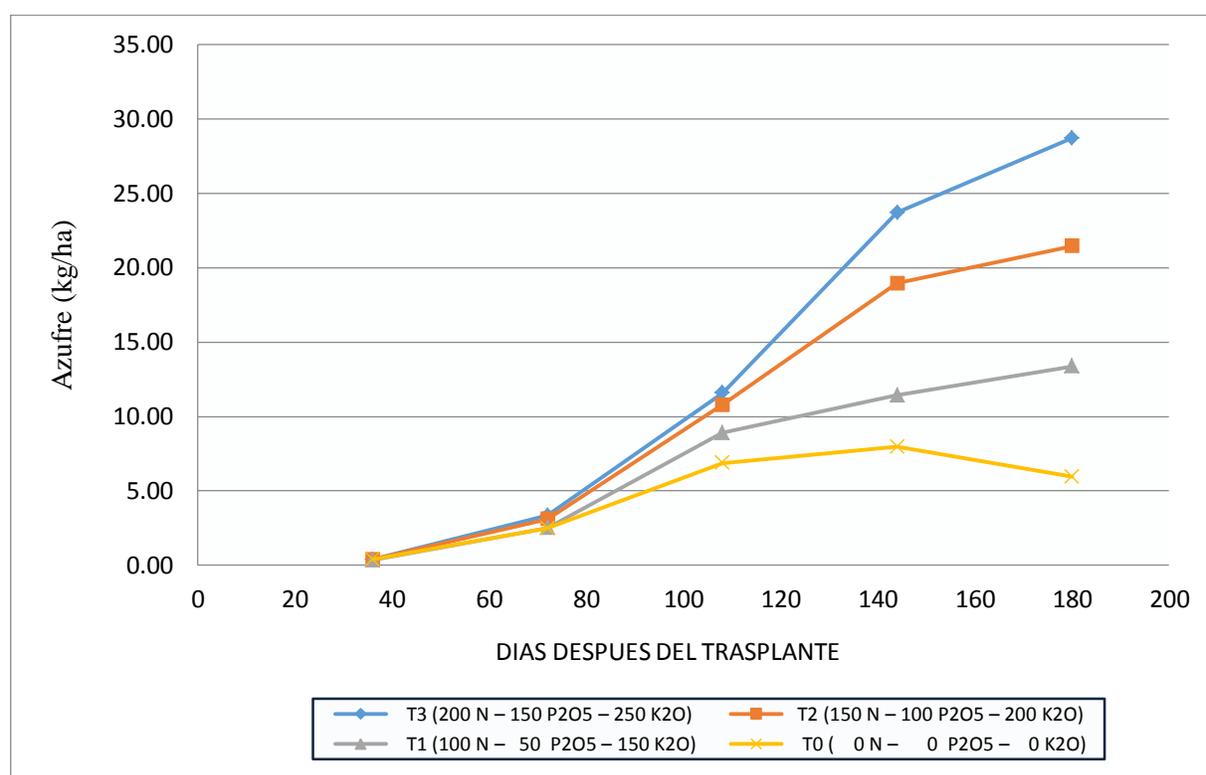


Figura 34: Absorción periódica de azufre (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 40: Incremento porcentual de S durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	1,30	10,35	28,63	42,24	17,48	100,0
T2	1,78	12,63	35,87	38,07	11,65	100,0
T1	2,56	16,12	47,89	18,80	14,63	100,0
T0	6,40	35,45	39,73	18,44	0,00	100,0

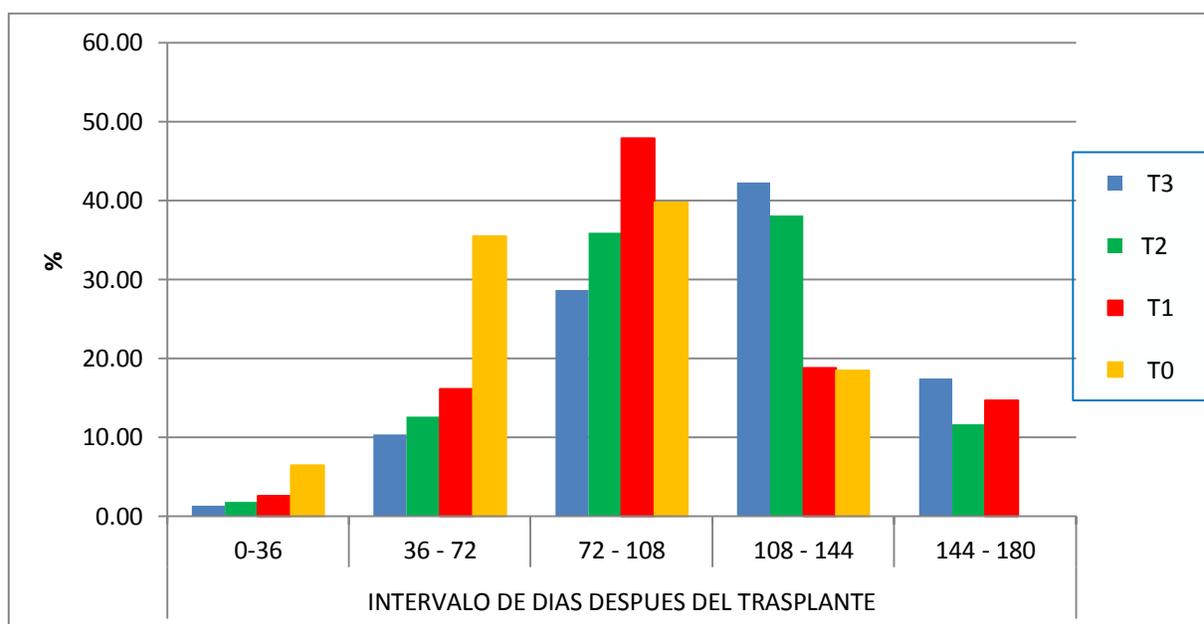


Figura 35: Incremento porcentual en peso del S absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.2.6b Absorción de azufre en los diferentes órganos del ají escabeche

En la Tabla 41 y Figura 36 se aprecia que la hoja muestra la mayor absorción a los 144 ddt con $4,32 \text{ Kg ha}^{-1}$ de S, luego sufre una ligera declinación a los 180 ddt con $3,93 \text{ Kg ha}^{-1}$ de S. El tallo sigue una tendencia creciente hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor con $6,67 \text{ Kg ha}^{-1}$ de S. Asimismo, la absorción de S en el fruto logra su máximo valor de absorción a los 180 ddt con $6,77 \text{ Kg ha}^{-1}$ de S.

Para el caso del T3 (200 – 150 – 250) la hoja sigue una tendencia creciente hasta los 144 ddt donde alcanza su máximo valor con $6,10 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Mg, luego de esta fecha la absorción

declina debido a la translocación de compuestos azufrados al fruto. El tallo sigue una tendencia creciente hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor con 11,98 Kg ha⁻¹ de S, siendo el órgano que registró la mayor absorción de S en comparación con los demás órganos. Asimismo, la absorción de S en el fruto inicia alcanza su mayor valor de absorción a los 180 ddt con 11,48 Kg ha⁻¹ de S (Tabla 42 y Figura 37).

En las hojas y tallos muestra una tendencia creciente a partir de los 36 ddt hasta los 180 ddt, donde se alcanza los máximos valores debido a que forma parte de forma parte estructural de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina (Rodríguez, 1999) y de la ferredoxina, lo que le confiere que estos compuestos azufrados se encuentre durante todo el ciclo vegetativo del ají escabeche. Esto nos muestra que el S es muy importante durante todo el ciclo del ají escabeche, debido a que forma parte estructural de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina y de la ferredoxina, lo que le confiere que estos compuestos azufrados se encuentre durante todo el ciclo vegetativo del ají escabeche (Salisbury y Ross, 1994; Rodríguez, 1999; Mengel y Kirkby). Cabe resaltar que no se aplicó ningún fertilizante azufrado, sin embargo, se obtuvo valores muy buenos debido a que el suelo existen básicamente dos formas de este elemento; la orgánica, asociada a la materia orgánica (MO). Por lo tanto la MO constituye una importante reserva natural de S en el suelo, esta transformación es realizada por los microorganismos, los cuales requieren para su actividad temperaturas, condiciones de buena aireación y humedad (González, et al., 2005). Reportes similares se registran en ají escabeche por Castillo (2014), en alcachofa por Felles (2009) y Rodríguez (2009), en Cebolla por Palacios (1995) y en pimiento por Azoifa y Moreira (2008) y Arteaga (2012).

Tabla 41: Absorción de azufre total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,29	1,65	3,07	4,32	3,93
TALLO	0,08	1,20	4,01	6,28	6,67
FRUTO			2,45	3,73	6,77
TOTAL	0,37	2,86	9,53	14,33	17,37

Promedio de los cuatro niveles evaluados

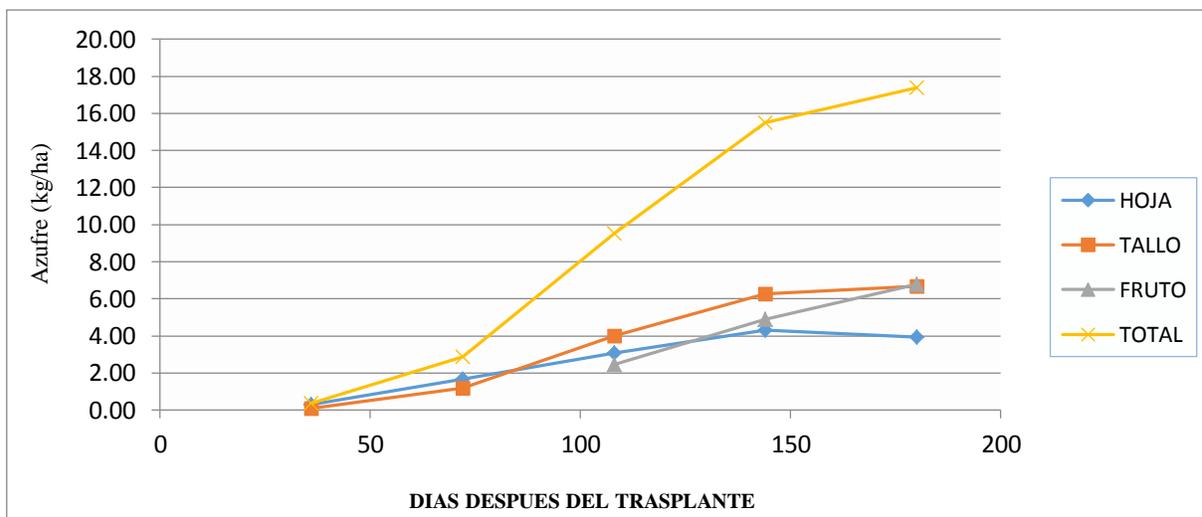


Figura 36: Absorción de azufre total en diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 42: Absorción de azufre para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,30	1,87	3,77	6,10	5,26
TALLO	0,07	1,47	4,37	10,18	11,98
FRUTO			3,43	4,98	11,48
TOTAL	0,37	3,35	11,57	21,27	28,72

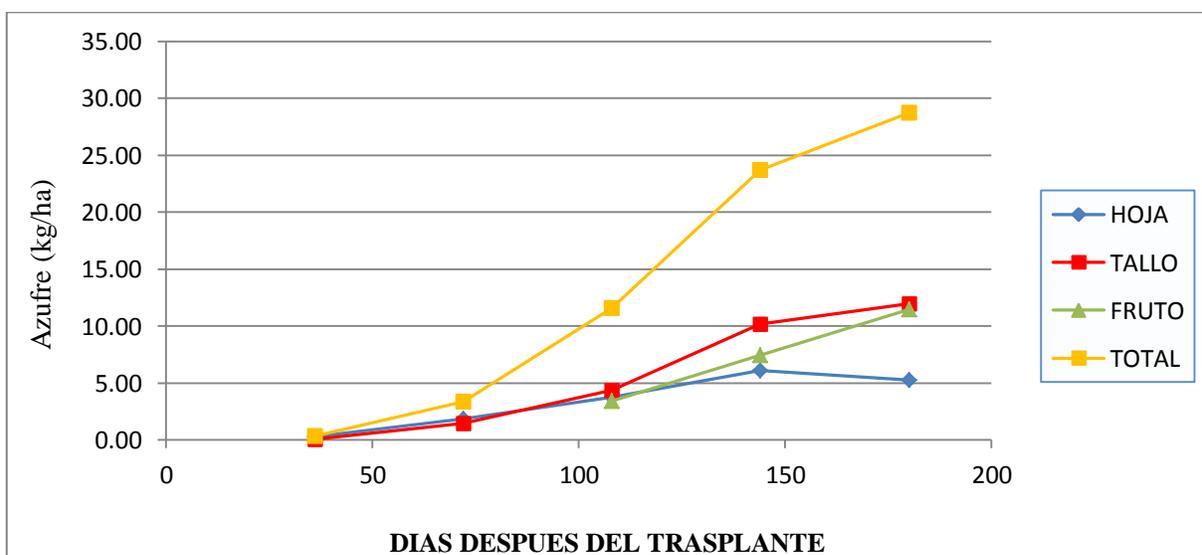


Figura 37: Absorción de azufre para el T3 (200 – 150 – 250) por los diferentes órganos de ají escabeche.

4.2.6c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de azufre a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

La relación lineal entre estas dos variables muestra una asociación altamente significativa, tanto para el análisis de regresión y la correlación en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de azufre (S) total a los 180 ddt. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 0,40 Kg ha⁻¹ de S. El coeficiente de correlación es positivo (r= 0,84) indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de S. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de S, el 70,4 % se debe al rendimiento total de fruto fresco (Tabla 43 y Figura 38).

Tabla 43. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de S (y).

		Significación
b =	0,402	**
r =	0,839	**
r² =	0,704	
y =	0,4023x - 1,2935	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

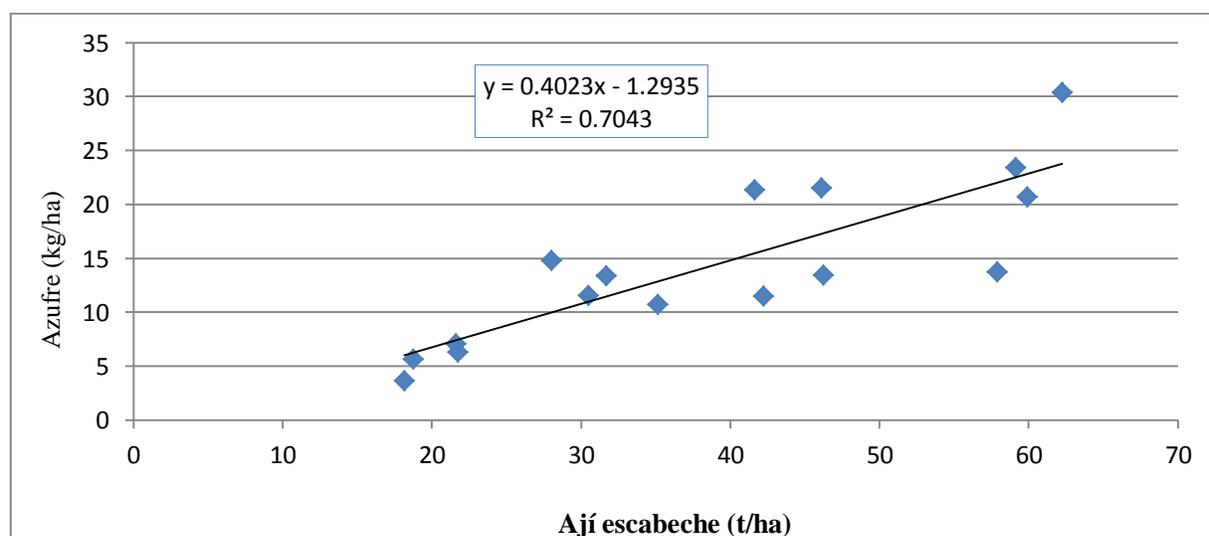


Figura 38: Análisis de regresión del rendimiento total de fruto fresco y la absorción de S.

4.2.7 ABSORCION TOTAL DE MACRONUTRIENTES (Kg/ha).

La absorción es la capacidad que tiene la planta de ají escabeche en absorber los nutrientes minerales con la finalidad de formar los tejidos, órganos y compuestos orgánicos, durante todo el ciclo vegetativo de la planta. La absorción de los nutrientes depende de la dinámica en el crecimiento de la planta, la acumulación y de la distribución de la materia seca. En este sentido al realizar la fertilización del cultivo, la cual está dominada por la necesidad de proporcionar al cultivo con N, P y K, promueve el desarrollo del cultivo y aumentan la absorción de los nutrientes requeridos por la planta (Ruiz y Romero, 1998; Kuangfei et al., 1999 citados por Moreno et al., 2003).

En la Tabla 44 y Figura 39 se observa que el nutriente con mayor absorción fue el potasio, seguido por el nitrógeno, el calcio, el magnesio el fósforo y el azufre. Resultados similares se reportaron en ají escabeche por Castillo (2014) y en pimiento por Arteaga (2012).

Tabla 44: Absorción de macronutrientes (Kg/ha) empleando (200 – 150 – 250) como nivel de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

NUTRIENTES	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE				
	36	72	108	144	180
N	8,03	65,4	140,58	213,91	201,86
P	0,74	6,18	17,06	23,64	24,44
K	7,37	37,08	200,61	191,10	33,7
Ca	3,29	42,03	69,96	100,43	108,66
Mg	1,02	9,88	19,23	30,07	31,03
S	0,37	3,35	11,57	23,7	28,72

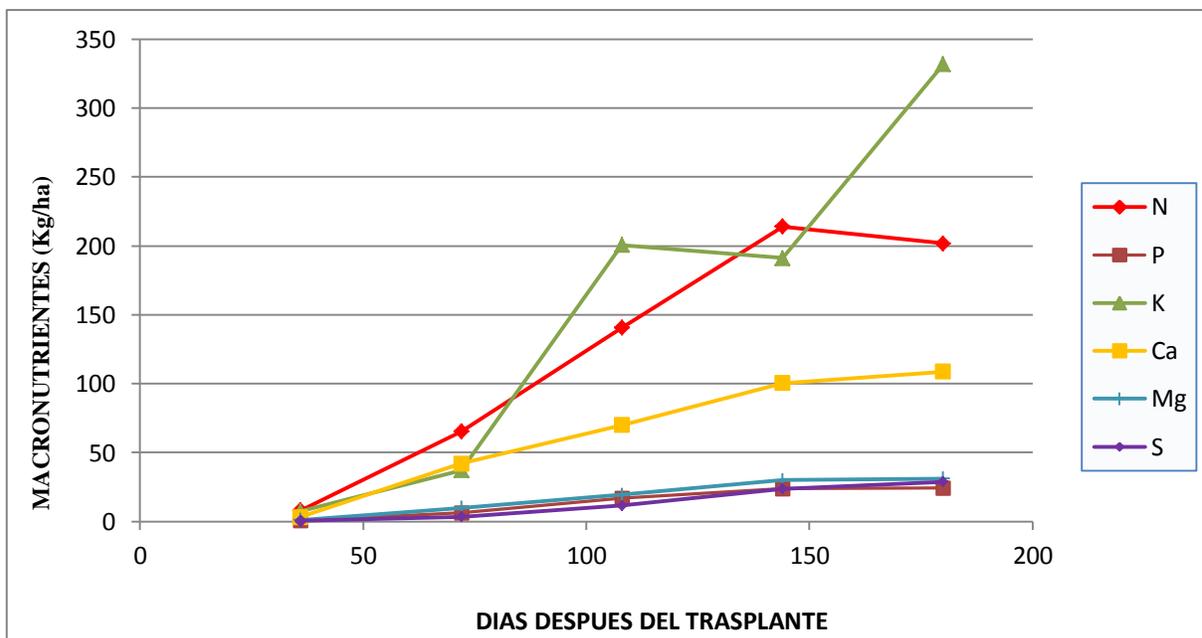


Figura 39: Absorción de macronutrientes (Kg/ha) empleando (200 – 150 – 250) como nivel de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

4.3 ABSORCIÓN DE MICRONUTRIENTES

4.3.1 BORO

4.3.1a Acumulación periódica de la absorción de boro

La absorción periódica de boro (B) a los 36 ddt los resultados fueron similares en todos los niveles de fertilización, variando entre 0,13 y 0,14 Kg ha⁻¹ de B (Tabla 45 y Figura 40). A los 72 ddt se observan diferencias más claras en la absorción entre los diferentes niveles de fertilización, siendo el T3 (200 – 150 – 250) el que registró la mayor absorción con 0,88 Kg ha⁻¹ de B. A los 108 ddt el T3 (200 – 150 – 250) reportó el mayor valor con 2,26 Kg ha⁻¹ de B. A los 144 ddt la mayor absorción de B también se dió en el T3 (200 – 150 – 250) con 2,34 Kg ha⁻¹ de B y el que registró el menor valor fue el T0 (0 – 0 – 0) con 1,09 Kg ha⁻¹ de B. A los 180 ddt se muestra los mayores valores de absorción de B, siendo el T3 (200 – 150 – 250) con 1,96 Kg ha⁻¹ de B y el T2 (150 – 100 – 200) con 1,51 Kg ha⁻¹ de B, los que registraron los mayores valores de absorción de B, respectivamente, asimismo el T2 fue similar al T1 (100 – 50 – 150) con 0,98 Kg ha⁻¹ de B y este al T0 (0 – 0 – 0) con 0,46 Kg ha⁻¹ de B.

Cabe mencionar que el B es importante en las etapas de floración y fructificación del cultivo y a pesar que no se realizó aplicaciones foliares de micronutrientes, se observó un buen contenido de boro. Esto se puede deber al contenido de materia orgánica del suelo, ya que es el reservorio más importante de B en los suelos (Ferraris, 2011). Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Urcia (2012) quién reportó que en pimiento se obtiene el mayor valor a los 120 ddt con 1,54 Kg ha⁻¹ de B en el cv. Vencedor y en el cv. Mulato se obtiene a los 120 ddt con un promedio de 2,06 Kg ha⁻¹ y en alcachofa por Rodríguez (2009) quién reportó que la máxima absorción se dio a los 285 ddt con un valor de 0,79 Kg ha⁻¹ de B absorbido.

En la Tabla 46 y Figura 41 se muestra el incremento porcentual de boro en los tratamientos. Se puede observar que varió entre 69,41 y 93,56 por ciento del B total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización evaluados.

Tabla 45: Absorción periódica de boro (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	0,13 a	0,88 a	2,26 a	2,34 a	1,96 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	0,14 a	0,70 b	1,94 b	1,95 b	1,51 a b
T1 (100 – 50 – 150)	0,13 a	0,59 c	1,46 c	1,48 c	0,98 b c
T0 (0 – 0 – 0)	0,14 a	0,57 c	1,04 d	1,09 d	0,46 c
Promedio	0,13	0,68	1,67	,172	1,23
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	15,62	6,20	7,55	7,95	21,01

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p≤0,05)

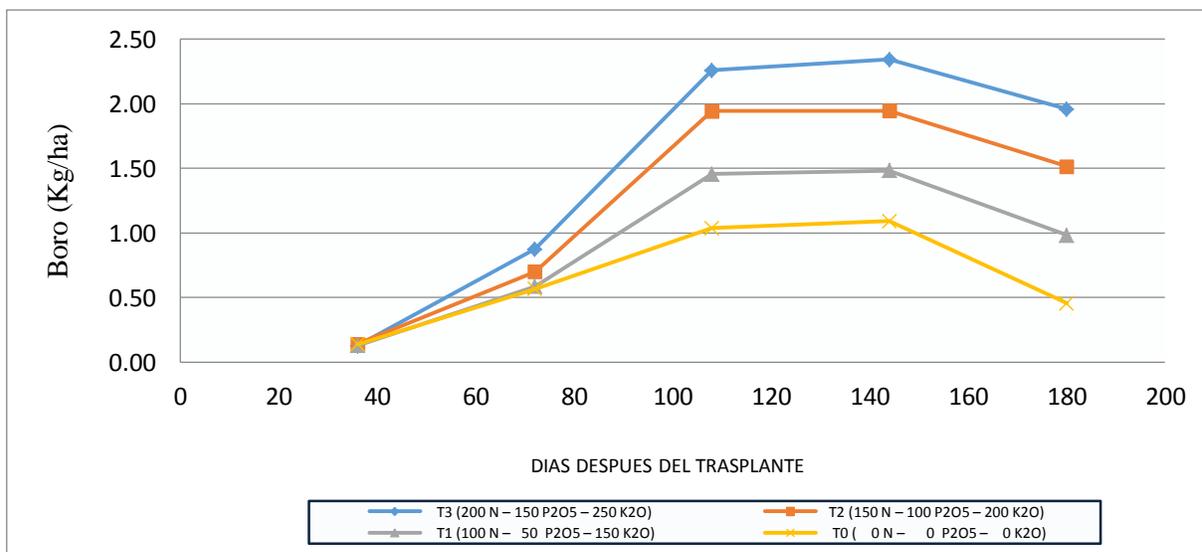


Figura 40: Absorción periódica de boro (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 46: Incremento porcentual de B durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	6,47	38,24	51,12	4,21	0,00	100,0
T2	9,38	36,92	41,09	10,23	2,34	100,0
T1	12,98	37,45	46,95	2,62	0,00	100,0
T0	30,59	30,73	37,45	1,23	0,00	100,0

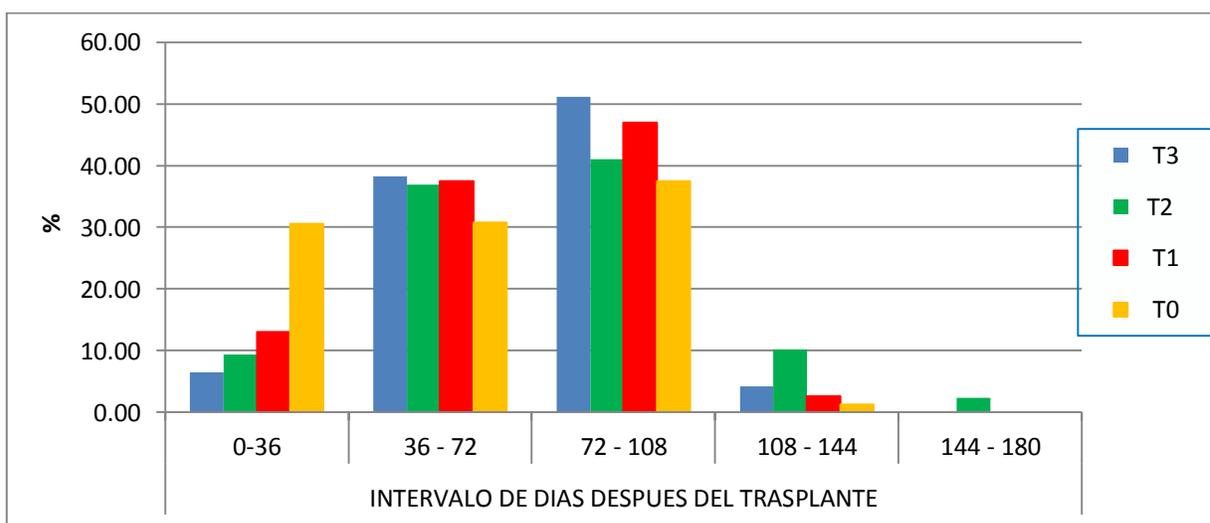


Figura 41: Incremento porcentual en peso de B absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.3.1b Absorción de boro en los diferentes órganos del ají escabeche

En el caso del boro en la hoja se observa que el mayor valor de absorción se da a los 108 ddt (Tabla 47 y Figura 42) con $0,44 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B, luego de esta fecha la absorción declina hasta los 180 ddt con $0,34 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B. Caso similar ocurre en el tallo donde a los 108 ddt alcanza su máximo valor con $0,56 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B. Asimismo, la absorción de B en el fruto inicia a partir de los 108 ddt y a los 144 ddt alcanza su máximo valor de absorción con $0,94 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B y declina a los 180 ddt con $0,68 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B.

