"ENSEÑAR LA EXPLOTACIÓN DE LA TIERRA, NO LA DEL HOMBRE"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

RESPUESTA DE LA NOCHEBUENA DE SOL *Euphorbia pulcherrima* CV. VALENCIANA AL EFECTO DE DIFERENTES NUTRIMENTOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONÍA EN INVERNADERO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

P R E S E N T A

YOLANDA LETICIA FERNÁNDEZ PAVÍA

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO MEXICO
DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, Estado de México, Mayo 2013

ENSEÑANZA E INVESTIGACION
FITOTECNIA

Investigación y Posgrado
Instituto de Horticultura

RESPUESTA DE LA NOCHEBUENA DE SOL *Euphorbia pulcherrima c.v. Valenciana* AL EFECTO DE DIFERENTES NUTRIMENTOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA EN INVERNADERO

Tesis realizada por (**Yolanda Leticia Fernández Pavía**) bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS (DOCTOR) EN HORTICULTURA

DIRECTOR: María Teresa Berely Colinas León
NOMBRE

ASESOR:_Gustavo Adolfo Baca Castillo
NOMBRE

ASESOR_Rogelio Castro Brindis
NOMBRE

ASESOR_José Luis García Cué
NOMBRE

LECTOR EXTERNO Irán Alia Tejacal
NOMBRE

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo por ser parte de su plantilla estudiantil.

A la Dirección de Posgrado, al Departamento de Fitotecnia, al Instituto de Horticultura, Coordinación de Posgrado por permitirme ingresar para realizar mis estudios de Doctorado y brindarme todas las facilidades para lograrlo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar mis estudios de doctorado.

Al SNICS-SINAREFI, SAGARPA, por el financiamiento para realizar la presente investigación, bajo el proyecto denominado “Colecta, Conservación y Caracterización de Euphorbias” Clave ORN-NCB-10.

Al Dr. Agustín López Herrera, por toda la orientación recibida durante mi formación y el apoyo constante a través de la coordinación de Posgrado.

A la Dra. María Teresa Berely Colinas León, por su gran ejemplo como académica, por la dirección de esta investigación, por permitirme integrarme a su equipo de trabajo, por su apoyo incondicional al desarrollo de mi formación.

Al Dr. Gustavo Adolfo Baca Castillo, por su paciencia y su gran trayectoria académica, y permitirme tener el honor de ser asesorada por el, ya que desde niña, he tenido el privilegio de conocerlo y admirarlo al lado de mi padre.

Al Dr. Rogelio Castro Brindis por su gran contribución a mi formación, y básicamente con el ejemplo de planeación y ejecución de metas profesionales enfocadas a la formación de estudiantes y la siembra de la semilla del orgullo de ser parte de Fitotecnia y del Instituto de Horticultura, de la Universidad Autónoma Chapingo.

Al Dr