En el T3 (200 – 150 – 250) muestra que la hoja alcanza su máximo valor con $0,54 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B a los 108 ddt y luego tiende a declinar hasta los 180 ddt con $0,29 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B. El tallo sigue una tendencia creciente hasta los 108 ddt donde alcanza su máximo valor con $0,74 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B, luego tiene un declive a los 180 ddt con $0,63 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B, ambos órganos declinan debido al transporte de azúcar, metabolismo de los carbohidratos y proteínas en las plantas las que necesitan un suministro continuo de este elemento en todos los puntos de crecimiento (Gorbea, 2010 citado por Acosta, 2013). Asimismo, la absorción de B en el fruto a los 144 ddt es donde alcanza su máximo valor con $1,20 \text{ Kg ha}^{-1}$ de B, además el fruto fue el órgano que registró la mayor absorción de B en comparación con los demás órganos (Tabla 47 y Figura 43).

Esto nos muestra que el B es muy importante en las etapas de floración y fructificación, debido a que en el proceso de fertilización de flores lo que nos garantiza un adecuado número de frutos, lo que es importante para lograr un alto rendimiento del cultivo y una buena calidad del fruto (Gorbea, 2010 citado por Acosta, 2013). Además debemos tener en cuenta que no se realizó ninguna aplicación de micronutrientes, sin embargo, se obtuvo buenos promedios y esto se debe al contenido de MO del suelo, ya que es el reservorio más importante de B en los suelos (Ferraris, 2011).

Tabla 47: Absorción de boro total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,11	0,42	0,44	0,39	0,21
TALLO	0,02	0,26	0,56	0,38	0,34
FRUTO			0,67	0,94	0,68
TOTAL	0,13	0,68	1,67	1,72	1,23

Promedio de los cuatro niveles evaluados

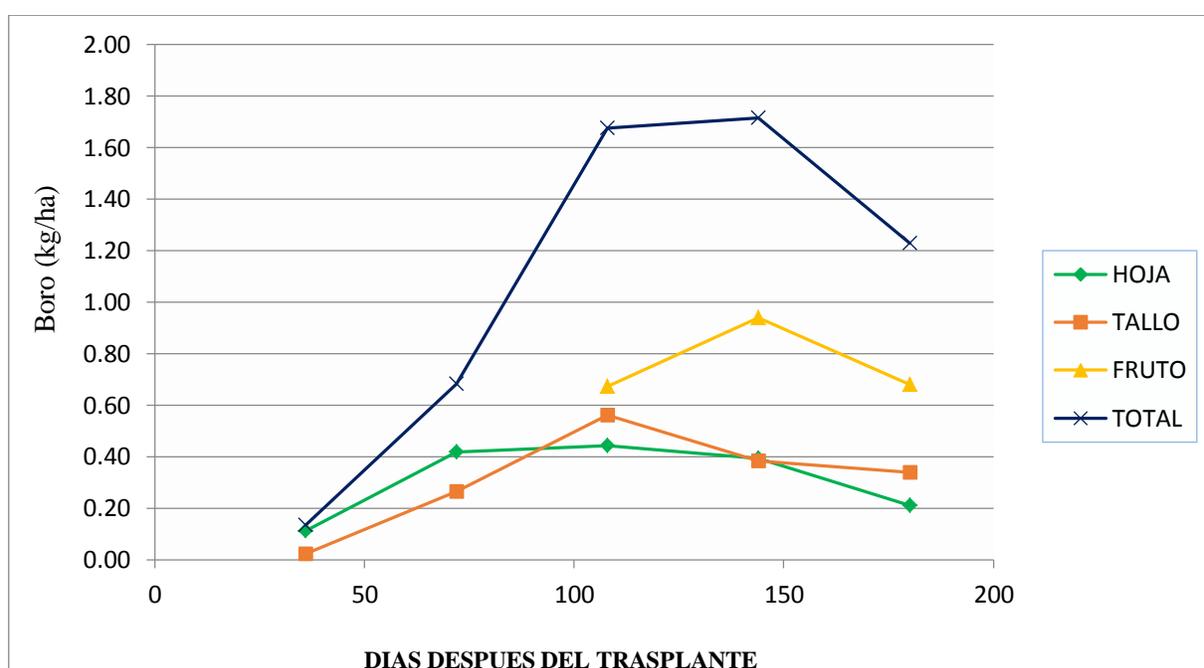


Figura 42: Absorción de boro total por los diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 48: Absorción de boro para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,10	0,51	0,54	0,52	0,29
TALLO	0,02	0,36	0,74	0,62	0,63
FRUTO			0,98	1,20	1,04
TOTAL	0,13	0,88	2,26	2,34	1,96

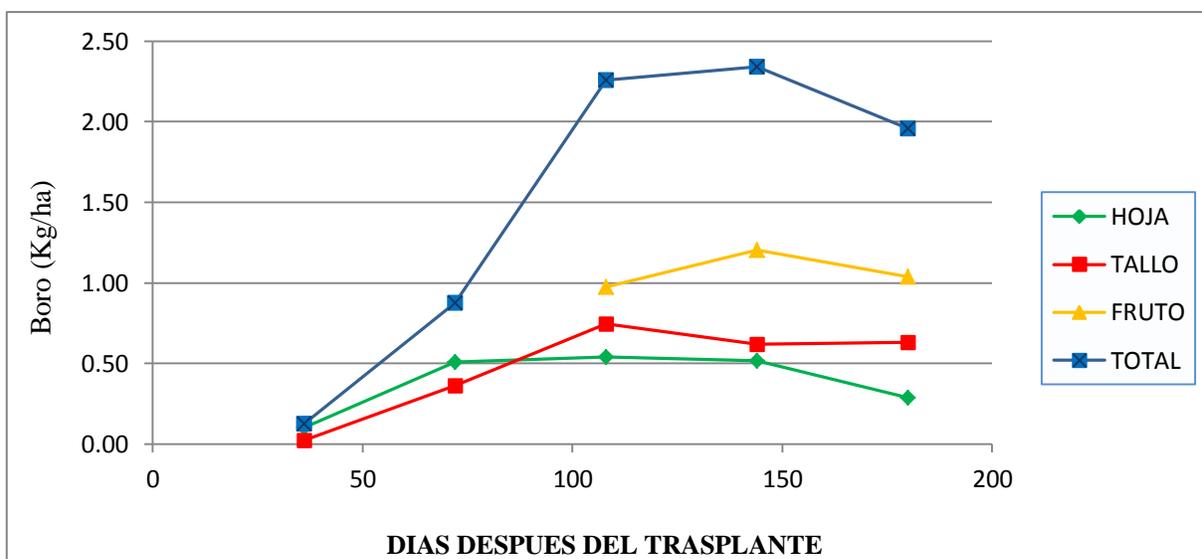


Figura 43: Absorción de boro para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.3.1c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de boro a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

El análisis de regresión y la correlación lineal entre estas dos variables nos indican que hay una asociación altamente significativa, en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de boro (B) total a los 180 ddt. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 38 g ha⁻¹ de B. El coeficiente de correlación obtuvo un valor positivo de 0,85 indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de B. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de B, el 72,9 % se debe al rendimiento total de fruto fresco (Tabla 49 y Figura 44).

Tabla 48. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de B (y).

		Significación
b =	0,038	**
r =	0,853	**
r² =	0,729	
y =	0,0375x - 0,2285	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

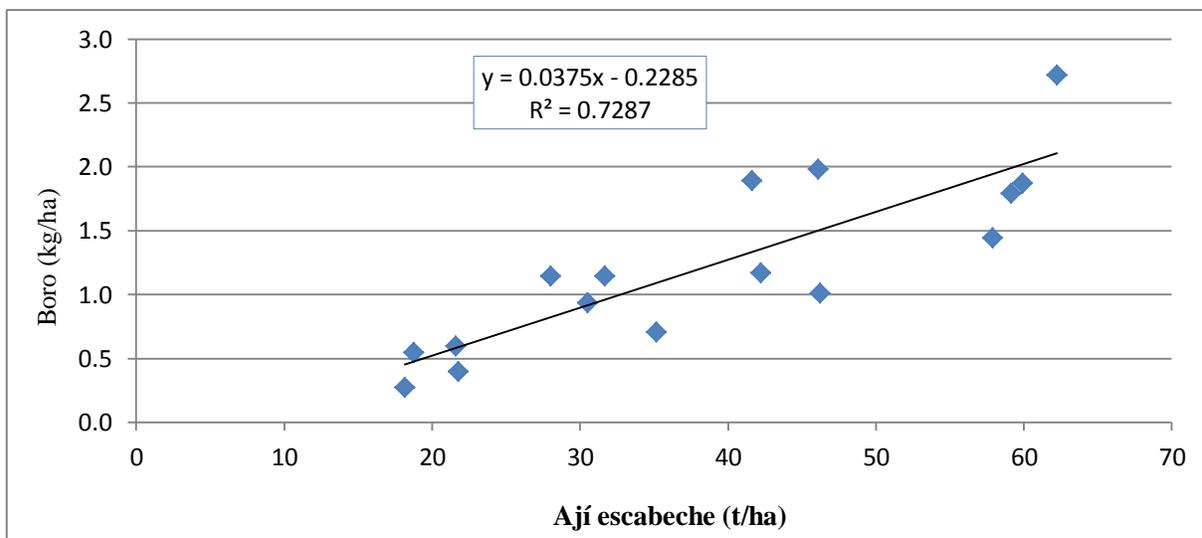


Figura 44: Análisis de regresión del rendimiento total de fruto fresco y la absorción de B.

4.3.2 COBRE

4.3.2a Acumulación periódica de la absorción de cobre

Para el caso de la absorción periódica de cobre (Cu) (Tabla 50 y Figura 45) a los 36 ddt los valores fueron similares en todos los tratamientos. A los 72 ddt se observan diferencias significativas entre los diferentes niveles de fertilización, siendo el T3 (200 – 150 – 250) con mayor absorción (0,20 Kg ha⁻¹ de Cu). A los 108 ddt también el T3 (200 – 150 – 250) reportó el mayor valor con 0,85 Kg ha⁻¹ de Cu. A los 144 ddt se observa que la mayor absorción de Cu se dió en el T3 (200 – 150 – 250) con 1,29 Kg ha⁻¹ de Cu y el T2 (150 – 100 – 200) con 1,06 Kg ha⁻¹ de Cu, superando estadísticamente al T1 (100 – 50 – 150) con 0,68 Kg ha⁻¹ de Cu y T0 (0 – 0 – 0) con 0,39 Kg ha⁻¹ de Cu. A los 180 ddt también se observa al T3 (200 – 150 – 250) con 1,72 Kg ha⁻¹ de Cu y T2 (150 – 100 – 200) con 1,24 Kg ha⁻¹ de Cu, los que reportaron los mayores valores de absorción de Cu, respectivamente, asimismo el valor del T2 fue similar estadísticamente a lo reportado en el T1 (100 – 50 – 150) con 0,74 Kg ha⁻¹ de Cu y este al T0 (0 – 0 – 0) con 0,37 Kg ha⁻¹ de Cu. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por (Urcia, 2012) quién reportó que en pimiento se obtiene el mayor valor a los 135 ddt con 0,54 Kg ha⁻¹ en el cv. Vencedor y a los 120 ddt en el cv. Mulato con 0,58 Kg ha⁻¹ y en alcachofa por (Rodríguez, 2009) quién reportó que la máxima absorción se dió a los 255 ddt con un valor de 0,36 Kg ha⁻¹ de Cu.

El incremento porcentual de cobre en los tratamientos se puede observar que varió entre 73,32 y 93,00 por ciento del Cu total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización evaluados (Tabla 50 y Figura 46).

Tabla 50: Absorción periódica de cobre (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	0,02 a	0,20 a	0,85 a	1,29 a	1,72 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	0,03 a	0,16 b	0,69 b	1,06 a	1,24 a b
T1 (100 – 50 – 150)	0,03 a	0,13 c	0,55 c	0,68 b	0,74 b c
T0 (0 – 0 – 0)	0,03 a	0,12 c	0,39 d	0,51 b	0,37 c
Promedio	0,027	0,15	0,62	0,89	1,02
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	13,70	6,86	9,20	12,44	24,11

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p≤0,05)

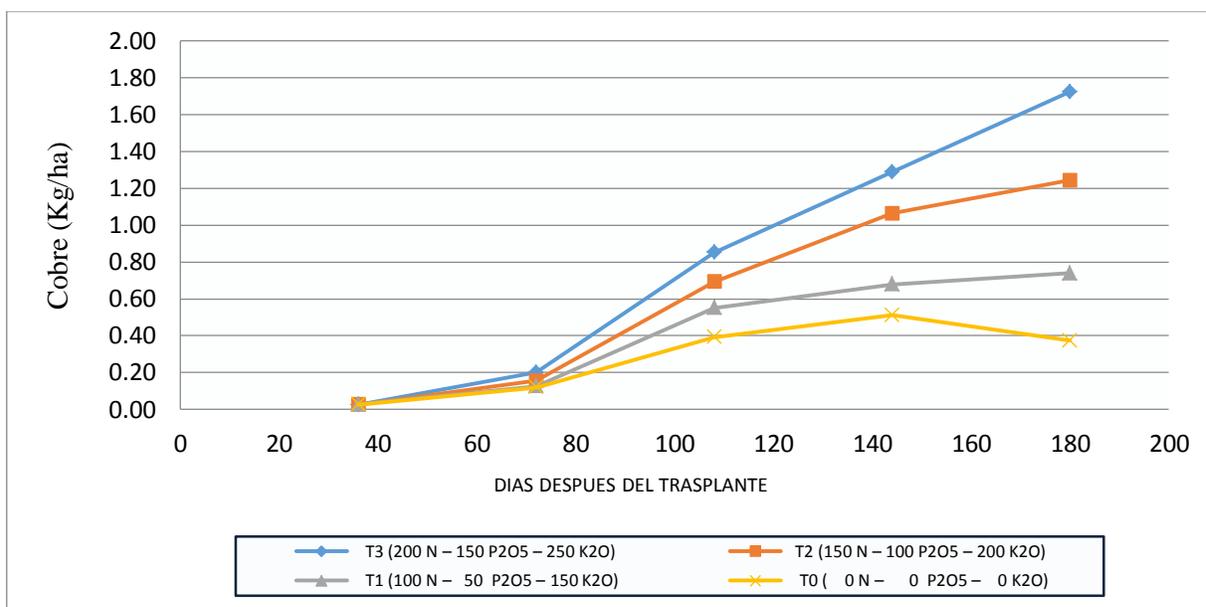


Figura 45: Absorción periódica de cobre (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 51: Incremento porcentual de Cu durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	1,43	10,19	37,81	25,32	25,25	100,0
T2	2,15	10,32	43,25	29,83	14,45	100,0
T1	3,83	13,15	57,42	17,29	8,31	100,0
T0	7,01	25,00	35,95	32,06	0,00	100,0

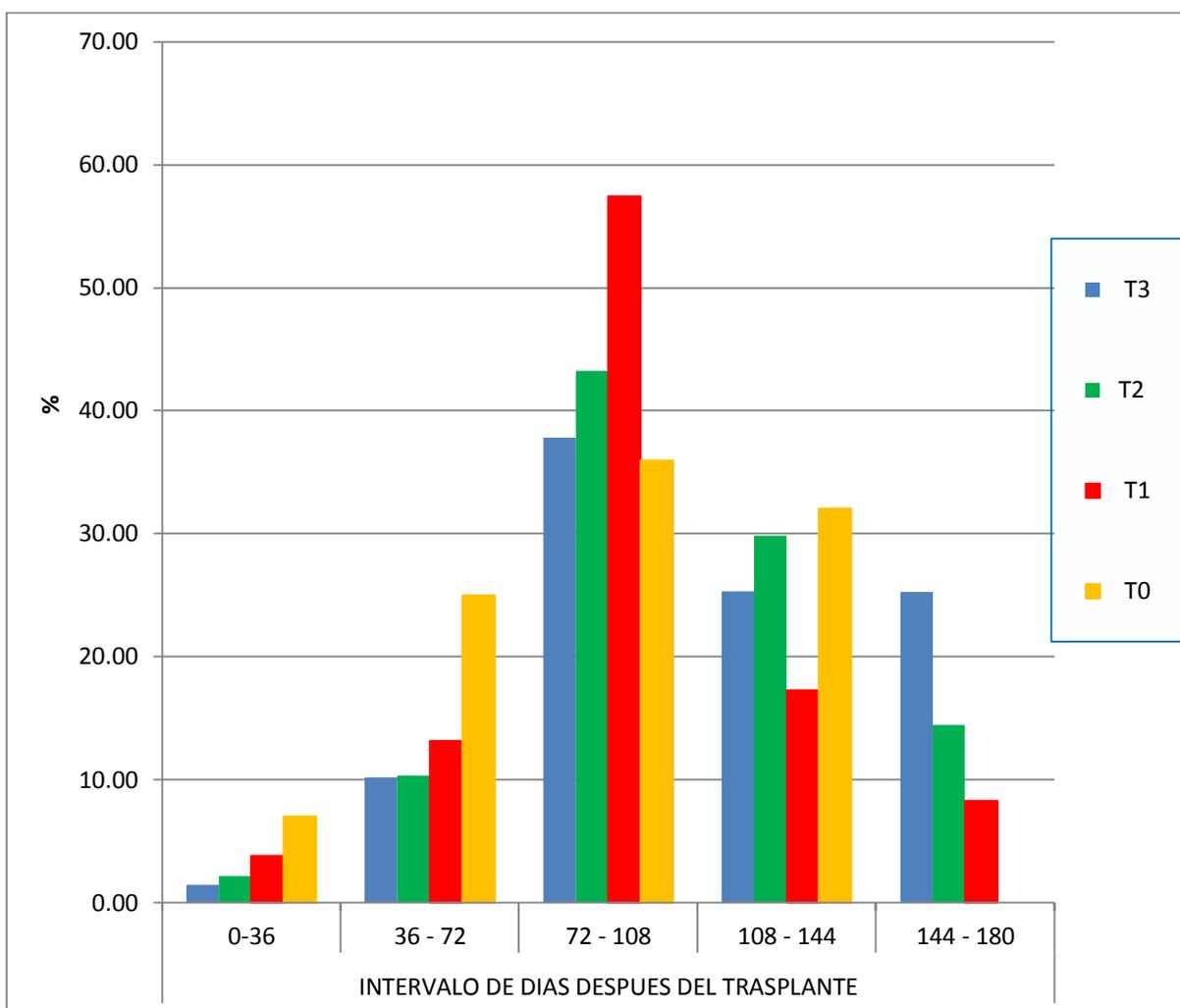


Figura 46: Incremento porcentual en peso del cobre absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.3.2b Absorción de cobre en los diferentes órganos del ají escabeche

La absorción de cobre en la hoja muestra que a los 108 ddt alcanza su mayor valor de absorción con $0,21 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Cu, luego declina y mantiene su valor hasta los 180 ddt con $0,19 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Cu. En el caso del tallo sigue una tendencia creciente hasta los 144 ddt donde alcanza su máximo valor con $0,35 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Cu, siendo mayor en comparación al de la hoja, luego tiende a decrecer a los 180 ddt con $0,30 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Cu. Asimismo, la absorción de Cu en el fruto sigue una tendencia creciente hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor de absorción con $0,53 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Cu, siendo el órgano que reportó mayor absorción (Tabla 52 y Figura 47).

En el T3 (200 – 150 – 250) muestra que la hoja reportó la máxima absorción a los 180 ddt con $0,29 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Cu. El tallo sigue una tendencia creciente hasta los 180 ddt con $0,58 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Cu, cabe resaltar que el Cu en las primeras etapas del ciclo vegetativo es importante debido a que está involucrado en la síntesis de lignina y esto genera una mayor resistencia del tallo, para evitar el acame de la planta y soportar la gran cantidad de frutos que produce la planta (Piaggese, 2004). Caso similar ocurre en el fruto donde a los 180 ddt alcanza su máximo valor con $0,85 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Cu, además el fruto fue el órgano que registró la mayor absorción de Cu en comparación con los demás órganos (Tabla 53 y Figura 48).

Cabe mencionar que el Cu es importante debido a que forma parte de varias enzimas y es activador de otras reacciones, es componente de la plastocianina. Es promotor de la vitamina A y está involucrado en la biosíntesis de la lignina (Piaggese, 2004). Asimismo, es un componente del sistema de transporte de electrones en la fotosíntesis (Rodríguez, 1999). Además, debemos tener en cuenta que una amplia fertilización con fósforo disminuye grandemente el contenido de cobre en las hojas; una reacción similar ocurre con el hierro y zinc (Navarro, 2003). Los resultados obtenidos son similares a los reportados en pimiento por (Urcia, 2012) y en alcachofa por (Rodríguez, 2009).

Tabla 52: Absorción de cobre total en diferentes órganos de ají escabeche

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,02	0,08	0,21	0,19	0,19
TALLO	0,01	0,07	0,26	0,35	0,30
FRUTO			0,15	0,35	0,53
TOTAL	0,03	0,15	0,62	0,89	1,02

Promedio de los cuatro niveles evaluados

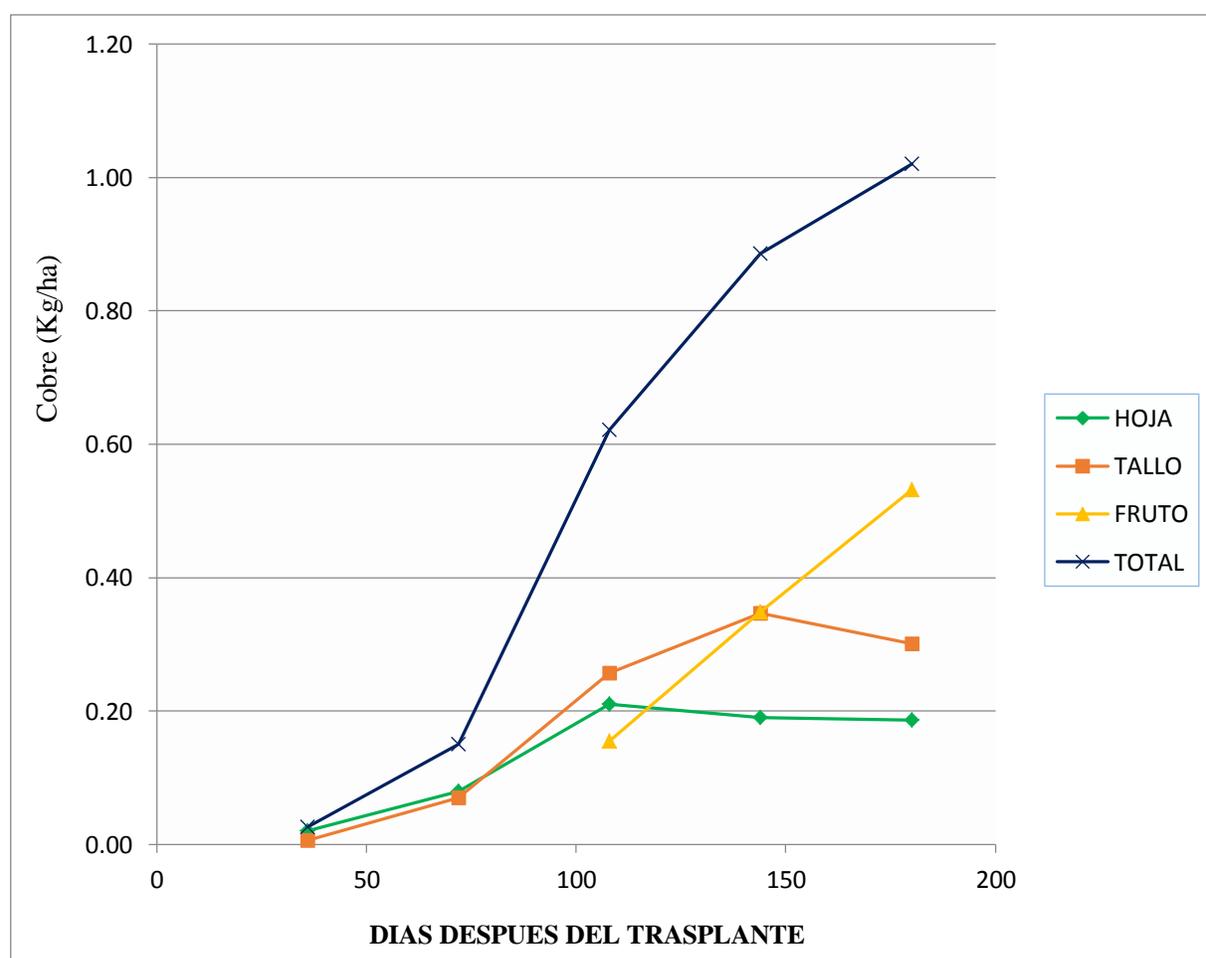


Figura 47: Absorción de cobre o total en diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 53: Absorción de cobre para el T3 (200 N – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,02	0,11	0,28	0,27	0,29
TALLO	0,01	0,09	0,34	0,55	0,58
FRUTO			0,23	0,47	0,85
TOTAL	0,02	0,20	0,85	1,29	1,72

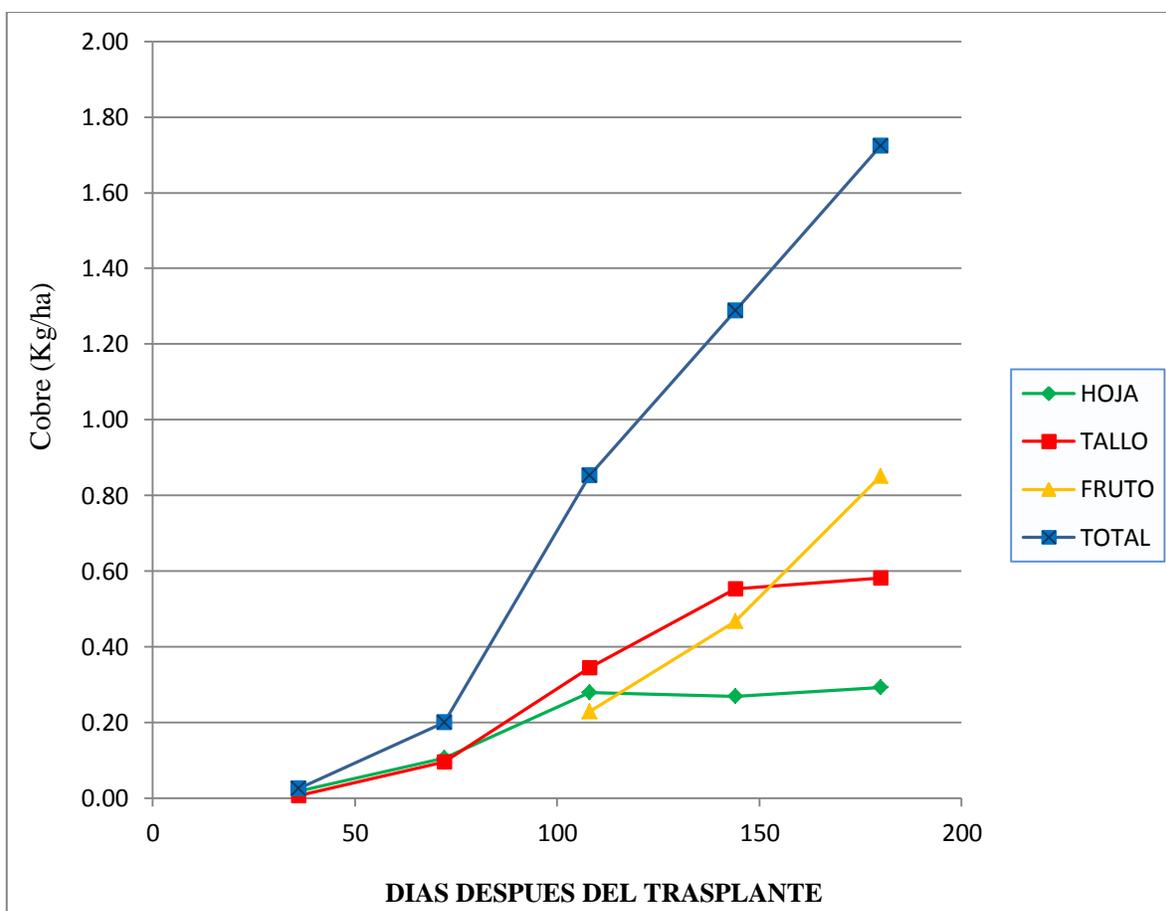


Figura 48: Absorción de cobre para el T3 (200 N – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.3.2c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de cobre a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

La relación lineal entre estas dos variables muestra una asociación altamente significativa, tanto para el análisis de regresión y la correlación en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de cobre (Cu) total a los 180 ddt. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 35 g ha⁻¹ de Cu. El coeficiente de correlación es positivo (r= 0,85) indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de Cu. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de Cu, el 72 % se debe al rendimiento total de fruto fresco (Tabla 54 y Figura 49).

Tabla 54. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Cu (y).

		Significación
b =	0,035	**
r =	0,848	**
r² =	0,720	
y =	0.0347x - 0.3254	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

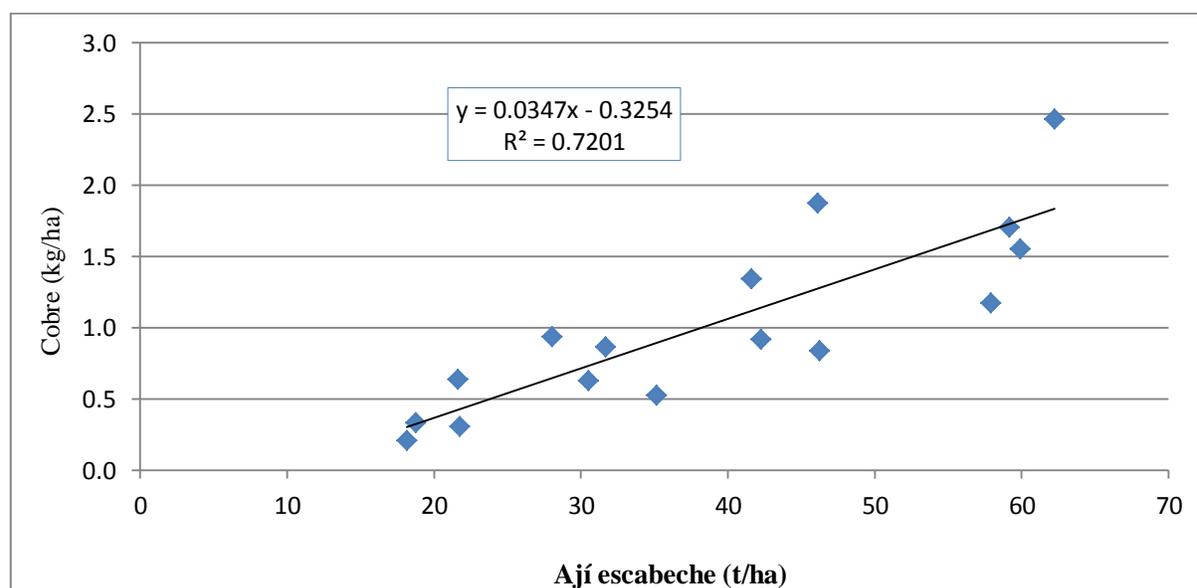


Figura 49: Análisis de regresión del rendimiento total de fruto fresco y absorción de Cu.

4.3.3 HIERRO

4.3.3a Acumulación periódica de la absorción de hierro

La acumulación periódica de hierro (Tabla 55 y Figura 50) a los 36 ddt fueron similares en todos los niveles de fertilización variando entre 0,24 y 0,26 Kg ha⁻¹ de Fe. A los 72 ddt se observan diferencias significativas más claras en la absorción de Fe entre los diferentes niveles de fertilización, siendo el T3 (200 – 150 – 250) y el T2 (150 – 100 – 200) los que registraron mayor absorción con 2,39 y 2,04 Kg ha⁻¹ de Fe, respectivamente, sin embargo, este tratamiento fue similar estadísticamente al T1 (100 – 50 – 150) con 1,74 Kg ha⁻¹ de Fe. A los 108 ddt también el T3 (200 – 150 – 250) con 9,71 Kg ha⁻¹ de Fe y el T2 (150 – 100 – 200) con 8,89 Kg ha⁻¹ de Fe, obtuvieron los mayores registros de absorción y fueron superiores estadísticamente a los demás niveles de fertilización. A los 144 ddt la mayor absorción de Fe se dió en el T3 (200 – 150 – 250) con 9,47 Kg ha⁻¹ de Fe y el T2 (150 – 100 – 200) con 8,07 Kg ha⁻¹ de Fe y el que registro el menor valor fue el T0 (0 – 0 – 0) con 3,80 Kg ha⁻¹ de Fe. Asimismo, a los 180 ddt se aprecia que el T3 (200 – 150 – 250) con 7,04 Kg ha⁻¹ de Fe y el T2 (150 – 100 – 200) con 4,63 Kg ha⁻¹ de Fe, reportaron los mayores valores de absorción de Fe, siendo el T2 similar estadísticamente al T1 (100 – 50 – 150) con 3,10 Kg ha⁻¹ de Fe y este al T0 (0 – 0 – 0) con 1,64 Kg ha⁻¹ de Fe, respectivamente.

Cabe resaltar que los resultados obtenidos son similares a los reportados por Urcia (2012) quien reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 6,41 Kg ha⁻¹ de hierro a los 90 ddt e el cv. Vencedor y en el cv. Mulato a los 120 ddt con 8,72 Kg ha⁻¹ de hierro y en alcachofa por Rodríguez (2009) quién reportó que la máxima absorción se dio a los 255 ddt con un valor de 18,4 Kg ha⁻¹ de hierro absorbido.

El Incremento porcentual de Fe en los tratamientos se puede observar que varió entre 85,02 y 96,6 por ciento del Fe o total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización evaluados (Tabla 55 y Figura 51).

Tabla 55: Absorción periódica de hierro (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	0,24 a	2,39 a	9,71 a	9,47 a	7,04 a
T2 (150 – 100 – 200)	0,25 a	2,04 a b	8,89 a	8,07 a	4,63 a b
T1 (100 – 50 – 150)	0,26 a	1,74 b	6,61 b	5,02 b	3,10 b c
T0 (0 – 0 – 0)	0,24 a	1,72 b	5,32 c	3,80 b	1,64 c
Promedio	0,25	1,97	7,63	6,59	4,10
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	16,17	9,74	7,03	13,35	27,18

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p≤0,05)

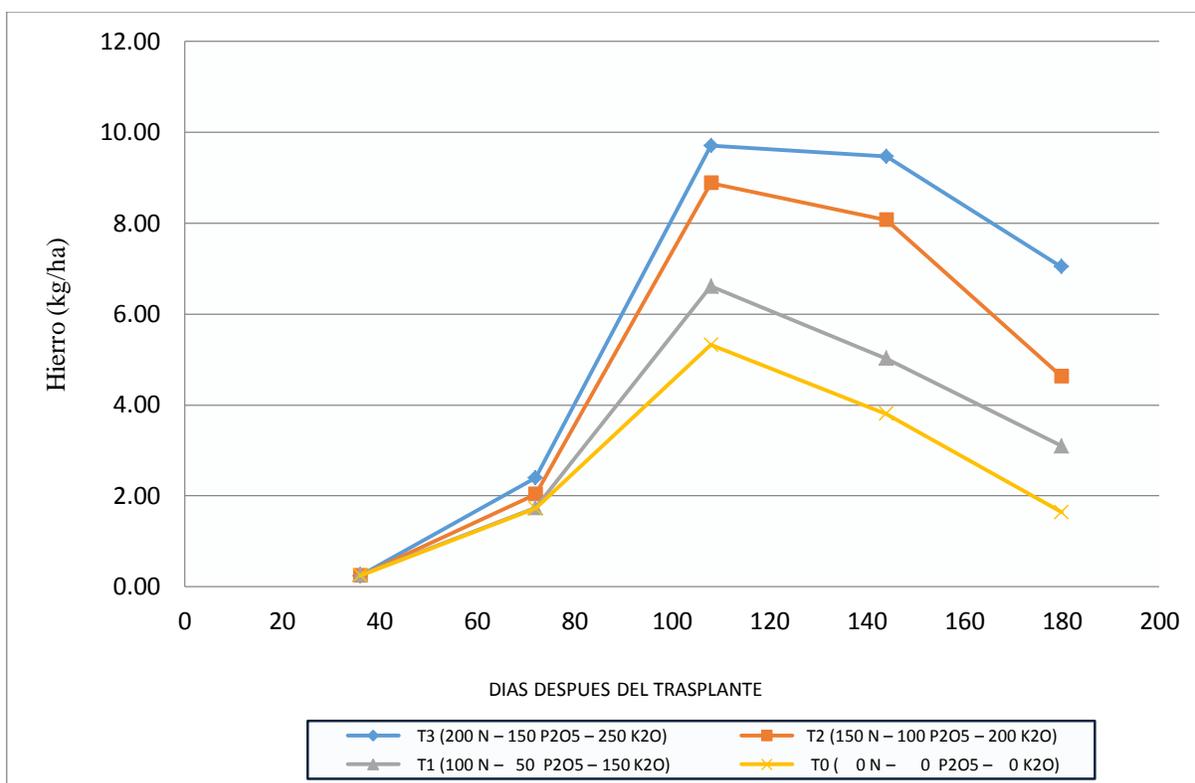


Figura 50: Absorción periódica de Fe (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 56: Incremento porcentual de Fe durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	3,37	30,65	51,61	14,34	0,00	100,0
T2	5,33	38,69	35,14	20,87	0,00	100,0
T1	8,26	47,89	33,65	10,23	0,00	100,0
T0	14,94	37,12	41,64	6,26	0,00	100,0

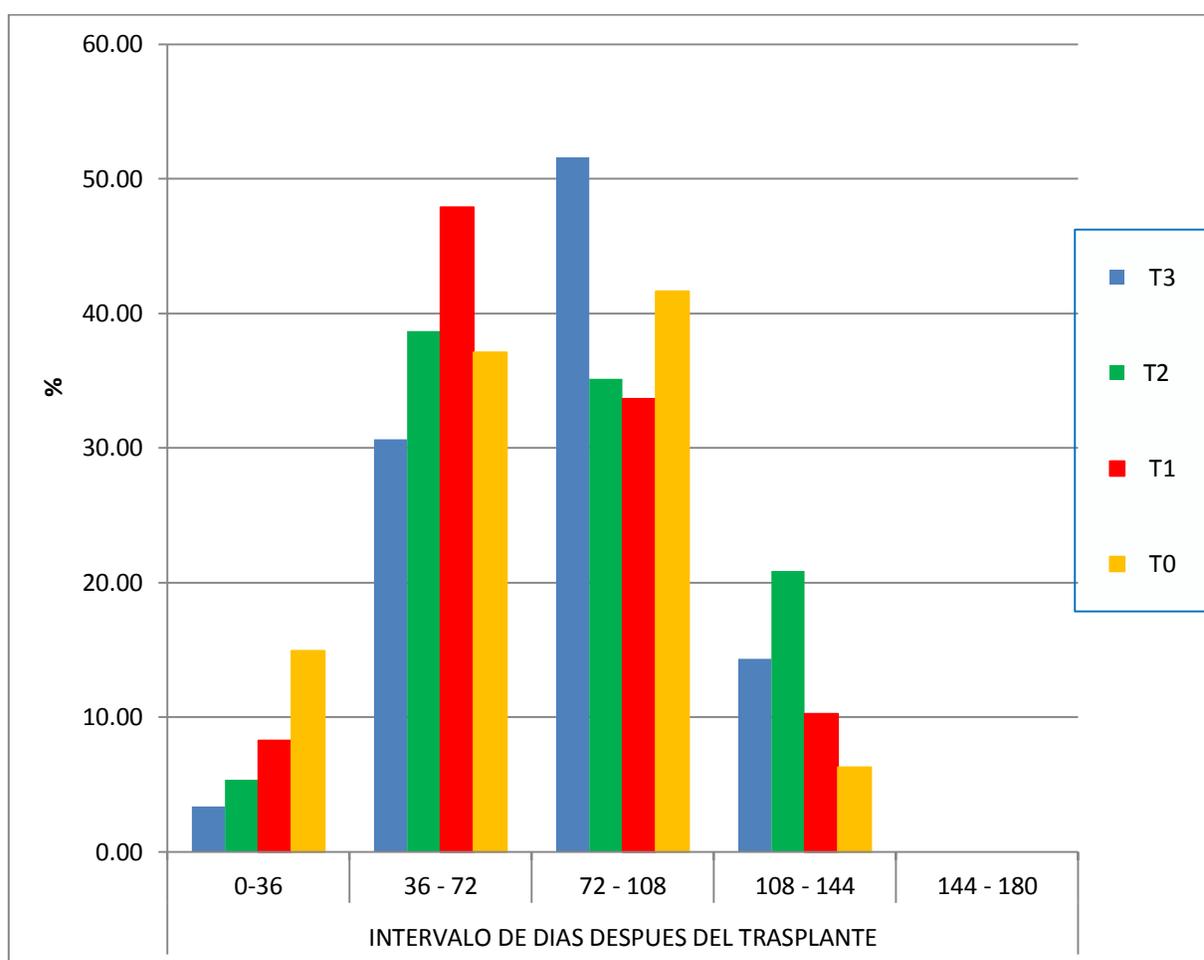


Figura 51: Incremento porcentual en peso del Fe absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.3.3b Absorción de hierro en los diferentes órganos del ají escabeche

En el caso del Fe (Tabla 57 y Figura 52) se aprecia que el mayor valor de absorción se da a los 108 ddt con $2,95 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe, luego surge un declive hasta los 180 ddt con $0,50 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe. El tallo sigue una tendencia creciente hasta los 144 ddt donde alcanza su máximo valor con $3,12 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe, luego tiende a declinar hasta los 180 ddt con $2,43 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe, además, es el órgano que reportó mayor absorción en todos los muestreos. Para el caso de la absorción de Fe en el fruto logra su máximo valor a los 108 ddt con $1,62 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe, luego declina hasta los 180 ddt con $1,17 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe.

El T3 (200 – 150 – 250) muestra que la hoja sigue una tendencia creciente hasta los 108 ddt donde alcanza el mayor valor de absorción con $3,84 \text{ ha}^{-1}$ de Fe, luego declina, hasta los 180 ddt con $0,83 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe. El tallo registra el mayor valor a los 144 ddt con $4,77 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe. Asimismo, la absorción de Fe en el fruto alcanza su máximo valor a los 108 ddt con $2,16 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe, luego declina hasta los 180 ddt con $1,80 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Fe (Tabla 58 y Figura 53).

Cabe resaltar, que la hoja tiende absorber más que el tallo en los primeros muestreos, debido a que el hierro en la hoja juega un papel muy importante en la fotosíntesis, ya que participa en varios de los pasos de la ruta biosintética de la clorofila, y regula la actividad del sistema enzimático para la formación de la protoclorofila y de otros pigmentos fotosintéticos (Marschner, 1995). Estos resultados son similares a lo obtenido por Urcia (2012) donde reporta que el tallo es el órgano que más absorbió con $15,41 \text{ mg/órgano}$, en el cv. Vencedor y $15,13 \text{ mg/órgano}$, en el cv. Mulato, seguidos por fruto con $12,79 \text{ mg/órgano}$ en el cv. Vencedor y un promedio de $12,23 \text{ mg/órgano}$ en el cv. Mulato.

Tabla 57: Absorción de hierro total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,20	1,23	2,95	2,18	0,50
TALLO	0,04	0,74	3,06	3,12	2,43
FRUTO			1,62	1,29	1,17
TOTAL	0,25	1,97	7,63	6,59	4,10

Promedio de los cuatro niveles evaluados

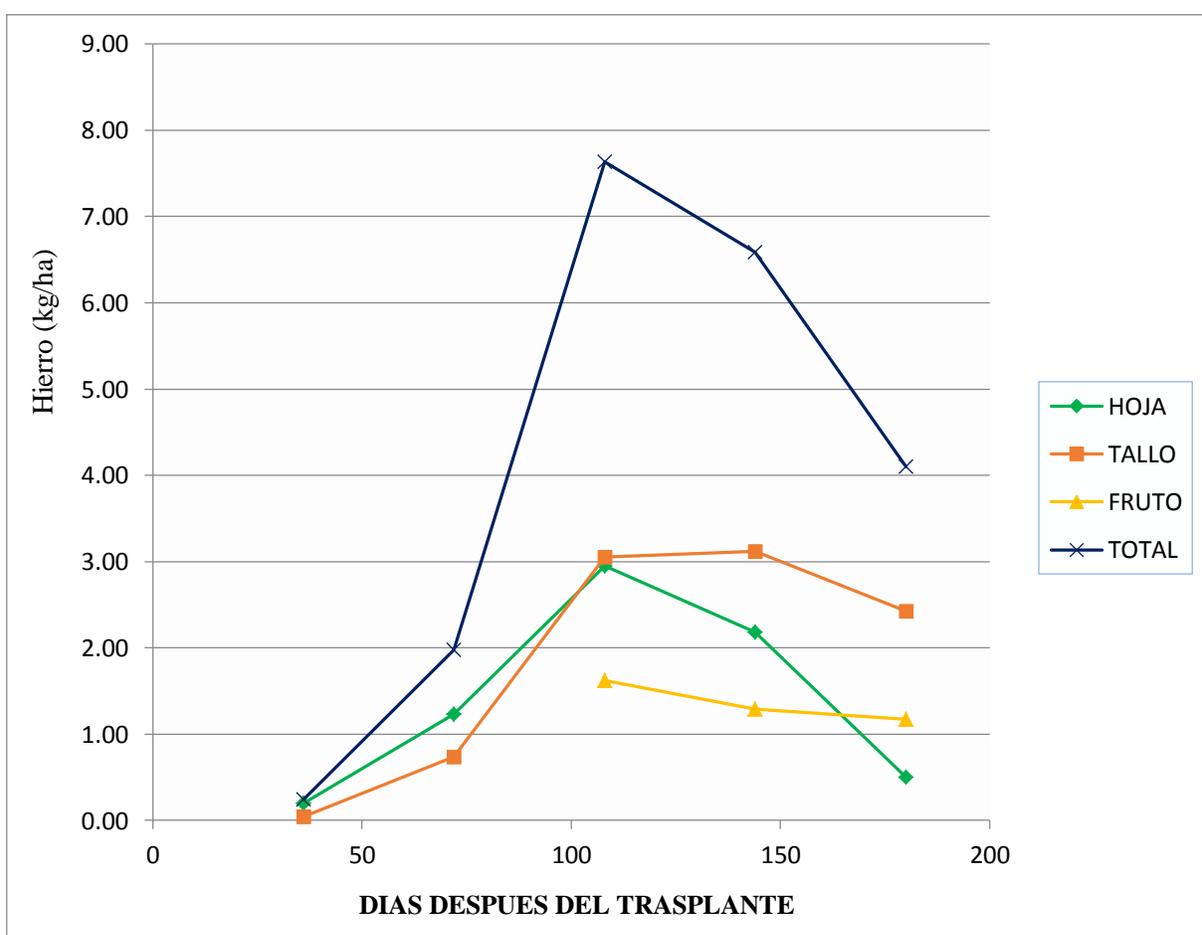


Figura 52: Absorción de hierro total por los diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 58: Absorción de hierro para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,19	1,49	3,84	3,03	0,83
TALLO	0,04	0,91	3,71	4,77	4,41
FRUTO			2,16	1,66	1,80
TOTAL	0,24	2,39	9,71	9,47	7,04

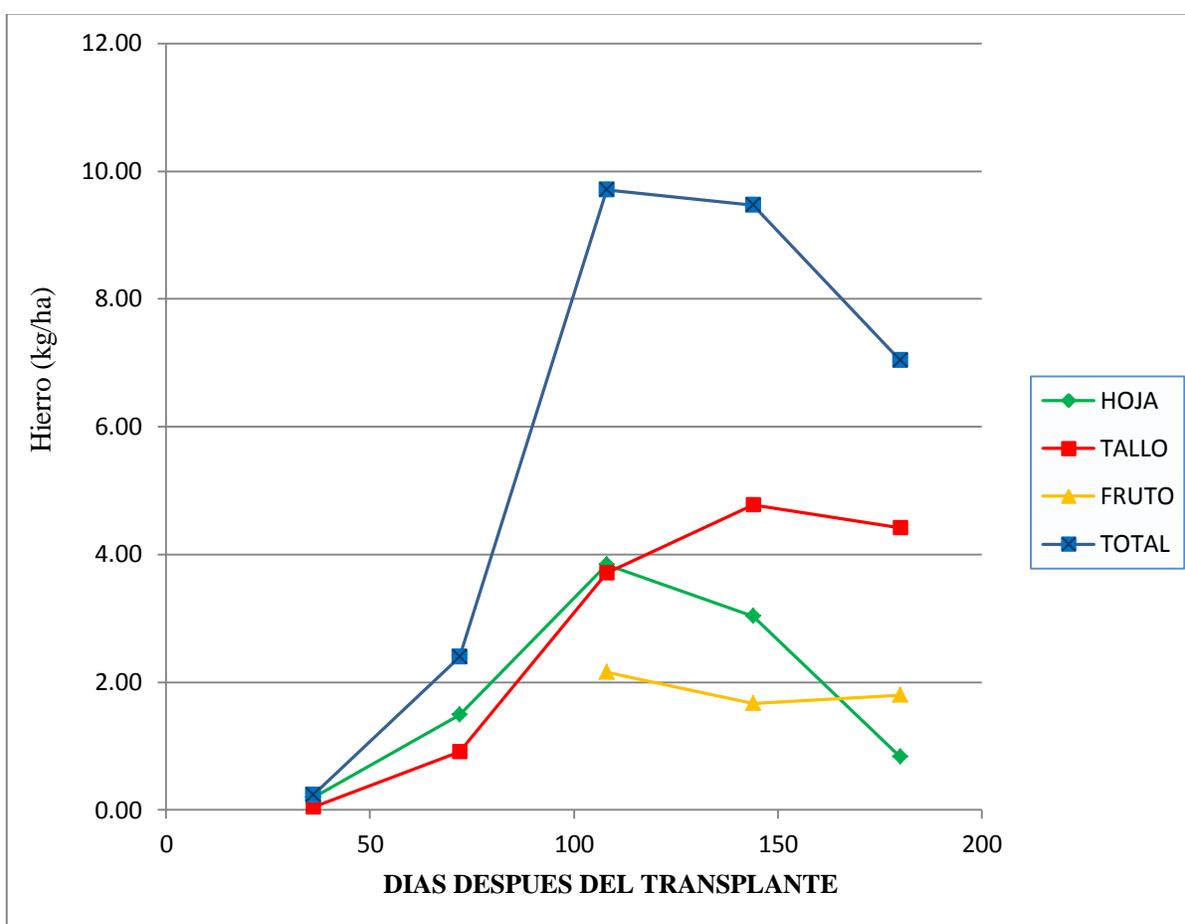


Figura 53: Absorción de hierro para el T3 (200 –150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.3.3c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de hierro a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

El análisis de regresión y la correlación lineal entre estas dos variables nos indican que hay una asociación altamente significativa, en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de hierro (Fe) a los 180 ddt. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 0,14 Kg ha⁻¹ de Fe. El coeficiente de correlación obtuvo un valor positivo de 0,86 indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de Fe. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de Fe, el 73,2 % se debe al rendimiento total de fruto fresco (Tabla 59 y Figura 54).

Tabla 59. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Fe (y).

		Significación
b =	0,135	**
r =	0,856	**
r² =	0,732	
y =	0.1352x - 1.147	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

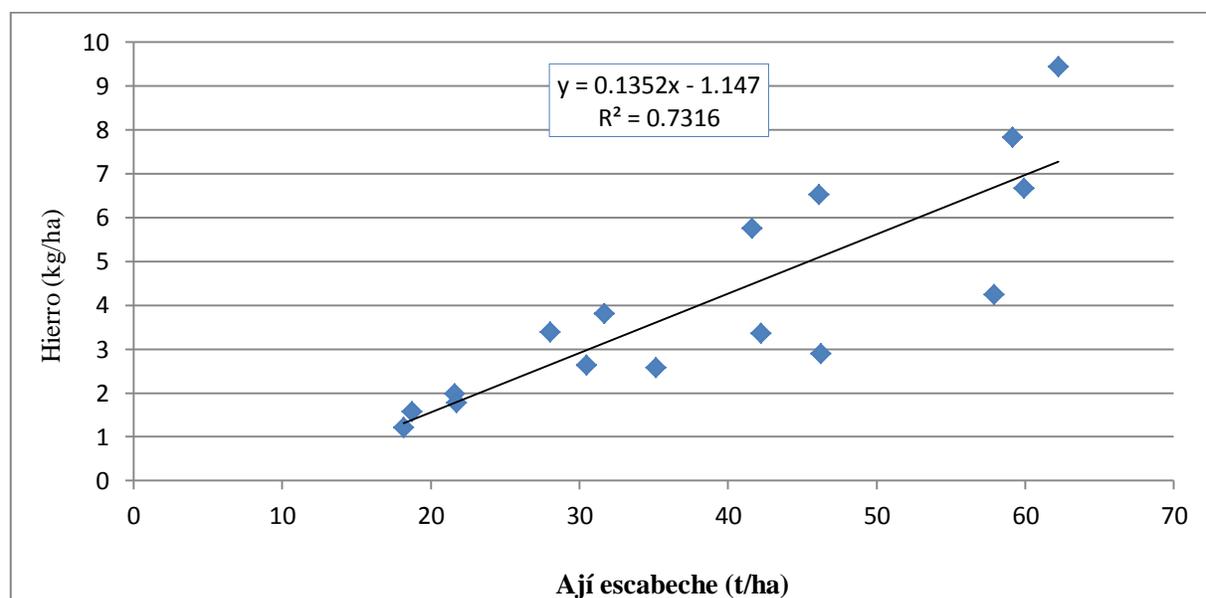


Figura 54: Análisis de regresión del rendimiento total de fruto fresco y la absorción de Fe.

4.3.4 MANGANESO

4.3.4a Acumulación periódica de la absorción de manganeso

En la Tabla 60 y Figura 55 se aprecia que la acumulación periódica de manganeso (Mn) a los 36 ddt fueron homogéneos entre sí en todos los tratamientos. A los 72 ddt se observan valores estadísticamente más significativas en la absorción de Mn entre los diferentes niveles de fertilización, siendo el T3 (200 – 150 – 250) el que obtuvo la mayor absorción con 0,52 Kg ha⁻¹ de Mn. A los 108 ddt se observa al T3 (200 – 150 – 250) con 1,32 Kg ha⁻¹ de Mn y el T2 (150 – 100 – 200) con 1,10 Kg ha⁻¹ de Mn, los mayores registros de absorción de Mn. A los 144 ddt la mayor absorción de Mn se dió en el T3 (200 – 150 – 250) con 1,64 Kg ha⁻¹ de Mn, superando estadísticamente a todos los niveles de fertilización siendo el menor valor el T0 (0 – 0 – 0) con 0,64 Kg ha⁻¹ de Mn. A los 180 ddt también se aprecia que el T3 (200 – 150 – 250) con 0,93 Kg ha⁻¹ de Mn reportó el mayor valor de absorción de Mn y fue similar estadísticamente al T2 (150 – 100 – 200) con 0,67 Kg ha⁻¹ de Mn, asimismo el T2 fue similar al T1 (100 – 50 – 150) con 0,43 Kg ha⁻¹ de Mn y este al T0 (0 – 0 – 0) con 0,20 Kg ha⁻¹ de Mn, respectivamente.

Cabe resaltar que los resultados obtenidos son similares a los reportados por (Urcia, 2012) quien reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 1,36 Kg ha⁻¹ de manganeso a los 90 ddt e el cv. Vencedor y en el cv. Mulato a los 135 ddt con 1,2 Kg ha⁻¹ de manganeso y en alcachofa por (Rodríguez, 2009) quien reportó que la máxima absorción se dió a los 255 ddt con un valor de 1,32 Kg ha⁻¹ de manganeso absorbido.

El incremento porcentual de Mn en los tratamientos se puede observar que varió entre 86,55 y 93,05 por ciento del Mn total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización (Tabla 60 y Figura 56).

Tabla 60: Absorción periódica de manganeso (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	0,06 a	0,52 a	1,32 a	1,64 a	0,93 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	0,07 a	0,44 b	1,10 a b	1,36 b	0,67 a b
T1 (100 – 50 – 150)	0,06 a	0,37 b c	0,85 b c	0,89 c	0,43 b c
T0 (0 – 0 – 0)	0,07 a	0,35 c	0,64 c	0,69 d	0,20 c
Promedio	0,06	0,42	0,98	1,14	0,56
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	16,91	7,64	11,60	6,95	21,17

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p≤0,05)

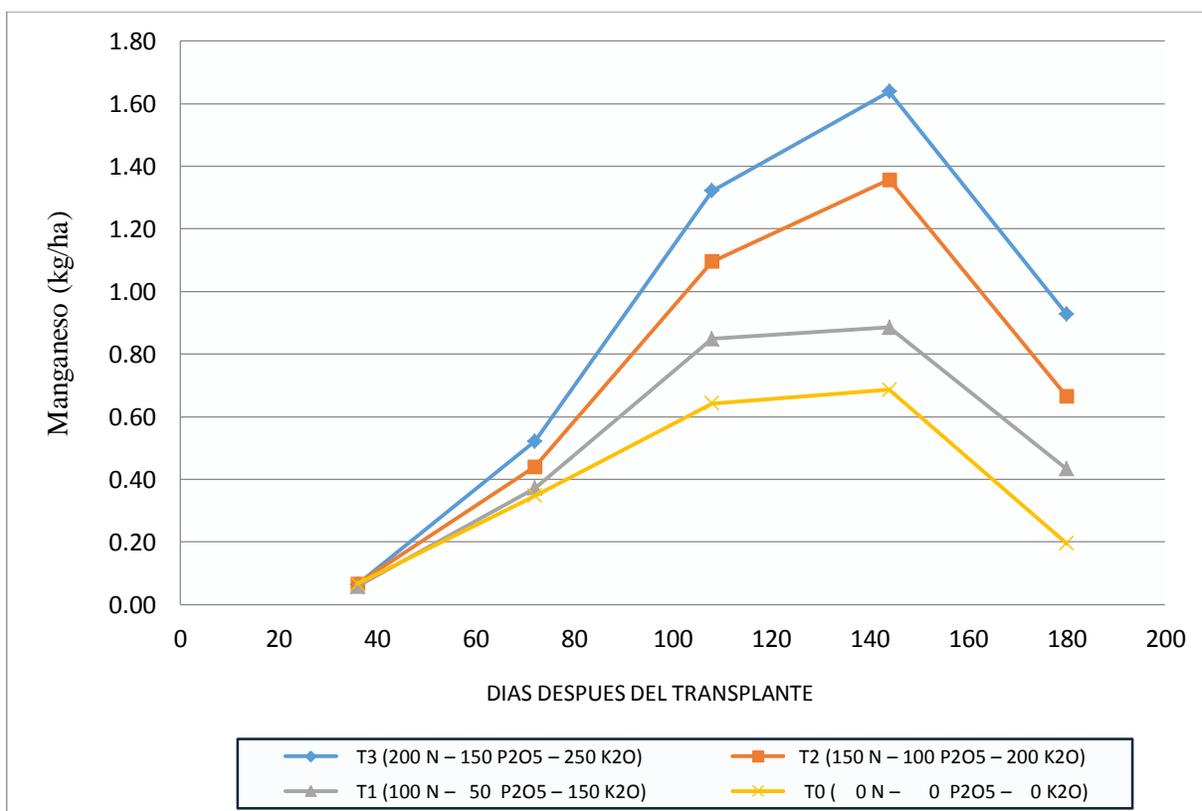


Figura 55: Absorción periódica de manganeso (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche.

Tabla 61: Incremento porcentual de Mn durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	4,64	49,33	31,31	12,41	0,00	100,0
T2	6,13	56,32	31,62	2,11	0,00	100,0
T1	7,62	52,34	31,06	3,15	0,00	100,0
T0	7,35	37,41	32,60	22,67	0,00	100,0

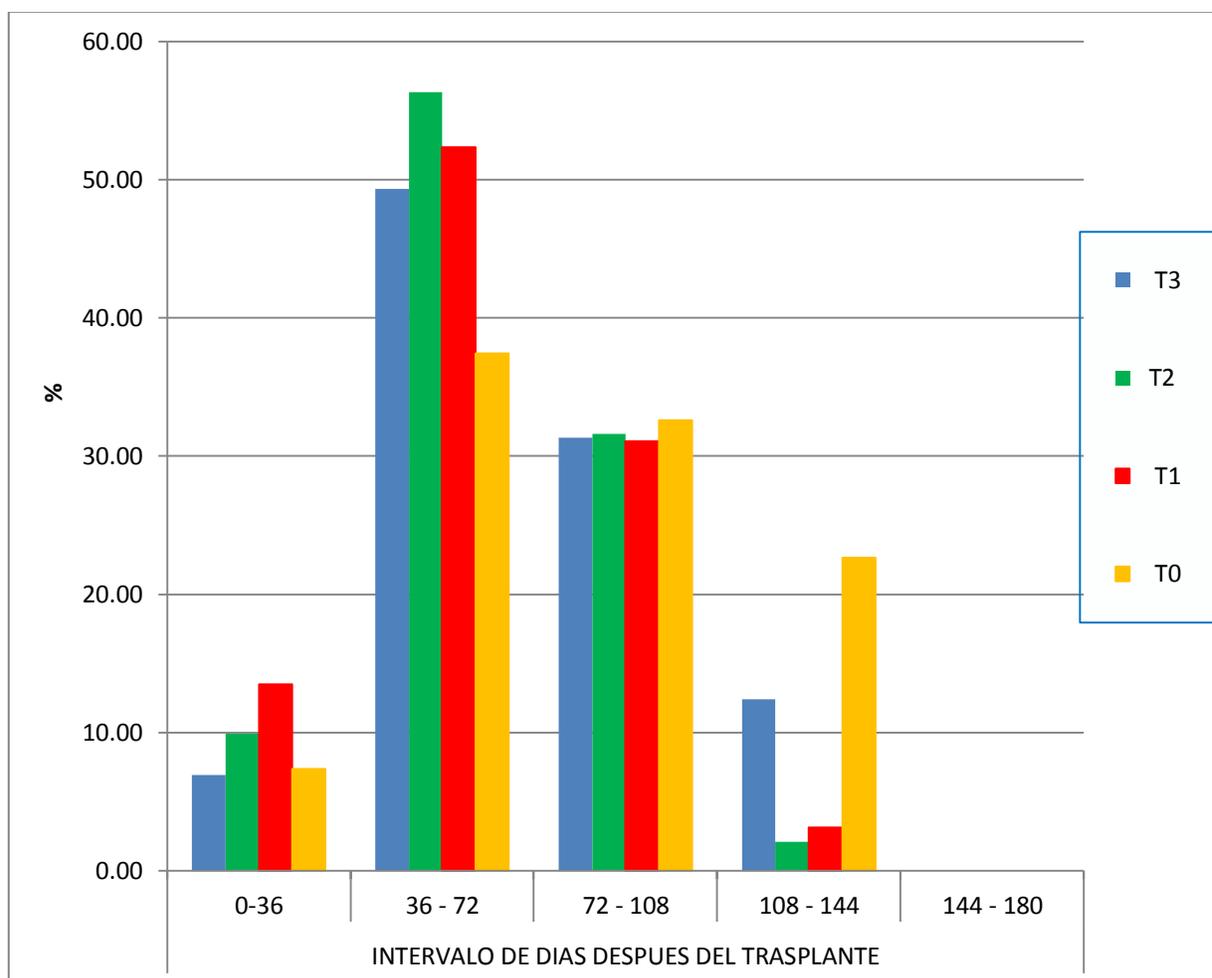


Figura 56: Incremento porcentual en peso del manganeso absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.3.4b Absorción de manganeso en los diferentes órganos del ají escabeche

La absorción de Mn en la hoja muestra una tendencia creciente hasta los 144 ddt donde registró su mayor valor de absorción con $0,72 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Mn, luego tiende a decrecer, sin embargo, la alta absorción de la hoja en comparación con los otros órganos en los primeros muestreos es posible debido a que en la hoja, el Mn juega un rol importante; ya que forma parte de los procesos de síntesis de la clorofila y por ende en el proceso de la fotosíntesis (Rodríguez, 1999). El tallo obtuvo el mayor valor a los 144 ddt con $0,28 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Mn, luego sufre un decrecimiento hasta los 180 ddt con $0,23 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Mn. En el fruto sigue una tendencia creciente hasta los 180 ddt donde alcanza su máximo valor a con $0,15 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Mn (Tabla 61 y Figura 57).

En la Tabla 62 y Figura 58 se aprecia que en el T3 (200 – 150 – 250) la hoja registró su mayor valor de absorción de Mn a los 144 ddt con $1,00 \text{ ha}^{-1}$, de Mn luego tiende a declinar, siendo la hoja el órgano que absorbió más Mn en comparación con los demás órganos. Caso parecido se observa en el tallo donde se observa el mayor valor a los 144 ddt con $0,44 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Mn. Asimismo, en el fruto alcanza su máximo absorción a los 180 ddt con $0,23 \text{ Kg ha}^{-1}$ de Mn.

Esto nos muestra que el Mn es muy importante durante el inicio y máxima producción de follaje del ají escabeche. Debido a que este nutriente forma parte de los procesos de síntesis de la clorofila y es activador de las reductasas que interviene en el ciclo de Krebs (respiración en la mitocondria) (Rodríguez, 1999).

Estos resultados son similares a lo obtenido por Urcia (2012) donde reporta que la hoja es el órgano que más absorbió con $4,558 \text{ mg/órgano}$, en el cv. Vencedor y $5,65 \text{ mg/órgano}$, en el cv. Mulato, seguidos por fruto con $1,651 \text{ mg/órgano}$ en el cv. Vencedor y un promedio de $1,906 \text{ mg/órgano}$ en el cv. Mulato.

Tabla 62: Absorción de manganeso total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,05	0,31	0,62	0,72	0,17
TALLO	0,01	0,11	0,23	0,28	0,23
FRUTO			0,12	0,15	0,15
TOTAL	0,06	0,42	0,98	1,14	0,56

Promedio de los cuatro niveles evaluados

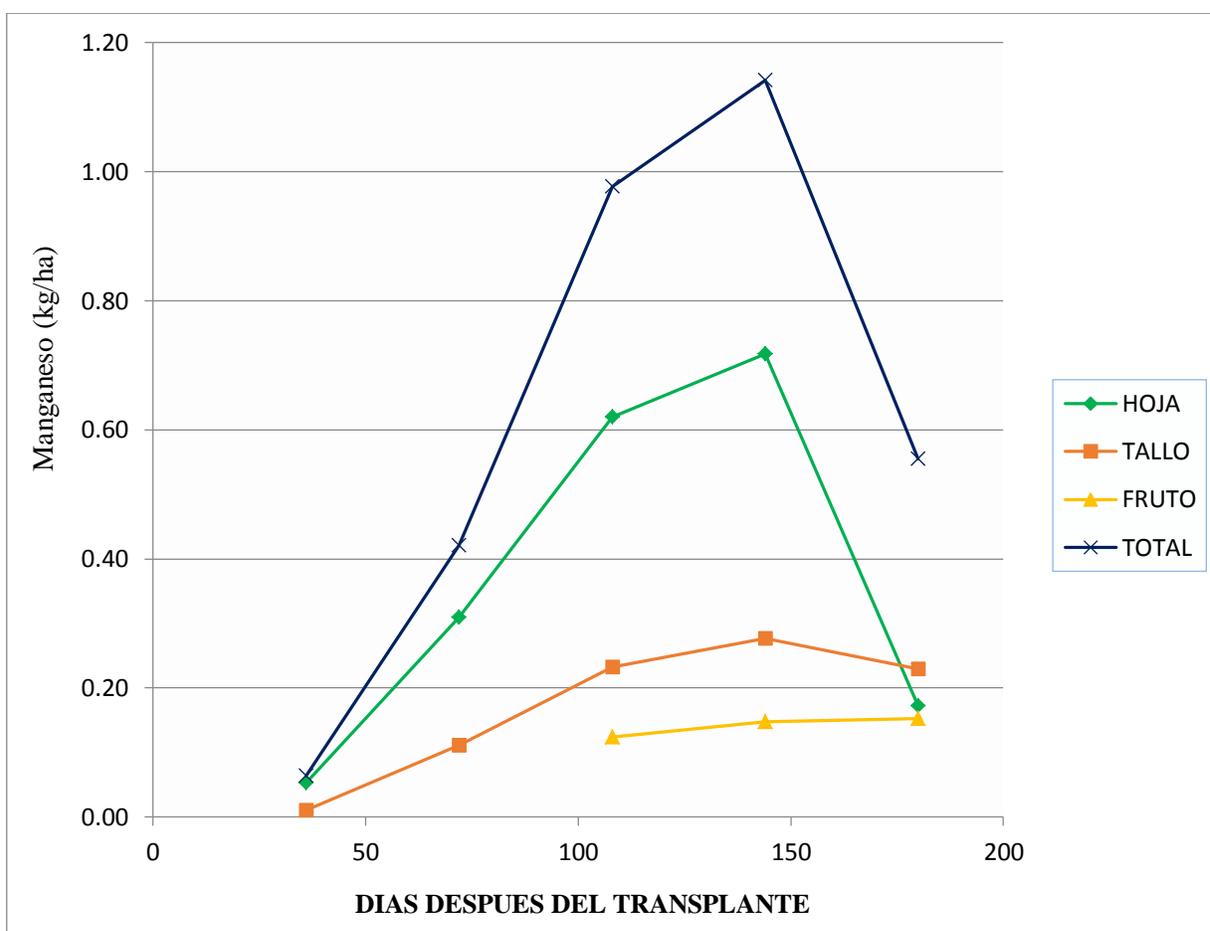


Figura 57: Absorción de manganeso total p en diferentes órganos de ají escabeche.

Tabla 63: Absorción de manganeso para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,05	0,37	0,82	1,00	0,26
TALLO	0,01	0,15	0,31	0,44	0,43
FRUTO			0,19	0,20	0,23
TOTAL	0,06	0,52	1,32	1,64	0,93

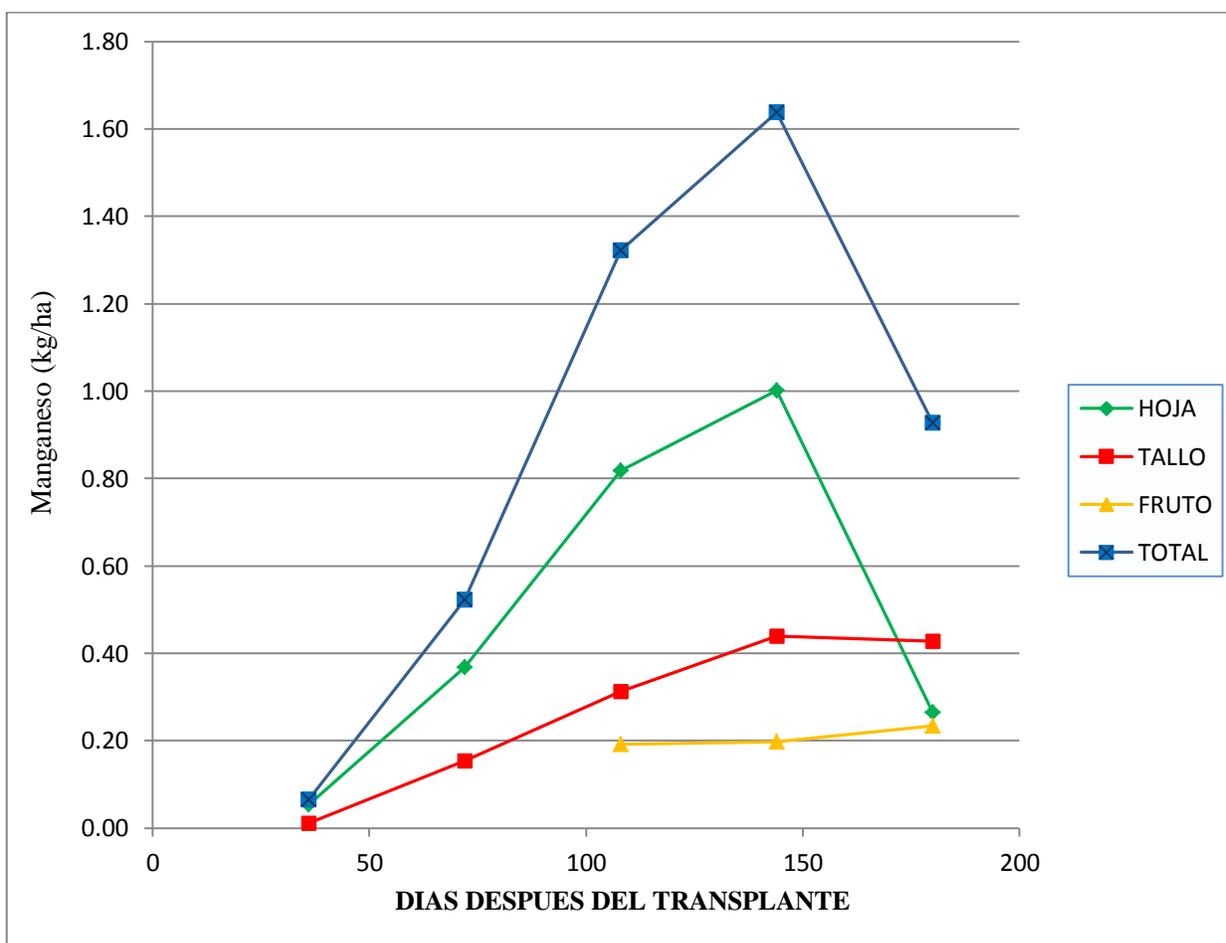


Figura 58: Absorción de manganeso para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.3.4c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de manganeso a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

La relación lineal entre estas dos variables muestra una asociación altamente significativa, tanto para el análisis de regresión y la correlación en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de manganeso (Mn) total a los 180 ddt. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 18 g ha⁻¹ de Mn. El coeficiente de correlación es positivo (r= 0,89) indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de Mn. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de Mn, el 79% se debe al rendimiento total de fruto fresco (Tabla 64 y Figura 59).

Tabla 64. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de Mn (y).

		Significación
b =	0,018	**
r =	0,893	**
r² =	0,798	
y =	0,0181x - 0,1491	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

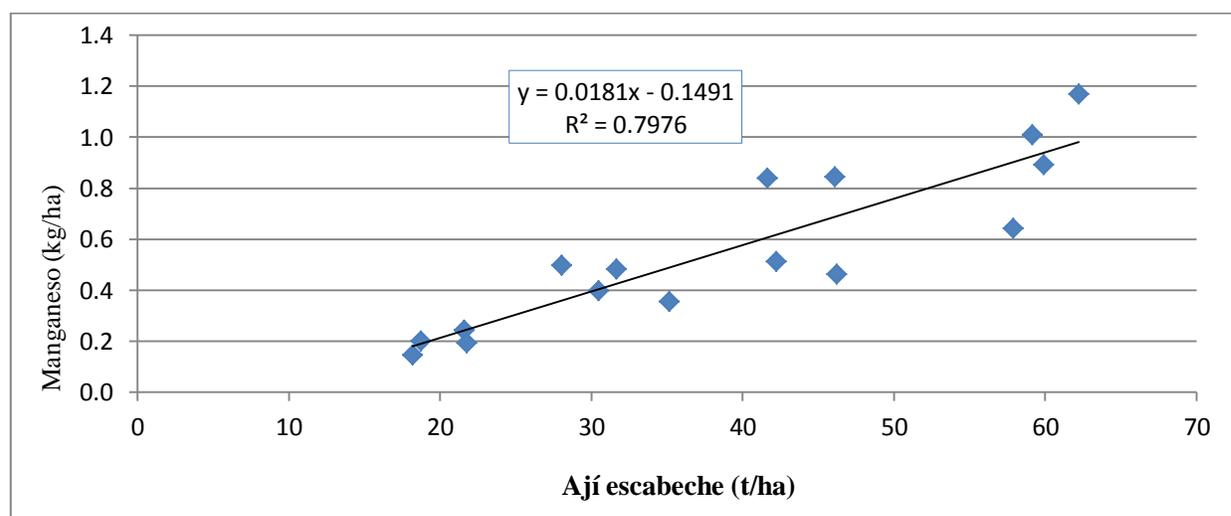


Figura 59: Coeficiente de regresión de materia seca sobre absorción de manganeso.

4.3.5 ZINC

4.3.5a Acumulación periódica de la absorción de zinc

La acumulación periódica de Zn a los 36 ddt (Tabla 65 y Figura 60) fueron similares estadísticamente en todos los niveles de fertilización y sus valores varían entre 0,09 y 0,11 Kg ha⁻¹ de Zn. A los 72 ddt se observan diferencias más claras en la absorción de Zn entre los diferentes niveles de fertilización, siendo el T3 (200 – 150 – 250) el que obtuvo la mayor absorción con 0,61 Kg ha⁻¹ de Zn. A los 108 ddt la mayor absorción de Zn se dio en el T3 (200 – 150 – 250) con 1,13 Kg ha⁻¹ de Zn el cual superó estadísticamente a todos los niveles de fertilización. A los 144 ddt la mayor absorción de Zn se reportó en el T3 (200 – 150 – 250) con 1,15 Kg ha⁻¹ de Zn y T2 (150 – 100 – 200) con 0,99 Kg ha⁻¹ de Zn y el que registro el menor valor fue el T0 (0 – 0 – 0) con 0,52 Kg ha⁻¹ de Zn. A los 180 ddt también se dio la máxima absorción en el T3 (200 – 150 – 250) con 0,96 Kg ha⁻¹ de Zn y el T2 (150 – 100 – 200) con 0,71 Kg ha⁻¹ de Zn, respectivamente, asimismo el T2 fue similar al T1 (100 – 50 – 150) con 0,45 Kg ha⁻¹ de Zn y este al T0 (0 – 0 – 0) con 0,20 Kg ha⁻¹ de Zn, respectivamente. Cabe resaltar que en los primeros muestreos se observan los mayores resultados, esto podría deberse a que el Zn forma parte de la síntesis de las auxinas (Marschner, 1995).. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por (Urcia, 2012) quien reportó que en pimiento se obtiene un promedio de 1,27 Kg ha⁻¹ de zinc a los 120 ddt en el cv. Vencedor y para el cv. Mulato a los 120 ddt con 1,28 Kg ha⁻¹ de zinc y en alcachofa por (Rodríguez, 2009) quién reportó que la máxima absorción se dio a los 255 ddt con un valor de 1,68 Kg ha⁻¹ de zinc absorbido.

El Incremento porcentual de Zn en los tratamientos se puede observar que varió entre 89,49 y 91,25 por ciento del Zn total absorbido por la planta y ocurre entre los 36 y 144 ddt, para todos los niveles de fertilización evaluados (Tabla 65 y Figura 61).

Tabla 65: Absorción periódica de zinc (Kg/ha) en cinco muestreos en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

TRATAMIENTOS N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
T3 (200 – 150 – 250)	0,11 a	0,61 a	1,13 a	1,15 a	0,96 a ¹
T2 (150 – 100 – 200)	0,10 a	0,53 b	0,95 b	0,99 a	0,71 a b
T1 (100 – 50 – 150)	0,09 a	0,47 c	0,74 c	0,67 b	0,45 b c
T0 (0 – 0 – 0)	0,10 a	0,43 c	0,54 d	0,52 b	0,20 c
Promedio	0,10	0,51	0,84	0,83	0,58
An.Va.	n.s.	**	**	**	**
C.V. (%)	15,25	4,34	5,43	10,43	20,93

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (p<0,05)

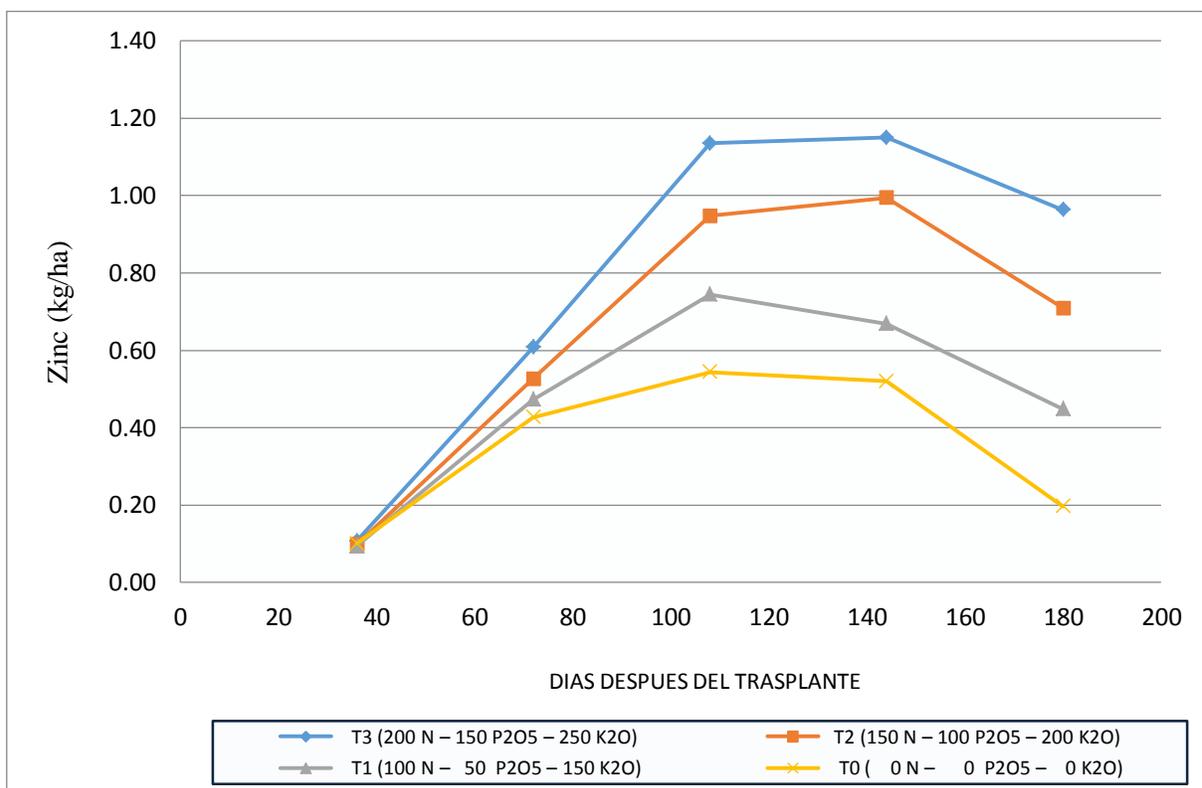


Figura 60. Absorción periódica de zinc (Kg/ha) en cuatro niveles de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

Tabla 66: Incremento porcentual de Zn durante el desarrollo del cultivo.

TRATAMIENTOS	INTERVALO DE DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE					TOTAL
	0-36	36 - 72	72 - 108	108 - 144	144 - 180	
T3	8,74	40,66	42,85	7,74	0,00	100,0
T2	10,55	44,15	40,02	5,32	0,00	100,0
T1	10,01	40,56	42,95	6,43	0,00	100,0
T0	10,22	47,34	39,23	3,21	0,00	100,0

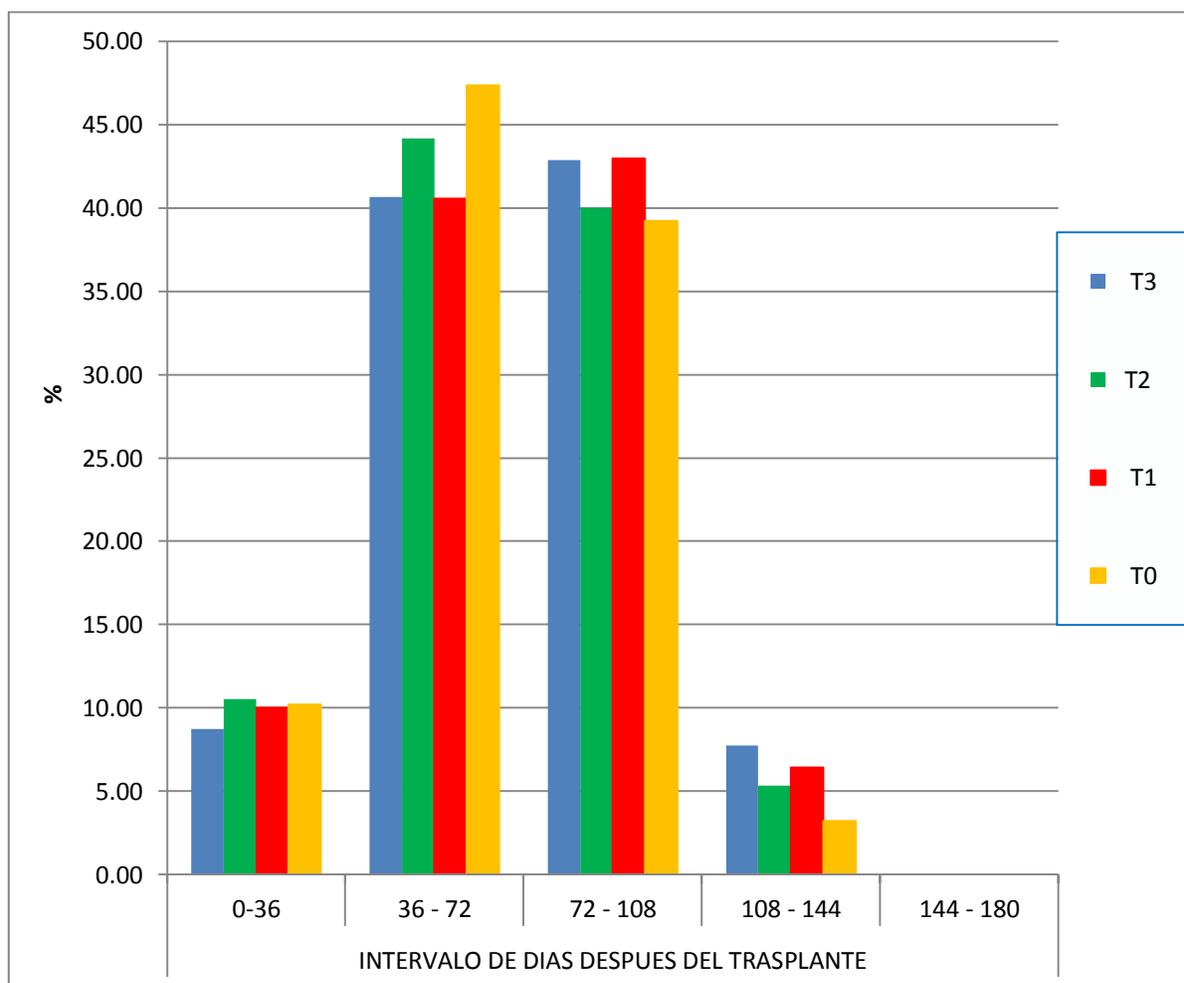


Figura 61: Incremento porcentual en peso del zinc absorbido durante el desarrollo del cultivo.

4.3.5b Absorción de zinc en los diferentes órganos del ají escabeche

En el caso de Zn (Tabla 65 y Figura 61) se aprecia que la hoja muestra una tendencia creciente hasta los 108 ddt donde alcanza su mayor valor de absorción con 0,42 Kg ha⁻¹ de Zn), luego tiende a declinar, hasta los 180 ddt con 0,19 Kg ha⁻¹ de Zn. Caso similar ocurre en el tallo, en el cual el máximo valor se reporta a los 108 ddt con 0,33 Kg ha⁻¹ de Zn, luego tiende a declinar. En el fruto ocurre el mayor valor a los 180 ddt con 0,21 Kg ha⁻¹ de Zn.

La mayo absorción de Zn se dió en el T3 (200 – 150 – 250) donde muestra que la hoja registró el mayor valor de absorción a los 108 ddt (Tabla 66 y Figura 62) con 0,53 ha⁻¹ de Zn, luego de esta fecha la absorción declina hasta los 180 ddt con 0,30 ha⁻¹ de Zn. Caso similar ocurre en el tallo donde a los 108 ddt alcanza la máxima absorción con 0,48 Kg ha⁻¹ de Zn, luego tiende a declinar ligeramente. La absorción de Zn en el fruto registró su máximo valor a los 180 ddt con 0,42 Kg ha⁻¹ de Zn.

Esto nos muestra que el zinc es muy importante durante el inicio y máxima producción del ciclo vegetativo debido a que se requiere en el metabolismo de las auxinas, debido a que es necesario para la producción de triptofano y para la actividad de muchas enzimas debido por su capacidad de formar uniones entre las enzimas y el sustrato y por ser parte estructural de numerosas enzimas, y es importante para la estabilidad de las membranas biológicas y para la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas y lípidos, que mejoran la calidad de los órganos comestibles (Rodríguez, 1999; Dang et al., 2010). Hay que tener en cuenta que las grandes aplicaciones de fertilizantes de fósforo a suelos de baja disponibilidad de zinc pueden inducir la deficiencia de Zn “deficiencia de Zn inducida por P”. El alto suministro de P está frecuentemente asociado con una reducción en el crecimiento radical y un menor grado de infección radical con micorrizas (Marschner, 1995). Estos resultados son similares a lo obtenido por Urcia (2012) donde reporta que la hoja es el órgano que más absorbió zinc con 3,55 mg/órgano, en el cv. Vencedor y 4,65 mg/órgano, en el cv. Mulato, seguidos por fruto con 2,54 mg/órgano en el cv. Vencedor y un promedio de 2,65 mg/órgano en el cv. Mulato.

Tabla 67: Absorción de zinc total en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,09	0,40	0,42	0,37	0,19
TALLO	0,01	0,11	0,33	0,27	0,18
FRUTO			0,09	0,19	0,21
TOTAL	0,10	0,51	0,84	0,83	0,58

Promedio de los cuatro niveles evaluados

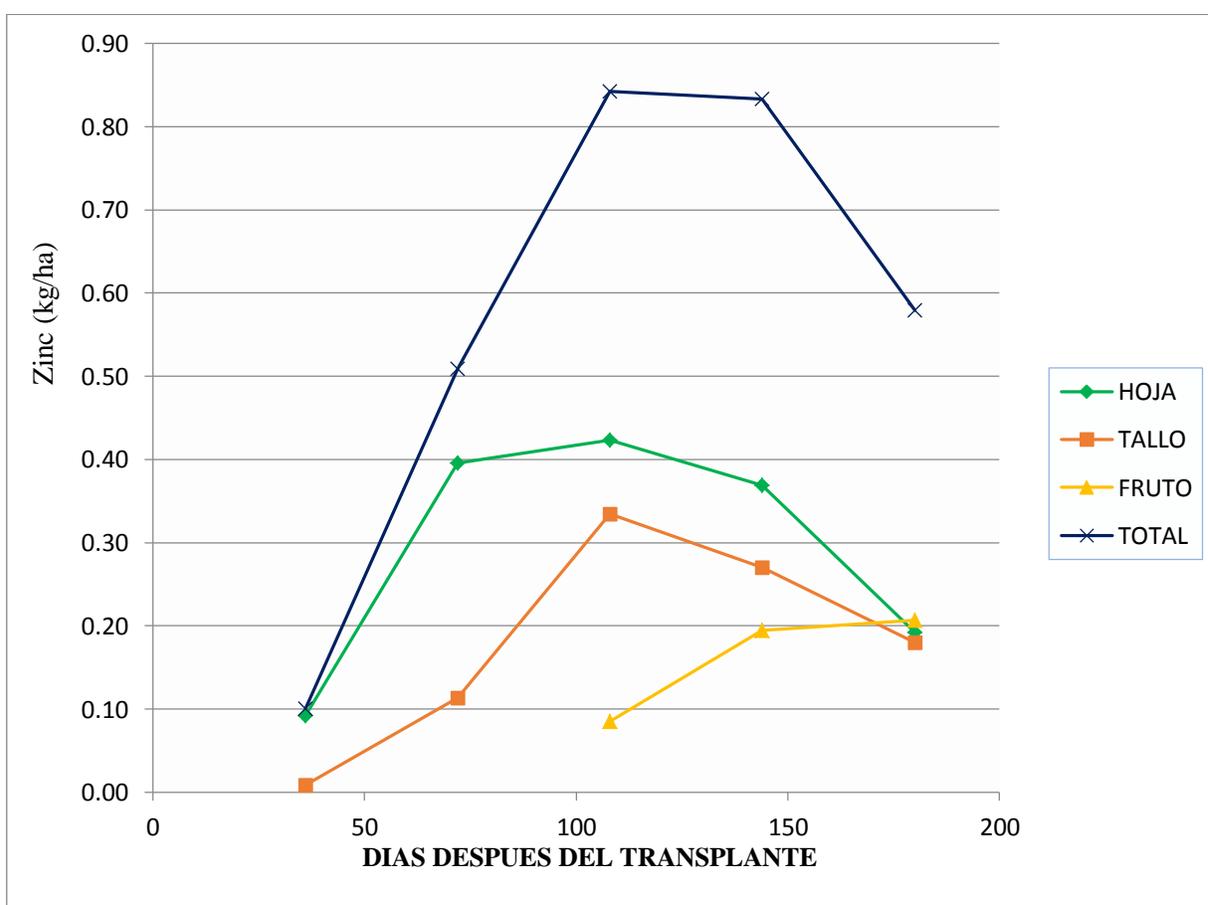


Figura 62: Absorción de zinc total en diferentes órganos de ají escabeche

Tabla 68: Absorción de zinc para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

ORGANO	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE				
	36	72	108	144	180
HOJA	0,10	0,45	0,53	0,48	0,30
TALLO	0,01	0,15	0,48	0,41	0,34
FRUTO			0,12	0,26	0,32
TOTAL	0,11	0,61	1,13	1,15	0,96

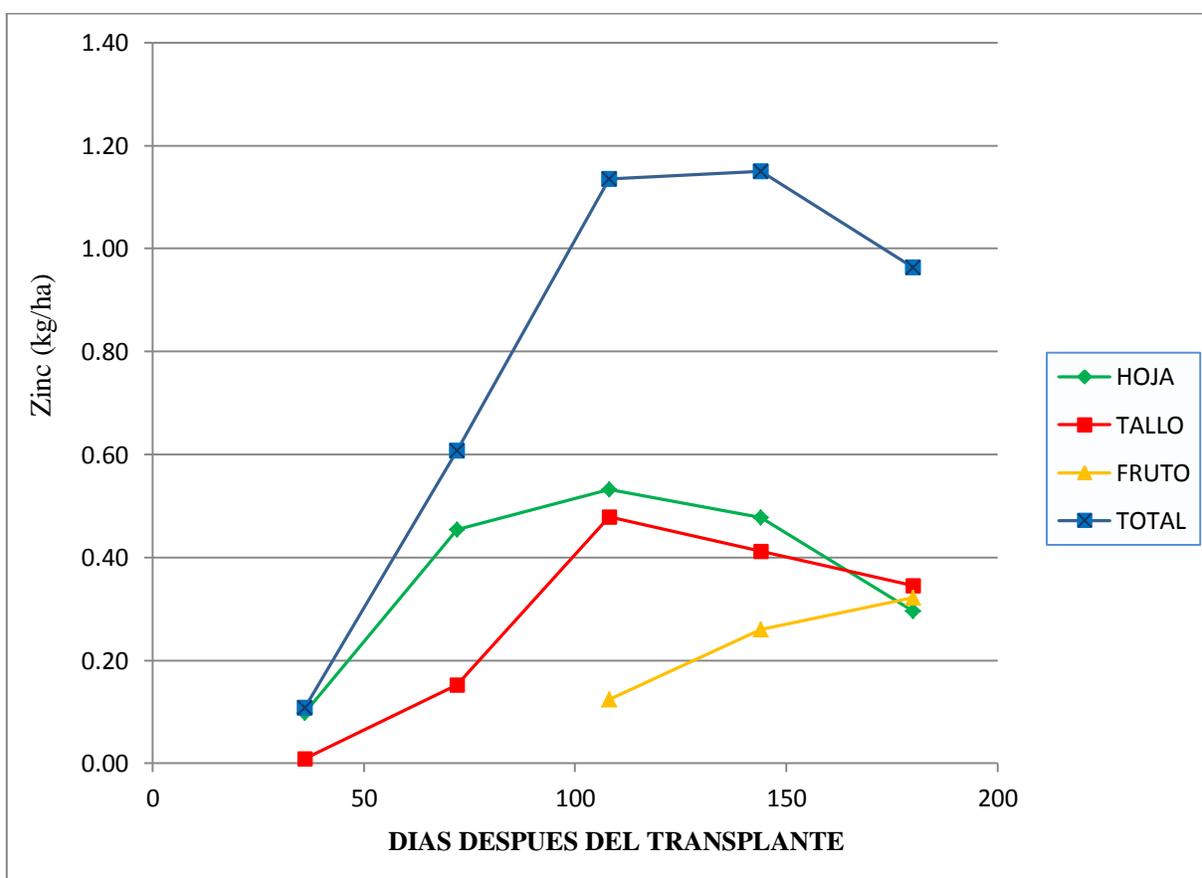


Figura 63: Absorción de zinc para el T3 (200 – 150 – 250) en diferentes órganos de ají escabeche.

4.3.5c Análisis de regresión y correlación lineal entre la absorción de zinc a los 180 ddt y el rendimiento total de fruto fresco.

El análisis de regresión y la correlación lineal entre estas dos variables nos indican que hay una asociación altamente significativa, en el rendimiento total de fruto fresco frente a la absorción de zinc (Zn) total a los 180 ddt. El análisis de regresión entre estas dos variables, indican que por cada tonelada que se incrementa en el rendimiento total de fruto fresco se absorbe 19 g ha⁻¹ de Zn. El coeficiente de correlación obtuvo un valor positivo de 0,89 indicando que al aumentar el rendimiento total de fruto fresco aumenta la absorción de Zn. El coeficiente de determinación, indica que del total de la variabilidad de la absorción de Zn, el 79,2 % se debe al rendimiento total de fruto fresco (Tabla 69 y Figura 64).

Tabla 69. Análisis de regresión (b), correlación (r), determinación (r²) y ecuación de regresión para el rendimiento total de fruto fresco (x) y la absorción de zinc (y).

		Significación
b =	0,019	**
r =	0,890	**
r² =	0.792	
y =	0,019x - 0,1596	

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

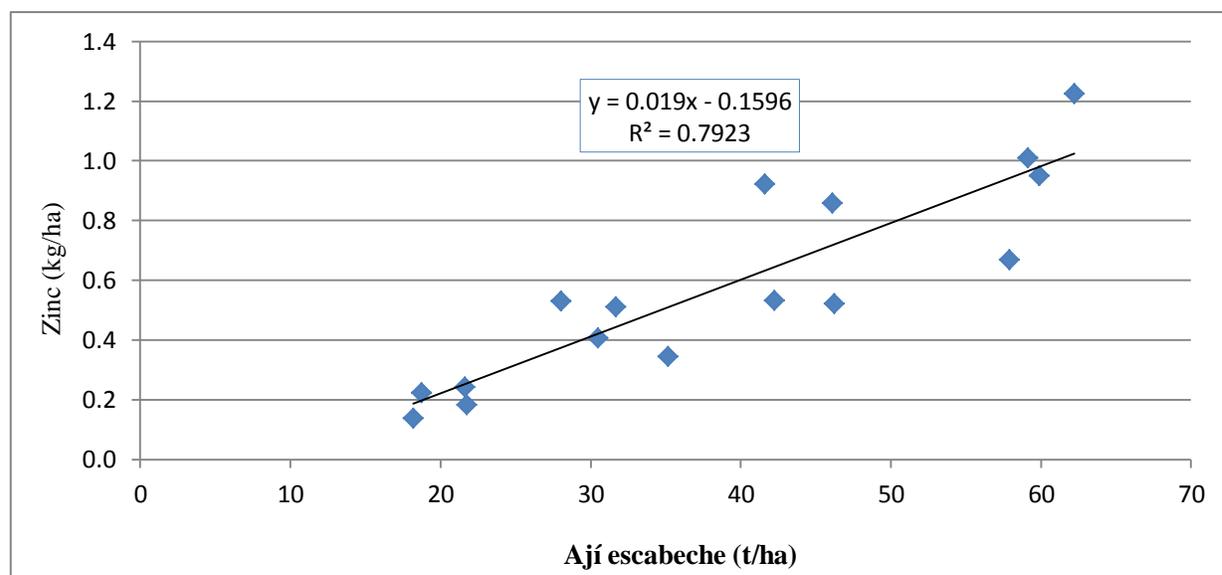


Figura 64: Análisis de regresión de rendimiento total de fruto fresco y absorción de Zn.

4.3.6 ABSORCION TOTAL DE MICRONUTRIENTES (Kg/ha)

Los micronutrientes varían mucho en su distribución dentro de las plantas y su capacidad para ser removilizado a partir de los órganos fuente y sumidero (Grusak et al., 1999 citado por Moreno et al., 2003). El contenido de materia orgánica es el factor determinante para proporcionar micronutrientes hacia la planta de ají escabeche. Además, los micronutrientes se añaden comúnmente en los fertilizantes NPK durante el proceso de fabricación y pueden contribuir significativamente la oferta de micronutrientes a los cultivos (Moreno et al., 2003). El nutriente con mayor absorción fue el Fe, seguido por el B, el Mn, el Zn y el Cu (Tabla 70 y Figura 65). Resultados similares se reportaron en pimiento por (Urcia, 2012).

Tabla 70. Absorción de micronutrientes (Kg/ha) empleando (200 – 150 – 250) como nivel de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

NUTRIENTES	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE				
	36	72	108	144	180
B	0,13	0,88	2,26	2,34	1,96
Cu	0,02	0,20	0,85	1,29	1,72
Fe	0,24	2,39	9,71	9,47	7,04
Mn	0,06	0,52	1,32	1,64	0,93
Zn	0,11	0,61	1,13	1,15	0,96

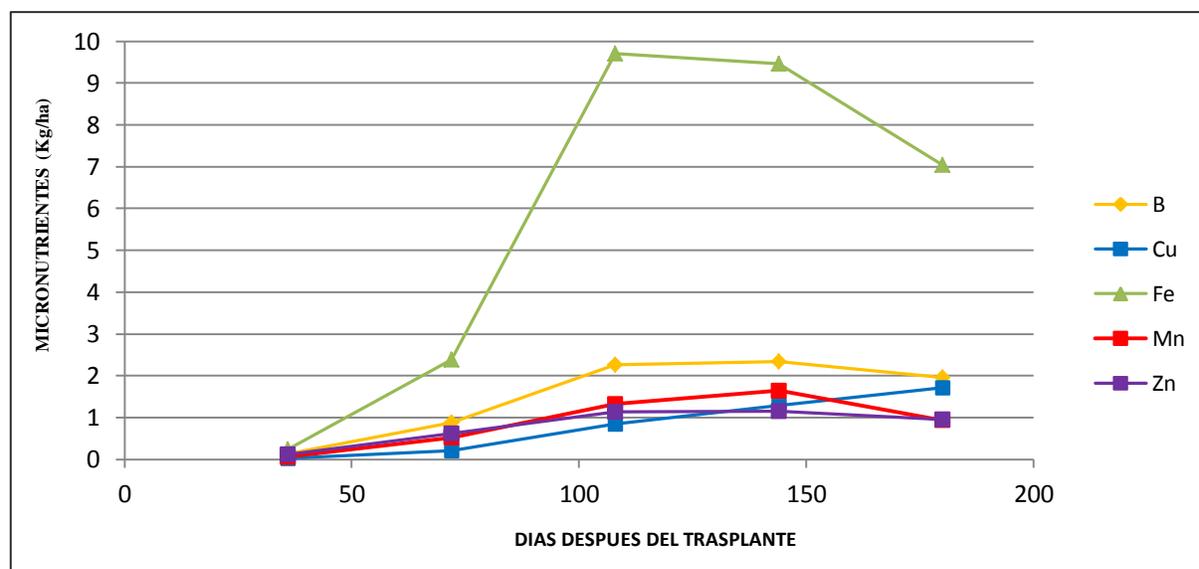


Figura 65. Absorción de micronutrientes (Kg/ha) empleando (200 – 150 – 250) como nivel de fertilización en ají escabeche, Cañete (2013-2014).

4.4 RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTO FRESCO.

En la Tabla 71 y en la Figura 66 y 67, se aprecia los valores encontrados del rendimiento de fruto frescos ($t\ ha^{-1}$) de ají escabeche en cada una de las cosechas realizadas y en función de los tratamientos en estudio. En la primera cosecha se muestra diferencias significativas para el T3, T2, sin embargo, para el T1 y T0 no existe significancia, así también, se observa que a partir de la tercera cosecha el promedio se va incrementando hasta la quinta cosecha, donde se obtiene un promedio de $12,92\ t\ ha^{-1}$, disminuyendo en la sexta cosecha con un promedio de $8,64\ t\ ha^{-1}$. Asimismo, el T3 destaca con un rendimiento total de $59,79\ t\ ha^{-1}$, seguido por el T2 ($44,045\ t\ ha^{-1}$) y T1 ($31,330\ t\ ha^{-1}$), no obstante el T0 obtuvo un rendimiento alto de ($20,063\ t\ ha^{-1}$) debido al buen contenido de materia orgánica del suelo. Resultado similar se obtuvo por Zarate (2012) en la cual con una densidad de 16 667 plantas por hectárea reportó un valor de $43,47\ t\ ha^{-1}$, de ají escabeche.

Tabla 71: Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) en ají escabeche (*Capsicum baccatum*) empleando cuatro niveles de fertilización.

Tratamientos	N° de Cosecha						Total
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a	
T3	2,683 a	2,918 a	8,650 a	18,818 a	14,993 a	11,733 a	59,790 a ¹
T2	2,183 b	2,610 b	6,945 b	15,990 b	9,913 b	6,405 b	44,045 b
T1	1,943 c	2,233 c	5,725 b	11,345 c	6,028 c	4,053 b c	31,330 c
T0	1,693 c d	1,875 d	3,610 c	5,513 d	4,028 c	3,343 c	20,063 d
Promedio ($t\ ha^{-1}$)	2,13	2,41	6,23	12,92	8,64	6,38	38,8
An.Va.	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	4,37	5,71	10,18	9,09	17,69	20,91	3,85

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; n.s.: No significativo

¹ Las medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

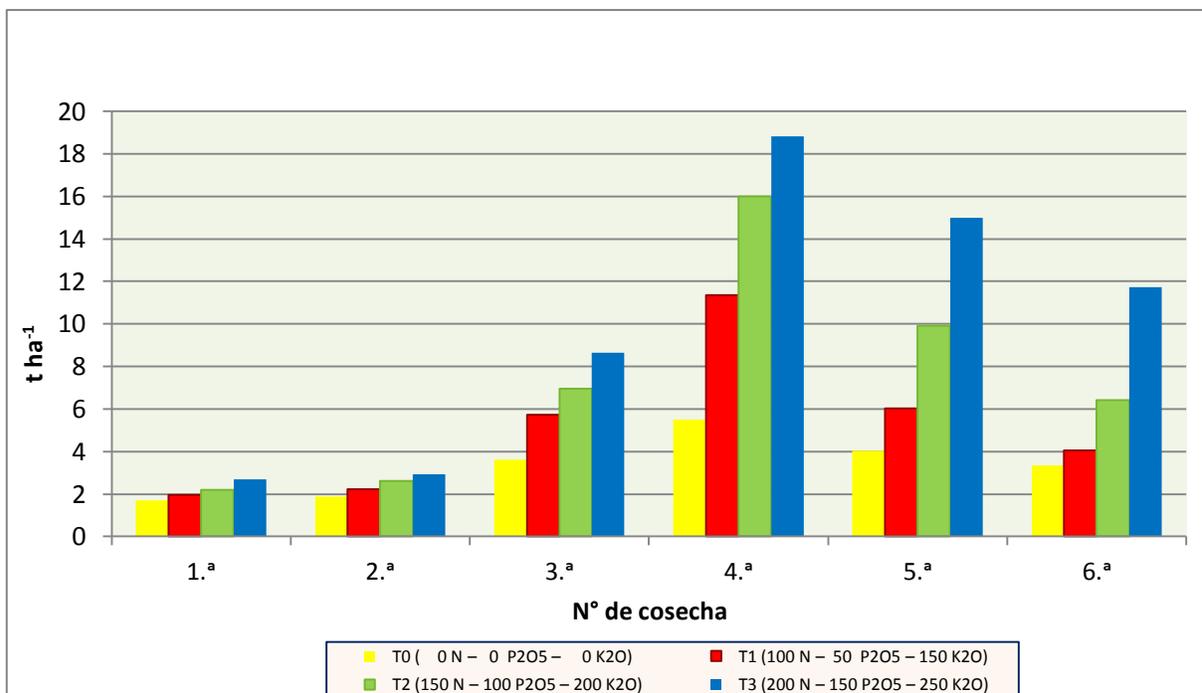


Figura 66: Rendimientos parciales ($t\ ha^{-1}$) en ají escabeche (*Capsicum baccatum*) empleando cuatro niveles de fertilización.

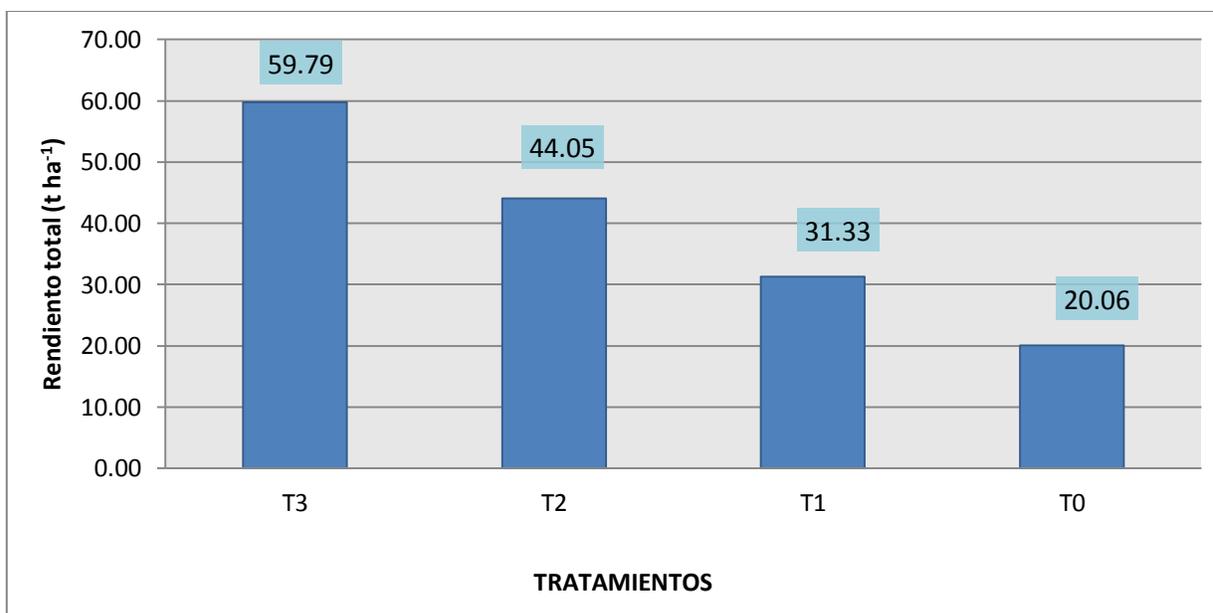


Figura 67: Rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) en ají escabeche (*Capsicum baccatum*) empleando cuatro niveles de fertilización.

V. CONCLUSIONES

1. El tratamiento que presentó la mayor absorción de macro y micronutrientes fue el T3 (200 N – 150 P₂O₅ – 250 K₂O). Asimismo, este tratamiento mostró el mayor rendimiento de frutos por hectárea (59,79 t ha⁻¹).
2. De acuerdo a la acumulación de nutrientes en los diferentes órganos de la planta de ají escabeche, el tallo fue el órgano que reportó la mayor concentración de nutrientes en especial: Nitrógeno, Potasio, Azufre, Cobre, Hierro y Zinc, seguido de la hoja: Nitrógeno, Calcio, Magnesio y Manganeso y el fruto: Fósforo, Boro y Cobre, respectivamente.
3. Empleando una fertilización de 200 N – 150 P₂O₅ – 250 K₂O Kg ha⁻¹, se determinó una absorción de 201 Kg ha⁻¹ de Nitrógeno; 24,44 Kg ha⁻¹ de Fósforo; 331,70 Kg ha⁻¹ de Potasio; 108,66 Kg ha⁻¹ de Calcio; 31,03 Kg ha⁻¹ de magnesio; 28,72 Kg ha⁻¹ de azufre; 1,96 Kg ha⁻¹ de boro; 1,72 Kg ha⁻¹ de Cobre; 9,93 Kg ha⁻¹ de Hierro; 1,39 Kg ha⁻¹ de Manganeso; y 1,23 Kg ha⁻¹ de Zinc.
4. La etapa de mayor acumulación de materia seca, ocurrió desde los 72 a los 180 días, después del trasplante. Se encontró la siguiente distribución de materia seca: 48 % en el tallo, un 30% en la hoja y el 22 % restante hacia los frutos.
5. La acumulación de macronutrientes en orden descendente observada en el presente estudio fue la siguiente: K > N > P > Ca > Mg > S y de micronutrientes fue: Fe > B > Mn > Zn > Cu.
6. Existe una asociación significativa entre la absorción de macro y micronutrientes y la producción de frutos frescos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Tomando como base los resultados de la presente investigación, seguir realizando estudios de absorción y acumulación de nutrientes en otros cultivos.
2. Continuar esta investigación pero en un intervalo de tiempo más corto, con otros métodos de fertilización y comparando con el sistema de riego por goteo.
3. Probar el uso de materia orgánica junto con el nivel de fertilización más bajo para realizar una agricultura sustentable.
4. Enseñar a los agricultores y a las empresas agrícolas la importancia de realizar la determinación de absorción de nutrientes, ya que demuestra en qué momento se debe realizar la práctica de fertilización, en que momento ya no es necesario cierto elemento, cuanto de nutrientes absorbe la planta para no llegar a un consumo de lujo, de toxicidad o de deficiencia, cual es el nivel de fertilización más adecuado para su campo y/o cultivo y para realizar un buen programa de fertilización y obtener buenos rendimientos que sean económicamente viables y confiables con el medio ambiente.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, A. 2013. Aplicación foliar de tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa* Duch) cultivar oso grande, bajo cubierta. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador. 98p.
2. AGÜERO, J. 2002. Bases nutricionales del cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch.). Tesis Magister Scientiae en Producción Vegetal. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires- Argentina. 78p.
3. ALARCÓN, A. 2001. El boro como nutriente esencial. Revista horticultura. 1-11p.
4. ALBREGTS, E., HOWARD, M., AND CHANDLER, K., 1991. Strawberry responses to K rate on a fine sand soil. Hort. Science 26: 135–138.
5. ALPÍZAR, E., GONZÁLEZ, F., SPAANS, E., TABORA, P. 2006. Plan dinámico de fertilización para escalopine verde (*Cucurbita pepo*). Tierra Tropical 2 (1): 13-20.
6. AO, X., XIAO-HONG, G., ZHU Q., ZHANG, H., Z., WANG, H., MA, Z., HAN, X., ZHAO, M. AND XIE, F. 2014. Effect of Phosphorus Fertilization to P Uptake and Dry Matter Accumulation in Soybean with Different P Efficiencies. Journal of Integrative Agriculture 13(2): 326-334.
7. APEGA, 2009. Ajíes Peruanos: sazón para el mundo. Editorial El Comercio. En colaboración con: INIA, UNALM y USMP. 121p.
8. ARTEAGA, F. 2012. Determinación de la curva de extracción y de la hoja a muestrear para análisis de macronutrientes en pimiento (*Capsicum annuum* L.). Tesis para optar el título de Magister Scientiae. UNALM. Lima-Perú. 128p.

9. AZOFEIFA, A. Y MOREIRA, M. 2008. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annuum* cv. ucr 589) en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 32(1): 19-29.
10. BARBER, A. 1995. *Soil Nutrient Bioavailability; a Mechanistic Approach*. John Wiley & Sons. New York. 414 p.
11. BARCOS, M. 2009. Determinación de la influencia de calcio, cobre y boro en el desarrollo de plantas micropropagadas de banano variedad williams, e inoculadas con conidias y concentrado crudo tóxico de *Mycosphaerella fijiensis*. Tesis de master en Biotecnología Agrícola. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil–Ecuador. 126p.
12. BERRÍOS, M., ARREDONDO, C. Y TJALLING, H. 2007. *Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad: Pimiento*. Santiago, CL, SQM-YARA. 103p.
13. BERTORELLO, M. AND ZHU, K. 2009. Decoding sodium signals via calcium-responsive protein kinase pathways. *Pflügers Arch. Eur. J. Physiol.* 458: 613–619.
14. BERTSH, F. 2003. *Absorción de nutrimentos por los cultivos*. San José, CR, Asociación costarricense de la ciencia del suelo. 307 p.
15. BERTSH, F. 2005. Estudio de la absorción de nutrimentos como apoyo a las recomendaciones de fertilización. *Informaciones agronómicas. INPOFOS.* 57: 1-10.
16. BLATT, R. 2000. Cellular signaling and volume control in stomatal movements in plants. *Annu. Rev. Cell Develop. Biol.* 16: 221–241.
17. BOSLAND, P. 1996. Capsicums: innovative use of an ancient crop. In: Janick, J. (Ed.), *Progress in NewCrops*. ASHS Press, Arlington, p. 479-487.
18. BUSTAN, A., AVNI, A., YERMIYAHU, U., BEN-GAL, A., RIOV, J., ERE, R., ZIPORI, I. AND DAG, A. 2013. Interactions between fruit load and macroelement concentrations in fertigated olive (*Olea europaea* L.) trees under arid saline conditions. *Scientia Horticulturae* 152: 44–55.

19. CABALCETA, G., SALDIAS, M AND ALVARADO, A. 2005. Absorción de nutrimentos en el cultivar de papa MNF-80. *Agronomía Costarricense* 29(3): 107-123.
20. CABELLO, M., CASTELLANOS, M., TARQUIS, A., CARTAGENA, M., ARCE, A. Y RIBAS, F. 2011. Determination of the uptake and translocation of nitrogen applied at different growth stages of a melon crop (*Cucumis melo* L.) using ¹⁵N isotope. *Scientia Horticulturae* 130: 541–550.
21. CARPIO, J. 2011. “Evaluación de la eficacia de cinco fertilizantes foliares con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad morada extranjera”. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 78p.
22. CASERO, T. 1995. La nutrición cálcica en frutales. *Fruticultura Profesional* 71: 45-55.
23. CASSMAN, G., PENG, S., OLK, C., LADHA, K., REICHARDT, W., DOBERMANN, A. AND SINGH, U., 1998. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems. *Field Crops Res.* 56: 7–39.
24. CASTILLO, S. 2014. Curvas de extracción de macronutrientes en ají escabeche (*Capsicum baccatum* L.), bajo las condiciones del Valle de Chicama. Tesis Magister Scientiae en Producción Agrícola. UNALM. Lima-Perú. 134p.
25. CIAMPITTI, I., BOXLER, M Y GARCÍA, F. 2010. Nutrición de maíz: requerimientos y absorción de nutrientes. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 48: 14-18.
26. COCHRANE, T. AND COCHRANE, A. 2009. The vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency. *Plant Signal. Behav.* 4: 240–243.
27. DANG, H., LI, R., SUN, Y., ZHANG, X. AND LI, Y. 2010. Absorption, accumulation and distribution of zinc in highly-yielding winter wheat. *Agricultural Sciences in China* 9(7): 965-973.

28. DIDD, D. 1995. Alimentos para el futuro – El Rol del Instituto de la Potasa y el Fósforo en el manejo adecuado de nutrientes. *Informaciones Agronómicas*. No. 19. INPOFOS. 1- 4p.
29. DONG, H., KONG, X., LI, Z., TANG, AND W., ZHANG, D., 2010. Onspotassium deficiency in cotton-disorder, cause and tissue diagnosis. *Field Crops Research* 119: 106–113.
30. DORDAS, C. 2009. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source–sink relations. *Europ. J. Agronomy* 30: 129–139.
31. DURIC, T AND POLLE, A. 2005. Transport and detoxification of manganese and copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 17: 103-112.
32. DWELLE, R. 1990. Source/sink relationships during tuber growth. *American Potato Journal* 67(12): 829-833.
33. EPSTEIN, E. AND BLOOM, J., 2005. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. Second ed. Sinauer Association, Sunderland, MA.
34. ESHBAUGH, W. 1977. *A Numerical Taxonomic and Cytogenetic Study of the Genus Capsicum*. (Tesis Ph. D.). Indiana University. 112 p.
35. FELLER, C., BUHR, F., HACK, H., LANCASHIRE, D. 1995. *Estadios de las plantas mono-y dicotiledóneas*, BBCH Monografía, 2 Edic. 2001. Elaborado por UweMeier. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura.
36. FELLES, D. 2009. *Determinación de las curvas de extracción de nutrientes N, P y K en dos cultivos de alcachofa sin espinas (Cyanara scolymus L.) bajo condiciones del valle Chancay*. Tesis Magister Scientiae en Producción Agrícola. UNALM. Lima-Perú. 145 p.
37. FERRARIS, G. 2011. *Microelementos en cultivos extensivos. Necesidad actual o tecnología para el futuro*. 121-133p. En: *Actas del Simposio Fertilidad 2011*. “La

- Nutrición del cultivo integrada al Sistema de Producción”. IPNI Cono Sur. Fertilizar Asociación Civil. 269 p.
38. FOYER, C. AND M. PAUL. 2001. Source - Sink Relationships. In: Encyclopedia of Life Sciences. Nature Publishing Group, United Kingdom. 11p.
 39. GARCÍA F. 2005. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. IPNI. 19 p.
 40. GARCIA, G. 2011. Extracción de nutrientes por cosecha del cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) variedad valencia en condiciones del valle del Cauca. Tesis Magister en Ciencias Agrarias con Énfasis a Suelos. UNC. Palmira-Colombia. 53 p.
 41. GIFFORD, L., DEAN, A., GUTIÉRREZ, A., CORUZZI, M. AND BIRNBAUM, D. 2008. Cell specific nitrogen responses mediate developmental plasticity. P. Natl. Acad. Sci. 105: 803–808.
 42. GONZÁLEZ, H., SADEGHIAN, S. AND MEJÍA, B. 2005. El azufre en los suelos de la zona cafetera colombiana. Avances Técnicos 332, Cenicafé. 8p.
 43. GONZALÉZ, R. 2011. Evaluación del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L) variedad Mickey Lee utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua. Tesis Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Agraria-Facultad de Agronomía Departamento de Ingeniería Agrícola. Managua-Nicaragua. 76p.
 44. GRACIANO, C., GOYA, J., FRANGI, J., Y GUIAMET, J. 2006. Fertilization with phosphorus increases soil nitrogen absorption in young plants of *Eucalyptus grandis*. Forest Ecology and Management 236: 202–210.
 45. GUEVARA, A. 2000. Efecto de la fertilización potásica sobre la producción y calidad del naranjo Valencia plantado en un suelo Ferrítico Rojo. Tesis Máster en Fertilidad del Suelo. Universidad De Camaguey Instituto de Suelos. Camaguey- Cuba. 50p.

46. HAN, L., STEINBERGER, Y., ZHAO, Y. Y XIE, G. 2010. Accumulation and partitioning of nitrogen, phosphorus and potassium in different varieties of sweet sorghum. *Field Crops Research* 120: 230–240.
47. HOLFORD, R. 1997. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. *Aust J. Soil Res* 35: 227–239.
48. IBPGR. 1983. Genetics Resources of Capsicum – A Global Plan Action. International Board for Plant Genetic Resources AGPG / IBPGR /82 / 12. Rome. Italy. 49p.
49. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FÓSFORO. 1997. El potasio y el agua. *informaciones agronómicas* 3 (5): 1-16.
50. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FÓSFORO, 1999. Potasio: Su necesidad y su uso en la agricultura moderna. INPOFOS, Quito-Ecuador.
51. INIA. 2005. Cultivo del ají en el Perú, 10 pp.
52. JARAMILLO, C. 2005. Propuesta de manejo integrado de plagas en el cultivo de pimiento piquillo (*Capsicum annuum* L.) en el fundo Agricultor-Virú La Libertad. Tesis Magister Agriculturae en Manejo Integrado de Plagas. UNALM. Lima-Perú. 101p.
53. JASSO, CH., J. VERA Y R. NUÑEZ. 1999. Dinámica de nutrientes en hojas de melocotonero cultivados en condiciones de salinidad y riego localizado. *Fruticultura Profesional* 101: 43 – 58.
54. KELLMAN, M. AND HILLAIRE-MARCEL, C. 2003. Evaluation of nitrogen isotopes as indicators of nitrate contamination sources in an agricultural watershed. *Agriculture Ecosystem Environment* 95: 87–102.
55. KRUG, H. 1997. Enviromental influences on development growth and yield. pp. 101-180. In: H.C. Wien (Ed.). *The Physiology of Vegetable Crops*. CABI Publishing, London. 662 p.

56. LEON, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. Tercera edición. Ed. Agroamérica. 207-211p. Consultado 13 de junio de 2014. Disponible en:
<http://books.google.com.mx/books?id=NBtu79LJ4h4C&dq=botánica+capsicum&hl=es&source=gbsnavlinks>.
57. LIANG, Q., XU, L., LI, H., HE, M., QIAN, C., LIU, J., NIE, Y., YE, S. AND CHEN, X. 2011. Influence of N fertilization rates, rainfall, and temperature on nitrate leaching from a rainfed winter wheat field in Taihu watershed. *Physics and Chemistry of the Earth* 36: 395–400.
58. LLENQUE, L. 2013. Supervivencia de *Staphylococcus aureus* en crema huancaína preparada con diferentes concentraciones de *Capsicum annuum* var. Longum “ají escabeche” - Revista Ciencia y Tecnología, Escuela de Postgrado – UNT. Trujillo-Perú. 10-17p.
59. LÓPEZ, M. 2009. Distribución y fitodisponibilidad de metales pesados (sb, hg, as) en los jales de la mina de antimonio de Wadley, estado de San Luis Potosí. Tesis Maestro en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México. San Luis Potosí–México. 160p
60. MARSCHNER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Inc. Londres, Gran Bretaña. 674 p.
61. MARTÍNEZ, M. 2012. Respuestas del sistema de absorción de hierro en las raíces de los cítricos ante diferentes condiciones clorosantes del medio. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. 228p.
62. MATSUMOTO, H. AND TAMURA, K. 1981. Respiratory stress in cucumber roots treated with ammonium or nitrate nitrogen. *Plant Soil* 60: 195–204.
63. MENDOZA, R. 2006. Sistemática e historia del ají *Capsicum Tourn.* Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura, Piura-Perú 81-83.

64. MENGEL, K., Y KIRKBY, E. 2002. Principios de Nutrición Vegetal. Traducción al español de la 4ª edición (1987). Internacional Potash Institute. Basel, Switzerland. 692p.
65. MELGAR, R. 2005. Aplicación foliar de micronutrientes. Consultado 30 de agosto de 2014. Disponible en:
<http://www.fertilizando.com/articulos/Aplicacion%20Foliar%20de%20Micronutrientes.asp>
66. MINAG. 2010. Producción Hortofrutícola 2009. Oficina de Estudios Económicos y Estadística. Lima-Perú. 18-19p.
67. MKANDAWIRE, T. 2008. Quality of groundwater from shallow wells of selected villages in Blantyre District, Malawi. *Physics and Chemistry of the Earth* 33 (8–13): 807–811.
68. MOLINA, E. Y MELÉNDEZ, G. 2003. Fertilizantes: Características y Manejo. CIA/UCR. San José-Costa Rica. 139p.
69. MORENO, D., VÍLLORA, G. Y ROMERO, L. 2003. Variations in fruit micronutrient contents associated with fertilization of cucumber with macronutrients. *Scientia Horticulturae* 97: 121–127.
70. MOROTO, J. 2002. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-España. 566 p.
71. MOUSTAKASA, N., Y NTZANIS, H. 2004. Dry matter accumulation and nutrient uptake in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Field Crops Research* 94: 1–13.
72. NAVARRO, G. 2003. Química Agrícola. El suelo y los Elementos Químicos Esenciales para la Vida Vegetal. 2da edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 487p.
73. NICHÓ, P. 2004. Cultivo de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) Estación experimental Donoso Huaral. Programa Nacional de Investigación en Hortalizas.

74. NUEZ, F; GIL, R. Y COSTA, J. 1996. El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Edit. Mundi –Prensa. España. 535 pp.
75. ÑÚSTEZ, C., SANTOS, M. Y SEGURA, M. 2009. Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 62(1): 4823-4834.
76. OLIVAS, T. 2013. Efecto de fuentes nitrogenadas y fosforadas en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) en el Valle de Barranca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho-Perú. 56 p.
77. ORELLANA, F. 2000. El cultivo de chile dulce. Guía técnica. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. p 9-19.
78. PALACIOS, J. 1995. Absorción periódica de nutrientes por el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) «Roja Arequipeña» bajo diferentes sistemas de fertilización en Paramonga. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM, Lima – Perú. 76p.
79. PALLARDY, G. 2008. Mineral Nutrition. In: Pallardy, S.G. (Ed.), Physiology of Woody Plants. , 3rd ed. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 255–285.
80. PETTIGREW, T. 2008. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. Physiol. Plant. 133: 670–681.
81. PIAGGESI, A. 2004. Los Microelementos en la Nutrición Vegetal. Instituto Experimental para la Nutrición de Plantas, Valagro SpA. Italia. 72p.
82. PICKERSGILL, B. 1969. The domestication of chili peppers. En: Ucko P.J. y Dimbley G.W. Eds. The Domestication and Exploration of Plants and Animals. Duckwor, London, pp. 443-450.
83. PINEDA, J., AVITIA, E., CASTILLO, A., CORONA, T., VALDEZ, A. Y GÓMEZ, J. 2008. Extracción de macronutrientes en frambueso rojo. Terra Latinoamericana 334 (26): 4-31.

84. PITTMAN, K. 2005. Managing the manganese: molecular mechanisms of manganese transport and homeostasis. *New Phytol.* 167: 733-742.
85. QUAN, M., AND YAN, L. 2002. Effects of agricultural non-point source pollution on eutrophication of water body and its control measure. *Acta Ecologica Sinica* 22: 291-299.
86. QIU, S., XIE, J., ZHAO, S., XU, X., HOU, Y., WANG, X., ZHOU, W., HE, P., JOHNSTON, A., CHRISTIE, P. AND JIN, J. 2014. Long-term effects of potassium fertilization on yield, efficiency, and soil fertility status in a rain-fed maize system in northeast China. *Field Crops Research* 163: 1–9.
87. RAMÍREZ, F. 2010. Fertilización de suelos y nutrición de plantas, (en línea). Fertilización foliar. Consulta: 23 de julio del 2013. Disponible en:
<http://www.agrobanco.com>.
88. RENGEL, Z. 2000. Uptake and transport of manganese in plants. En: Sigel A, Sigel H, eds. *Metal ions in biology systems*. New York, NY, USA: Marcel Dekker, 57-87p.
89. RIAÑO, N., ARCILA, J., JARAMILLO, A. y CHAVES, B., 2004. Acumulación de materia seca y extracción de nutrimentos por *Coffea arabica* L. cv. Colombia en tres localidades de la zona cafetera central. *Biblioteca Cenicafe*. Consultado 23 de diciembre de 2013. Disponible en:
<http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/263>
90. ROCA, N., PAZOS, M. Y BECH, J. 2007. Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del no argentino. *CI. SUELO (ARGENTINA)* 25(1): 31-42.
91. ROCA, D. 2009. Absorción de nitrato en cultivo sin suelo. Estudio de las implicaciones agronómicas y fisiológicas como base para optimizar el manejo de la fertilización. Aplicación a un cultivo de rosas. Tesis de Doctor. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. 330p.
92. RODRIGUEZ, J. 1999. Fertilización del cultivo de arroz (*Oriza sativa*). III Congreso Nacional de suelos 1999. Consultado 19 de octubre de 2013. Disponible en:
http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_123.pdf

93. RODRIGUEZ, A. 2009. Comparativo de 3 niveles de fertilización y extracción de nutrientes en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca en condiciones de San Juan de Yanamuelo (Valle del Mantaro). Tesis Magister Scientiae. UNALM. Lima-Perú. 77p.
94. SADEGHIAN, S. 2012. Efecto de los cambios en las relaciones de calcio, magnesio y potasio intercambiables en suelos de la zona cafetera colombiana sobre la nutrición de café (*Coffea arabica* L.) en la etapa de almácigo. Tesis de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín-Colombia. 181p.
95. SALAZAR, M., JONES, J., CHAVES, B. Y COOMAN, A. 2007. A model for the potential production and dry matter distribution of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Scientia Horticulturae* 115: 142–148.
96. SALAZAR, F. Y LÓPEZ, J. 2012. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). *Revista Biociencias* 2 (2): 27-34.
97. SALISBURY, F. Y ROSS, C. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Edit. Continental S.A. México. 759 p.
98. SÁNCHEZ, V. 2007. Fertilidad del suelo y Nutrición. Mineral de Plantas-Conceptos Básicos- FERTITEC S.A.
99. SANCHO, H. 1999. Curvas de absorción de nutrientes: Importancia y uso en los programas de fertilización. Consultado 14 de septiembre del 2013. Disponible en:
[http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/765C8D66598A491B852579A3007A3289/\\$FILE/Curvas%20de%20Absorci%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/765C8D66598A491B852579A3007A3289/$FILE/Curvas%20de%20Absorci%C3%B3n.pdf)
100. SAWAN, Z., FAHMY, A. AND YOUSEF, S. 2003. Direct and residual effects of nitrogen fertilization, foliar application of potassium and plant growth retardant on Egyptian cotton growth, seed yield, seed viability and seedling vigor. *Acta Ecologica Sinica* 29: 116–123.
101. SANTONI, F., PAOLINI, J., BARBONI, T. AND COSTA, J. 2014. Relationships between the leaf and fruit mineral compositions of *Actinidia deliciosa* var. hayward according to nitrogen and potassium fertilization. *Food Chemistry* 147: 269–271.

102. SIERRA, A., SIMONNE, E. y TREADWELL, D. 2007. Principios y prácticas para el manejo de nutrientes en la producción de hortalizas. Revisado el 19 de septiembre del 2013, disponible en:

<http://edis.ifas.ufl.edu>.
103. SHORESH, M., SPIVAK, M. AND BERNSTEIN, N. 2011. Involvement of calcium-mediated effects on ROS metabolism in the regulation of growth improvement under salinity. *Free Radical Biology & Medicine* 51: 1221–1234.
104. SMOLÉN, S. AND SADY, W. 2009. The effect of various nitrogen fertilization and foliar nutrition regimes on the concentrations of nitrates, ammonium ions, dry matter and N-total in carrot (*Daucus carota* L.) roots. *Scientia Horticulturae* 119: 219–231.
105. SUN, J., WANG, J., DING, Q., DENG, R., LIU, Q., LU, F., ZHOU, Y., SHEN, X., ZHENG, J., ZHANG, K., SONG, J., HU, M., XU, Y. AND CHEN, L. 2010. H₂O₂ and cytosolic Ca²⁺ signals triggered by the PM H⁺- coupled transport system mediate K⁺/Na⁺ homeostasis in NaCl stressed *Populus euphratica* cells. *Plant Cell Environ.* 33: 943–958.
106. TAIZ, L. y ZEIGER, E. 2022. Fisiología Vegetal. Vol. 2. University Jaume. 656 p.
107. TEKALIGN, T. AND HAMMES, P. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth II. Growth analysis, tuber yield and quality. *Scientia Horticulturae* 105 (1): 29–44.
108. TISLADE, S. Y NELSON, W. 1991. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Ediciones hispanoamericana S.A. 1° Edición en español. México. 626 p.
109. TJALLING, H. 2006. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate. CropKit, SQM. Consultado el 15 de agosto de 2014 consultado en:

http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf

110. URCIA, M. 2012. Extracción de nutrientes en dos cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo las condiciones del valle de Casma. Tesis Magister Scientiae. UNALM, Lima – Perú. 97p.
111. USCOLA, M., VILLAR-SALVADOR, P., OLIET, J. AND WARREN, C. 2014. Foliar absorption and root translocation of nitrogen from different chemical forms in seedlings of two Mediterranean trees. *Environmental and Experimental Botany* 104: 34–43.
112. USHERWOOD, R. 1985. The role of potassium in crop quality. In Munson, R. D. (ed.) *Potassium in Agriculture*. ASA/CSSA/SSSA, Madison, WI, USA. pp. 489–514.
113. VALLE, J. 2010. Acumulación de biomasa, crecimiento y extracción nutrimental en pimiento Morrón (*Capsicum annum* L.). Tesis Maestro en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo-México. 106p.
114. VEGA, J., APARICIO, P., CASTILLO, F. Y MALDONADO, J. 1998. Avances en el Metabolismo del Nitrógeno: de la Fisiología a la Biología Molecular. Editorial Pinelo. Sevilla, España. 537 p.
115. VEGA, V., EDGAR, V., SALAS, C. y RAFAEL, E. 2000. Curvas de absorción de nutrientes bajo dos métodos de fertilización en sandía, en Guanacaste, Costa Rica. Consultado el 14 de septiembre del 2013. Disponible en:

InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, vol. XIII, núm. 26, 2012, pp. 19-44
Universidad de Costa Rica Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica.
116. VIANA, J. 2007. Efecto de seis niveles de sedimento extraído de la Laguna de “Yahuarcocha” en el rendimiento de cultivo de fresa (*Fragaria spp*). Tesis Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ibarra–Ecuador. 110p.
117. VISTOSO, E. 2005. Factores que influyen la dinámica del molibdeno en el sistema suelo-planta en Andisoles del sur de Chile. de Doctor en Ciencias de Recursos Naturales. Universidad de la Frontera. Temuco-Chile. 202p.

118. VOGELER I., ROGASIK, J., FUNDER, U., PANTEN, K. AND SCHNUG, E. 2009. Effect of tillage systems and P-fertilization on soil physical and chemical properties, crop yield and nutrient uptake. *Soil & Tillage Research* 103:137–143.
119. XU, G., LI, C., LI, M., QIN, Z., KAZUYUKI, Y. AND YASUKAZU, H. 2010. Effects of organic manure application combined with chemical fertilizers on nutrients absorption and yield of rice in Hunan of China. *Scientia Agricultura Sinica* 41(10): 3133–3139.
120. WANG, M., YANG, P., XU, W., WANG, H. AND SUN, H. 2009. Influence of nitrogen rates with split application on N use efficiency and its eco-economic suitable amount analysis in rice. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Science)* 35 (1): 71–76.
121. WISSUWA, M. 2003. How do plants achieve tolerance to phosphorus deficiency? Small causes with big effects. *Plant Physiology* 133: 1947-1958.
122. ZARATE, P. 2012. Efecto de la densidad de siembra en la producción y calidad en ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. pendulum) en el Valle de Casma. Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú. 100p.
123. ZHANG, M., HE, Y., LI, S., AND XU, Z. 2005. Phosphorus nutrient characteristics of different maize inbreds with tolerance to low-P stress. *Scientia Agricultura Sinica* 38: 110-115.
124. ZHANG, H., YANG, X., HE, X., XU, M., HUANG, S., LIU, H. AND WANG, B. 2011. Effect of long-term potassium fertilization on crop yield and potassium efficiency and balance under wheat-maize rotation in China. *Pedosphere* 21(2): 154–163.
125. ZHANG, W., LI, X., CHEN, AND LU, J. 2012. Accumulation and distribution characteristics for nitrogen, phosphorus and potassium in different cultivars of *Petunia hybrida* Vilm. *Scientia Horticulturae* 141: 83–90.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : ROBERTO HUGO TIRADO MALAVER

Departamento : LIMA
 Distrito :
 Referencia : H.R. 42296-095C-13

Bolt.: 10351

Provincia : CAÑETE
 Predio : FUNDO DON GERMAN
 Fecha : 17/10/13

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
16041		7.62	0.85	0.00	1.01	4.9	113	57	26	17	Fr.A.	11.68	9.14	2.15	0.31	0.08	0.00	11.68	11.68	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Sady García Bendezu
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANEXO 2. Análisis de Agua



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

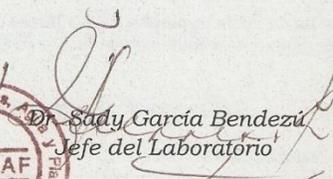


ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : ROBERTO HUGO TIRADO MALAVER
PROCEDENCIA : LIMA/ CAÑETE/ FUNDO DON GERMAN
REFERENCIA : H.R. 42297
BOLETA : 10351

No. Laboratorio	772
No. Campo	
pH	8.37
C.E. dS/m	0.55
Calcio meq/L	3.70
Magnesio meq/L	1.02
Potasio meq/L	0.08
Sodio meq/L	1.10
SUMA DE CATIONES	5.90
Nitratos meq/L	0.01
Carbonatos meq/L	0.07
Bicarbonatos meq/L	2.52
Sulfatos meq/L	0.85
Cloruros meq/L	2.50
SUMA DE ANIONES	5.95
Sodio %	18.64
RAS	0.72
Boro ppm	0.27
Clasificación	C2-S1

La Molina, 15 de Octubre del 2013


Dr. Sady García Bendeza
Jefe del Laboratorio



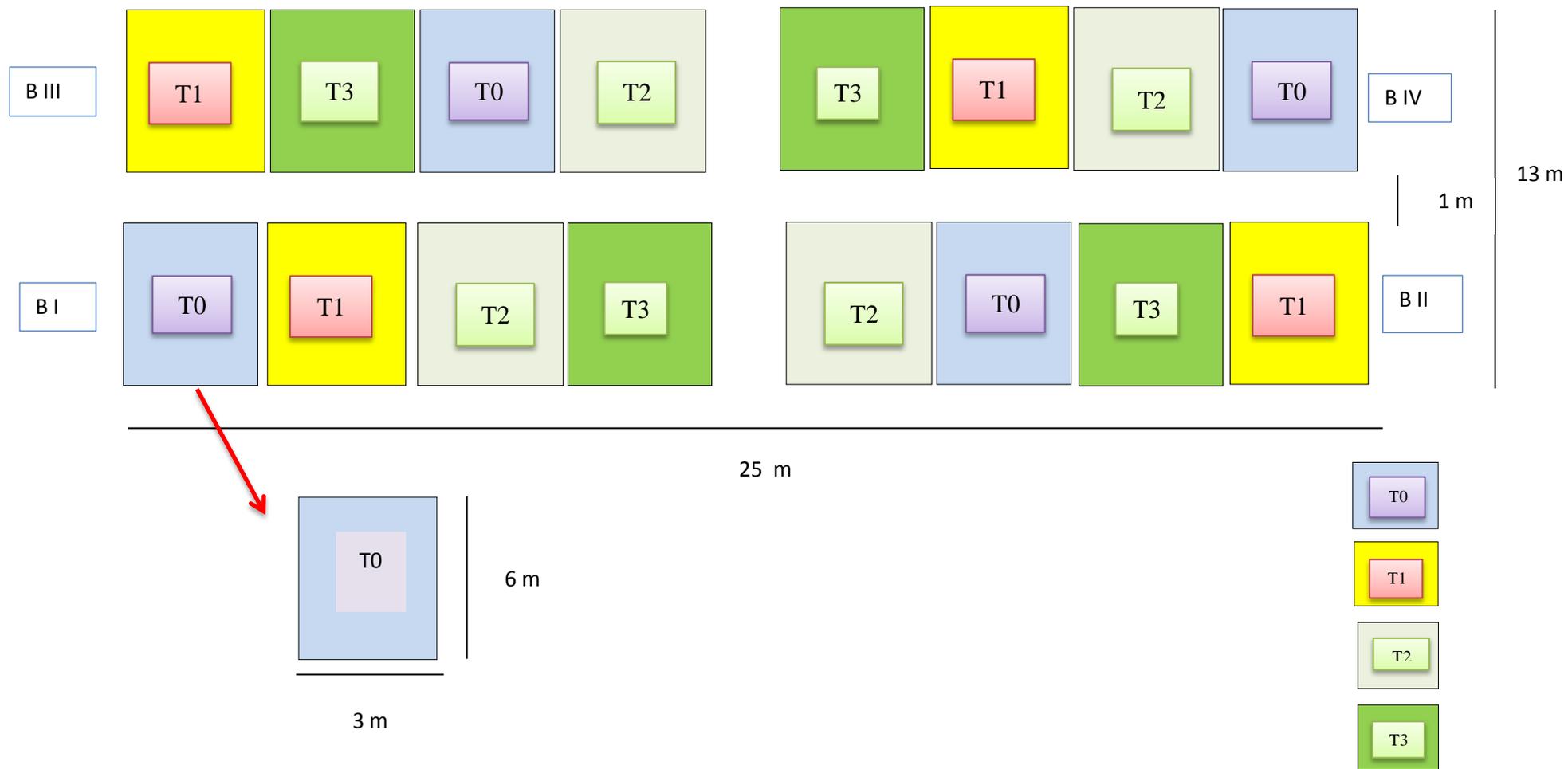
Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANEXO 3. Temperatura máxima, mínima y media mensual de la estación meteorológica del fundo Don Germán (2013-2014)

Mes	Temperatura (°C)		
	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Promedio (°C)
Noviembre	14,7	21,4	18,1
Diciembre	16,3	24,6	20,5
Enero	18,1	27,6	22,9
Febrero	18,5	28,3	23,4
Marzo	17,9	28,4	23,2
Abril	16,6	26,2	21,4
Mayo	15,8	26,3	21,1
Media	16,8	26,1	21,5

FUENTE: Don Germán (2013-2014)

ANEXO 4. Croquis del campo experimental



ANEXO 5. Análisis de Variancia para la materia seca total

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	3617,743	1205,914	1,52	0,2739	ns
Tratamiento	3	827,949	275,983	0,35	0,7910	ns
Error	9	7119,341	791,038			
Total	15	11565,033				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 15,03

Promedio general= 187,12 Kg/ha

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la materia seca total en el primer muestreo (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	195,59	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	192,84	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	181,00	a
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	179,04	a

Diferencia significativa mínima = 62,09

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	215608,331	71869,444	18,82	0,0003	*
Tratamiento	3	385417,269	128472,423	33,64	<,0001	**
Error	9	34375,563	3819,507			
Total	15	635401,163				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 5,51

Promedio general= 1122,38 Kg/ha

Continúa...

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la materia seca total para el segundo muestreo (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	1345,92	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1183,84	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	1011,46	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	948,29	c

Diferencia significativa mínima = 136,42

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	956681,82	318893,94	7,16	0,0093	*
Tratamiento	3	19325956,88	6441985,63	144,61	<,0001	**
Error	9	732735,81	81415,09			
Total	15	33505073,24				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 4,53

Promedio general= 4659,82 Kg/ha

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la materia seca total para el tercer muestreo (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	5987,5	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	5332,9	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	4213,6	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	3105,3	d

Diferencia significativa mínima = 465,9

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	7384695,97	2461565,32	4,14	0,0423	*
Tratamiento	3	60864485,06	20288161,69	34,13	<,0001	**
Error	9	5350072,72	594452,52			
Total	15	73,599,253				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 12,7

Promedio general= 6073,3 Kg/ha

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la materia seca total para el cuarto muestreo (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	8455,3	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	7426,8	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	4811,1	b
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	3600,0	b

Diferencia significativa mínima = 465,9

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Continúa...

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	20760697,1	6920232,4	6,89	0,0104	*
Tratamiento	3	102756142,2	34252047,4	34,11	<,0001	**
Error	9	9037094,2	1004121,6			
Total	15	132553933,5				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 16,73

Promedio general= 5990,60 Kg/ha

Continúa...

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la materia seca total para el quinto muestreo (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	9017,5	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	7526,4	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	5080,4	b
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	2338,2	c

Diferencia significativa mínima = 2212

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Acumulación periódica de materia seca en cada órgano de la planta de ají escabeche en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Órgano	Días después del Trasplante (kg/ha)				
		36	72	108	144	180
T0	Hoja	151,92	530,04	951,46	1088,78	533,38
	Tallo	43,67	418,25	1516,63	1378,74	1150,7
	Fruto			637,21	1132,45	654,13
	Total	195,59	948,29	3105,3	3599,97	2338,21
T1	Hoja	139,67	559,88	1186,25	1327,17	1668,96
	Tallo	41,33	451,58	2095,13	2058,94	1937,83
	Fruto			932,21	1425,04	1473,58
	Total	181,00	1011,46	4213,59	4811,15	5080,37
T2	Hoja	149,67	641,71	1406,79	1815,51	2050,29
	Tallo	43,17	542,13	2519,42	3856,76	2511,89
	Fruto			1046,71	1754,5	2609,58
	Total	192,84	1183,84	4972,92	7426,77	7526,42
T3	Hoja	137,79	702,96	1608,63	2086,15	2301,92
	Tallo	41,25	642,96	2709,29	4323,83	4607,10
	Fruto			1669,58	2045,31	2785,58
	Total	179,04	1345,92	5987,5	8455,29	9017,51

ANEXO 6. Análisis de variancia de la absorción de nitrógeno por los niveles de fertilización (Kg/ha).

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	4,382	1,461	0,37	0,7746	ns
Tratamiento	3	91,935	30,645	0,78	0,5330	ns
Error	9	35,245	3,916			
Total	15	488,202				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 24,72

Promedio general= 8,01 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de nitrógeno, niveles de fertilización en promedio de métodos de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	8,03	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	8,96	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	8,20	a
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	6,84	a

Diferencia significativa mínima = 4,37

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	158,763	52,921	6,80	0,0109	*
Tratamiento	3	3,216,902	1,072,301	137,76	<,0001	**
Error	9	70,055	77,840			
Total	15	3,445,720				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 6,07

Promedio general= 45,94 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de nitrógeno en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	65,40	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	52,81	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	36,78	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	28,79	d

Diferencia significativa mínima = 6,16

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	138,625	46,208	0,75	0,5503	ns
Tratamiento	3	11830,934	3943,645	63,85	<,0001	**
Error	9	555,883	61,765			
Total	15	12525,44				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 7,21

Promedio general= 109,03 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de nitrógeno en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	140,58	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	124,48	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	103,12	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	67,94	c

Diferencia significativa mínima = 17,35

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,308,258	436,086	2,35	0,1402	ns
Tratamiento	3	49,623,065	16,541,022	89,25	<,0001	**
Error	9	1,668,055	185,340			
Total	15	52,599,378				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 9,99

Promedio general= 136,3 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de nitrógeno en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	213,91	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	157,22	b
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	110,09	c
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	63,79	d

Diferencia significativa mínima = 30,05

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	9,599,520	3,199,840	6,15	0,0147	*
Tratamiento	3	65,687,820	21,895,940	42,07	<,0001	**
Error	9	4,684,506	520,500			
Total	15	79,971,844				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 19,78

Promedio general= 115,31 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de nitrógeno en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	201,85	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	147,44	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	76,76	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	35,22	c

Diferencia significativa mínima = 50,36

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 7. Análisis de variancia de la absorción de fósforo por los niveles de fertilización (Kg/ha).

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,0416	0,014	1,08	0,4039	ns
Tratamiento	3	0,013	0,004	0,34	0,7975	ns
Error	9	0,115	0,013			
Total	15	0,170				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 14,91

Promedio general= 0,76 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de fósforo en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,74	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,79	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,72	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,78	a

Diferencia significativa mínima = 0,25

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	2,012	0,671	1,54	0,2695	ns
Tratamiento	3	23,954	7,985	18,37	0,0004	**
Error	9	3,912	0,435			
Total	15	29,878				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 15,27

Promedio general= 4,32 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de fósforo en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	6,18	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	4,65	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	3,22	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	3,22	b

Diferencia significativa mínima = 1,46

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	6,803	2,268	2,67	0,1105	ns
Tratamiento	3	136,125	45,375	53,49	<,0001	**
Error	9	7,635	0,848			
Total	15	150,564				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 6,58

Promedio general= 13,99 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de fósforo en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	17,06	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	15,84	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	13,68	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	9,39	c

Diferencia significativa mínima = 2,03

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	26,130	8,710	1,78	0,2207	ns
Tratamiento	3	389,888	129,963	26,57	<,0001	**
Error	9	44,025	4,892			
Total	15	460,043				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 12,94

Promedio general= 17,09 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de fósforo en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	23,64	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	19,51	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	14,65	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	10,55	c

Diferencia significativa mínima = 4,88

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	59,894	19,965	1,37	0,3126	*
Tratamiento	3	651,588	217,196	14,93	0,0008	**
Error	9	130,970	842,451			
Total	15	842,451				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 24,61

Promedio general= 15,5 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de fósforo en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	24,44	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	18,29	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	11,42	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	7,85	c

Diferencia significativa mínima = 8,42

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

ANEXO 8. Análisis de variancia de la absorción de potasio por los niveles de fertilización (Kg/ha).

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	11,181	3,727	1,88	0,2033	ns
Tratamiento	3	11,235	3,745	1,89	0,2018	ns
Error	9	17,836	1,982			
Total	15	40,252				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 17,25

Promedio general= 8,16 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de potasio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	7,37	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	9,54	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	7,64	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	8,10	a

Diferencia significativa mínima = 3,11

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,126,312	375,437	22,02	0,0002	ns
Tratamiento	3	172,878	57,626	3,38	0,0679	ns
Error	9	153,427	17			
Total	15	29,878				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 12,05

Promedio general= 34,27 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de potasio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	37,08	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	37,29	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	33,51	a b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	29,10	b

Diferencia significativa mínima = 9,11

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,130,513	376,838	0,88	0,4877	ns
Tratamiento	3	30,176,110	10,058,703	23,46	<,0001	**
Error	9	3,859,523	428,836			
Total	15	35,166,146				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 13,89

Promedio general= 149,14 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de potasio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	200,61	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	174,72	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	135,82	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	85,40	c

Diferencia significativa mínima = 45,71

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	12,905,684	4,301,895	8,91	0,0653	ns
Tratamiento	3	98,915,664	32,971,888	68,32	<,0001	**
Error	9	4,343,173	482,575			
Total	15	11614,52				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 11,63

Promedio general= 188,83 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de potasio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	291,10	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	229,40	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	152,21	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	82,61	d

Diferencia significativa mínima = 48,49

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	87,137,430	29,045,810	4,45	0,0352	*
Tratamiento	3	153,068,862	51,022,954	7,82	0,0071	**
Error	9	58,697,881	6,521,987			
Total	15	298,904,173				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 24,89

Promedio general= 200,79 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de potasio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha)

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	331,70	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	244,53	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	158,04	a b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	68,92	b

Diferencia significativa mínima = 178,27

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 9. Análisis de variancia de la absorción de calcio por los niveles de fertilización (Kg/ha)

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,024	0,341	1,17	0,3724	ns
Tratamiento	3	0,630	0,210	0,72	0,5634	ns
Error	9	2,614	0,290			
Total	15	4,267				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 16,88

Promedio general= 3,19 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de calcio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	3,29	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	3,37	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	3,26	a
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	2,86	a

Diferencia significativa mínima = 1,19

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	190,161	63,387	1,16	0,3770	ns
Tratamiento	3	303,378	101,126	1,85	0,2081	ns
Error	9	491,364	54,596			
Total	15	984,902				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 21,24

Promedio general= 34,78 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de calcio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	42,03	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	33,89	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	32,73	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	30,50	a

Diferencia significativa mínima = 16,3

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	303,033	101,011	1,32	0,3278	ns
Tratamiento	3	2,751,871	917,290	11,97	0,0017	**
Error	9	689,744	76,638			
Total	15	3,744,648				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 16,40

Promedio general= 53,37 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de calcio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	69,96	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	61,58	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	45,27	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	36,64	c

Diferencia significativa mínima = 19,33

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,069,367	356,456	2,16	0,1627	ns
Tratamiento	3	10,279,903	3,426,634	20,76	0,0002	**
Error	9	1,485,510	165,057			
Total	15	12,834,780				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 19,38

Promedio general= 66,3 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de calcio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	100,43	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	79,35	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	50,50	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	34,92	b

Diferencia significativa mínima = 28,36

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,018,940	339,647	2,96	0,0902	ns
Tratamiento	3	13,876,374	4,625,458	40,30	<,0001	**
Error	9	1,033,090	114,788			
Total	15	15,928,404				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 13,95

Promedio general= 76,82 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de calcio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	108,66	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	94,20	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	73,91	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	30,51	c

Diferencia significativa mínima =23,65

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 10. Análisis de variancia de la absorción de magnesio por los niveles de fertilización (Kg/ha)

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,329	0,110	0,69	0,5790	ns
Tratamiento	3	0,065	0,022	0,14	0,9356	ns
Error	9	1,424	1,158			
Total	15	1,818	1,818			

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 26,81

Promedio general= 1,08 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de magnesio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	1,02	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1,08	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	1,04	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	1,19	a

Diferencia significativa mínima = 0,88

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,954	0,318	0,19	0,8987	ns
Tratamiento	3	11,961	3,987	2,42	0,1337	ns
Error	9	14,860	1,651			
Total	15	27,774				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 14,25

Promedio general= 9,02 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de magnesio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	9,88	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	10,00	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	8,52	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	7,86	a

Diferencia significativa mínima = 2,84

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	31,628	10,543	4,97	0,0265	*
Tratamiento	3	85,678	28,560	13,45	0,0011	**
Error	9	19,107	2,123			
Total	15	136,412				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 8,68

Promedio general= 16,79 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de magnesio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	19,23	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	18,29	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	16,48	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	13,17	b

Diferencia significativa mínima = 3,22

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	157,979	52,660	2,17	0,1620	ns
Tratamiento	3	675,677	225,226	9,26	0,0041	**
Error	9	218,854	24,317			
Total	15	1,052,509				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 21,73

Promedio general= 22,7 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de magnesio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	30,07	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	27,66	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	19,14	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	13,90	c

Diferencia significativa mínima = 10,89

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	80,480	26,827	1,88	0,2028	ns
Tratamiento	3	1,332,783	444,261	31,20	<,0001	**
Error	9	128,169	14,241			
Total	15	1,542,432				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 18,30

Promedio general= 20,61 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de magnesio en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	31,03	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	26,43	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	17,94	b
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	7,06	c

Diferencia significativa mínima = 8,33

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 11. Análisis de variancia de la absorción de azufre por los niveles de fertilización (Kg/ha)

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,009	0,003	2,15	0,1644	ns
Tratamiento	3	0,004	0,001	0,86	0,4956	ns
Error	9	0,013	0,001			
Total	15	0,025				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 10,17

Promedio general= 0,37 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de azufre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,37	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,38	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,34	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,38	a

Diferencia significativa mínima = 0,08

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,262	0,421	4,07	0,0440	*
Tratamiento	3	2,235	0,745	7,21	0,0091	**
Error	9	0,929	0,103			
Total	15	4,427				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 11,25

Promedio general= 2,86 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de azufre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	3,35	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	3,09	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	2,50	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	2,49	b

Diferencia significativa mínima = 0,71

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,036	0,345	0,54	0,6697	ns
Tratamiento	3	53,078	17,693	27,42	<,0001	**
Error	9	5,808	0,645			
Total	15	59,922				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 8,43

Promedio general= 9,53 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de azufre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	11,57	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	10,79	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	8,91	b
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	6,86	c

Diferencia significativa mínima = 1,77

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	76,192	25,397	3,49	0,0634	ns
Tratamiento	3	411,312	137,104	18,81	0,0003	**
Error	9	65,584	7,287			
Total	15	553,088				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 18,83

Promedio general= 14,33 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de azufre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	21,27	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	16,70	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	11,42	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	7,95	c

Diferencia significativa mínima = 5,96

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	137,227	45,742	3,97	0,0467	*
Tratamiento	3	578,408	192,803	16,75	0,0005	**
Error	9	103,587	11,510			
Total	15	819,222				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 23,7

Promedio general= 14,32 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de azufre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	22,05	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	16,95	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	12,61	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	5,66	c

Diferencia significativa mínima = 7,49

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 12. Análisis de variancia de la absorción de boro por los niveles de fertilización (Kg/ha)

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,001	0,0005	1,08	0,4097	ns
Tratamiento	3	0,0007	0,0002	0,55	0,6627	ns
Error	9	0,004	0,0289			
Total	15	0,006				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 15,62

Promedio general= 0,13 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de boro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	0,13	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	0,14	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	0,13	a
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	0,14	a

Diferencia significativa mínima = 0,11

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,068	0,025	12,60	0,0014	**
Tratamiento	3	0,241	0,080	45,00	<.0001	**
Error	9	0,016	0,002			
Total	15	0,325				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 6,20

Promedio general= 0,68 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de boro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,88	A
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,70	B
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,59	C
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,57	C

Diferencia significativa mínima = 0,09

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,214	0,071	4,46	0,0350	*
Tratamiento	3	3,472	1,157	72,37	<,0001	**
Error	9	0,144	0,015			
Total	15	3,830				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 7,55

Promedio general= 1,67 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de boro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	2,60	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1,94	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	1,46	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	1,04	d

Diferencia significativa mínima = 0,28

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,607	0,202	10,87	0,0524	ns
Tratamiento	3	3,555	1,185	63,68	<,0001	**
Error	9	0,167	0,019			
Total	15	4,329				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 7,95

Promedio general= 1,72 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de boro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	2,34	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1,95	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	1,48	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	1,09	d

Diferencia significativa mínima = 0,30

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,209	0,403	6,05	0,0153	*
Tratamiento	3	5,08	1,695	25,46	<,0001	**
Error	9	0,599	0,067			
Total	15	6,892				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 21,01

Promedio general= 1,23 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de boro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	1,96	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1,51	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,98	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,46	c

Diferencia significativa mínima = 0,57

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 13. Análisis de variancia de la absorción de cobre por los niveles de fertilización (Kg/ha)

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,0002	0,00007	5,76	0,0176	ns
Tratamiento	3	0,00003	0,00001	0,76	0,5439	ns
Error	9	0,0001	0,00001			
Total	15	0,0004				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 13,70

Promedio general= 0,027 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de cobre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,025	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,027	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,029	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,026	a

Diferencia significativa mínima = 0,08

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,002	0,0007	6,85	0,0106	**
Tratamiento	3	0,016	0,005	51,52	<,000	**
Error	9	0,009	0,0002			
Total	15	0,020				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 6,86

Promedio general= 0,15 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de cobre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	0,20	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	0,16	b
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	0,13	c
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	0,12	c

Diferencia significativa mínima = 0,02

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,020	0,007	1,99	0,1858	ns
Tratamiento	3	0,463	0,154	47,19	<,0001	**
Error	9	0,029	0,003			
Total	15	0,512				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 9,20

Promedio general= 0,62 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de cobre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,85	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,69	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,55	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,39	d

Diferencia significativa mínima = 0,13

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,214	0,071	5,88	0,0167	*
Tratamiento	3	1,508	0,502	41,38	<,0001	**
Error	9	1,109	0,012			
Total	15	1,831				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 12,44

Promedio general= 0,89 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de cobre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	1,29	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1,06	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,68	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,51	b

Diferencia significativa mínima = 0,61

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,233	0,411	6,80	0,0513	ns
Tratamiento	3	4,174	1,391	23,01	0,0001	**
Error	9	0,544	0,060			
Total	15	5,951				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 24,11

Promedio general= 1,02 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de cobre en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	1,72	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1,24	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,74	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,37	c

Diferencia significativa mínima = 0,54

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

ANEXO 14. Análisis de variancia de la absorción de hierro por los niveles de fertilización (Kg/ha)

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,013	0,004	2,79	0,1014	ns
Tratamiento	3	0,0007	0,0002	0,15	0,9288	ns
Error	9	0,014	0,002			
Total	15	0,028				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 16,17

Promedio general= 0,25 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de hierro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,24	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,25	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,26	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,54	a

Diferencia significativa mínima = 0,09

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,850	0,283	7,68	0,0075	**
Tratamiento	3	1,201	0,400	10,85	0,0024	**
Error	9	0,332	0,037			
Total	15	2,384				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 9,74

Promedio general= 1,97 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de hierro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	2,39	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	2,04	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	1,74	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	1,72	b

Diferencia significativa mínima = 0,42

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	5,234	1,745	6,06	0,0531	ns
Tratamiento	3	49,042	16,347	56,77	<,0001	**
Error	9	2,591	0,288			
Total	15	56,867				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 7,03

Promedio general= 7,63 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de hierro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	9,71	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	8,89	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	6,61	b
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	5,32	c

Diferencia significativa mínima = 1,18

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	13,642	4,547	5,87	0,0167	*
Tratamiento	3	82,855	27,618	35,66	<,0001	**
Error	9	6,970	0,774			
Total	15	103,467				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 13,35

Promedio general= 6,59 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de hierro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	9,47	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	8,07	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	5,02	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	3,80	b

Diferencia significativa mínima = 1,94

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	13,952	4,651	3,75	0,0537	ns
Tratamiento	3	63,972	21,324	17,18	0,0005	**
Error	9	11,173	1,773			
Total	15	89,098				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 27,18

Promedio general= 4,10 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de hierro en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
T3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	7,04	a
T2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	4,63	a b
T1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	3,10	b c
T0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	1,64	c

Diferencia significativa mínima = 2,46

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 15. Análisis de variancia de la absorción de manganeso por los niveles de fertilización (Kg/ha)

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,001	0,0006	5,35	0,2017	ns
Tratamiento	3	0,0001	0,0005	0,42	0,7461	ns
Error	9	0,001	0,0001			
Total	15	0,003				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 16,91

Promedio general= 0,06 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de manganeso en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,065	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,066	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,059	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,066	a

Diferencia significativa mínima = 0,024

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,035	0,012	11,17	0,0200	*
Tratamiento	3	0,073	0,024	23,69	0,0001	**
Error	9	0,009	0,001			
Total	15	0,117				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 7,64

Promedio general= 0,42 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de manganeso en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,52	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,44	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,37	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,35	c

Diferencia significativa mínima = 0,07

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,006	0,002	0,15	0,9296	ns
Tratamiento	3	1,046	0,349	27,14	<,0001	**
Error	9	0,116	0,013			
Total	15	1,167				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 11,60

Promedio general= 0,98 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de manganeso en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	1,32	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1,10	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,85	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,64	c

Diferencia significativa mínima = 0,25

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,375	0,125	19,84	0,0030	*
Tratamiento	3	2,264	0,755	119,92	<,0001	**
Error	9	0,057	0,006			
Total	15	2,695				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 6,95

Promedio general= 1,14 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de manganeso en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	1,64	A
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	1,36	B
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,89	C
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,69	D

Diferencia significativa mínima = 0,18

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,157	0,052	3,46	0,0646	ns
Tratamiento	3	1,179	0,393	25,97	<,0001	**
Error	9	0,136	0,015			
Total	15	1,473				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 21,17

Promedio general= 0,56 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de manganeso en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
T3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,93	a
T2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,67	a b
T1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,43	b c
T0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,20	c

Diferencia significativa mínima = 0,27

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 16. Análisis de variancia de la absorción de zinc por los niveles de fertilización (Kg/ha).

1^{er} Muestreo (36 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,0009	0,0003	1,28	0,3386	ns
Tratamiento	3	0,0021	0,0001	0,56	0,6547	ns
Error	9	0,0021	0,0002			
Total	15	0,0034				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 15,25

Promedio general= 0,10 mg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de zinc en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,11	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,10	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,09	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,10	a

Diferencia significativa mínima = 0,03

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

2^{do} Muestreo (72 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,049	0,016	0,016	<,0001	**
Tratamiento	3	0,072	0,024	0,024	<,0001	**
Error	9	0,004	0,0005			
Total	15	0,125				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 4,34

Promedio general= 0,51 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de zinc en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,61	A
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,53	B
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,47	C
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,43	C

Diferencia significativa mínima = 0,05

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

3^{er} Muestreo (108 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,047	0,016	7,51	0,0080	*
Tratamiento	3	0,782	0,261	124,50	<,0001	**
Error	9	0,019	0,002			
Total	15	0,848				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 5,43

Promedio general= 0,84 Kg/ha

Continúa...

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de zinc en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	1,13	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	0,95	b
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	0,74	c
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	0,54	d

Diferencia significativa mínima = 0,41

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

4^{to} Muestreo (144 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,205	0,068	9,05	0,0404	*
Tratamiento	3	1,005	0,335	44,41	<,0001	**
Error	9	0,070	0,008			
Total	15	1,278				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 10,43

Promedio general= 0,83 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de zinc en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P2O5 – 250 K2O)	1,15	a
2 (150 N – 100 P2O5 – 200 K2O)	0,99	a
1 (100 N – 50 P2O5 – 150 K2O)	0,67	b
0 (0 N – 0 P2O5 – 0 K2O)	0,52	b

Diferencia significativa mínima = 0,19

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

5^{to} Muestreo (180 ddt).

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,190	0,063	4,30	0,0834	ns
Tratamiento	3	1,311	0,437	29,71	<,0001	**
Error	9	0,132	0,014			
Total	15	1,632				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; ns: No significativo

C.V. (%) = 20,93

Promedio general= 0,58 Kg/ha

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para absorción de zinc en promedio de niveles de fertilización (Kg/ha).

Tratamientos	Medias	Agrupación
T3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	0,96	a
T2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	0,71	a b
T1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	0,45	b c
T0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	0,20	c

Diferencia significativa mínima = 0,27

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

ANEXO 17. Análisis de Variancia para la altura de planta

Altura a los 30 días DDT

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	152,123	5,071	0,80	0,5222	ns
Tratamiento	3	85,334	28,445	0,45	0,7226	ns
Error	9	567,102	63,011			
Total	15	80,456				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 14,43

Promedio general= 17,4 cm

Continúa...

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la altura a los 30 días DDT

Tratamientos	Medias	Agrupación
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	18,380	a
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	17,803	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	16,875	a
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	16,543	a

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Altura a los 60 días DDT

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	148,992	49,664	4,65	0,0316	*
Tratamiento	3	797,933	265,978	24,88	0,0001	**
Error	9	96,208	10,690			
Total	15	1043,133				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 6,55

Promedio general= 49,94 cm

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la altura a los 60 días DDT.

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	58,035	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	55,765	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	44,258	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	41,710	b

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Continúa...

Altura a los 90 días DDT

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	55,742	18,581	1,18	0,3698	ns
Tratamiento	3	679,496	226,499	14,42	0,0009	**
Error	9	141,409	15,712			
Total	15	876,646				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 4,80

Promedio general= 82,57 cm

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la altura a los 90 días DDT.

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	90,860	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	86,460	a b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	78,883	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	74,060	c

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Altura a los 120 días DDT

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	49,344	16,448	0,99	0,4400	ns
Tratamiento	3	2009,084	669,695	40,33	<,0001	**
Error	9	149,434	16,604			
Total	15	2207,861				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 3,64

Promedio general= 111,84 cm

Continúa...

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la altura a los 120 días DDT.

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	124,748	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	119,208	a
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	107,858	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	95,545	c

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Altura a los 150 días DDT

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	6,697	2,232	0,21	0,8860	ns
Tratamiento	3	5946,824	1982,275	187,74	<,0001	**
Error	9	95,028	10,559			
Total	15	6048,549				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 2,55

Promedio general= 127,2 cm

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para la altura a los 150 días DDT.

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	148,915	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	140,678	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	119,948	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	99,255	d

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 18. Análisis de variancia de la rendimiento total de fruto fresco y el número de coseche por hectárea (t/ha⁻¹) en ají escabeche.

Análisis de variancia del rendimiento total de fruto fresco

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	45,010	15,003	6,72	0,0113	*
Tratamiento	3	3499,934	1166,646	522,63	<,0001	**
Error	9	20,090	2,232			
Total	15	3565,040				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 3,85

Promedio general= 38,8 ton/ha

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para el rendimiento total de fruto fresco (t/ha⁻¹) en ají escabeche en función de las dosis de fertilización

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	59,790	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	44,045	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	31,330	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	20,063	d

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

1^{era} cosecha.

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,051	0,017	1,97	0,1897	ns
Tratamiento	3	2,138	0,713	82,49	<,0001	**
Error	9	0,078	0,009			
Total	15	2,267				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 4,37

Promedio general= 2,13 ton/ha

Continúa...

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para el rendimiento total en la primera cosecha (t/ha⁻¹).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	2,683	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	2,183	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	1,943	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	1,693	c d

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

2^{da} cosecha.

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,038	0,013	0,66	0,5949	ns
Tratamiento	3	2,461	0,820	43,43	<,0001	**
Error	9	0,170	0,019			
Total	15	2,669				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 5,71

Promedio general= 2,41 ton/ha

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para el rendimiento total en la segunda cosecha (t/ha⁻¹).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	2,918	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	2,610	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	2,233	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	1,875	d

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

Continúa...

3^{ra} cosecha.

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,680	0,560	1,39	0,3070	ns
Tratamiento	3	53,948	17,983	44,72	<,0001	**
Error	9	3,619	0,402			
Total	15	59,248				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 10,18

Promedio general= 6,23 ton/ha

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para el rendimiento total en la tercera cosecha (t/ha⁻¹).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	8,650	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	6,945	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	5,725	b
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	3,610	c

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

4^{ta} cosecha.

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	4,662	1,554	1,13	0,3883	ns
Tratamiento	3	406,228	135,409	98,30	<,0001	**
Error	9	12,397	1,377			
Total	15	423,288				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 9,09

Promedio general= 12,92 ton/ha

Continúa...

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para el rendimiento total en la cuarta cosecha (t/ha⁻¹).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	18,818	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	15,990	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	11,345	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	5,513	d

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

5^{ta} cosecha.

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	11,272	3,757	1,57	0,2629	ns
Tratamiento	3	280,135	93,378	39,08	<,0001	**
Error	9	21,507	2,390			
Total	15	312,915				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 17,69

Promedio general= 8,64 ton/ha

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para el rendimiento total en la quinta cosecha (t/ha⁻¹).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	14,993	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	9,913	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	6,028	c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	4,028	c

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

Continúa...

6^{ta} cosecha.

Fuente de Variación	g.l	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	14,834	4,945	2,77	0,1028	ns
Tratamiento	3	173,174	57,725	32,39	<,0001	**
Error	9	16,041	1,782			
Total	15	204,050				

* Significación de F al 0,05; ** Significación de F al 0,01; NS: No significativo

C.V. (%) = 20,91

Promedio general= 6,38 ton/ha

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidades para el rendimiento total en la sexta cosecha (t/ha⁻¹).

Tratamientos	Medias	Agrupación
3 (200 N – 150 P ₂ O ₅ – 250 K ₂ O)	11,733	a
2 (150 N – 100 P ₂ O ₅ – 200 K ₂ O)	6,405	b
1 (100 N – 50 P ₂ O ₅ – 150 K ₂ O)	4,053	b c
0 (0 N – 0 P ₂ O ₅ – 0 K ₂ O)	3,343	c

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<=0,05)

ANEXO 19. Costos de producción de ají escabeche en trabajo de investigación.

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTALS/.
COSTOS DIRECTOS				7,811.79
MANO DE OBRA				1,976.50
Preparación terreno:				
Riego machaco	jor.	1.00	40	40
Incorporación materia orgánica	jor.	3.00	40	120
Siembra:				
Trasplante	jor.	8.00	40.00	320.00
Labores culturales:				
Abonamiento	jor.	6.00	40.00	240.00
Deshierbos	jor.	4.00	40.00	160.00
N° de riego	jor.	6.00	40.00	240.00

N° de aplicaciones (control fitosanitario)	jor.	8.00	40.00	320.00
Cosecha: Cosecha del cultivo	jor.	25.00	40.00	536.50
MAQUINARIA AGRICOLA				600.00
Preparación terreno: Matada, junta y quema	hr./maq.	2.00	60.00	120.00
Aradura, gradeo	hr./maq.	4.00	60.00	240.00
Surcado	hr./maq.	2.00	60.00	120.00
Labores culturales: Cultivo a máquina	hr./maq.	2.00	60.00	120.00
INSUMOS				5,235.29
Semilla	UNIDAD	16667.00	0.097	1616.70
Fertilizantes:				
A. Nitrato de amonio	Kg.	276.97	1.42	393.2974
B. Fosfato di amónico	Kg.	152.18	2.04	310.4472
C. Sulfato de potasio	Kg.	285.00	2.29	652.65
Guano de corral	T.M.	2	135	270
Pesticidas: Decis	Ltr.	1.00	108.00	108.00
Tamaron	Ltr.	1.00	39.20	39.20
Pirimor	Kg.	1.50	148.00	222.00
Arrivo				0.00
Benlate	Kg.	1.00	15.00	15.00
Sencor		1.00		0.00
Atabrom	Kg.	0.50	148.00	74.00
Abono foliar	Kg-Ltr.			
Nitrofoska	kg.	2.00	10.00	20.00
Adherente				
Superwett	Ltr.	0.15	20.00	3.00
Agua: Pozo	M3	4,000.00	0.32	1280.00
Temporal	M3	3,000.00	0.027	81.00
Otros (1) Flete y traslado de insumos	Kgs	2,500.00	0.06	150.00
COSTO TOTAL	Nuevos Soles S/.			7,811.79

FOTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO



Área donde se instaló la presente investigación



Ciclo vegetativo del ají escabeche



Los diferentes niveles de fertilización



Procedimiento de la evaluación



Pesado en fresco y trasladado a la estufa



Peso seco de cada tratamiento



FINAL DE LA TESIS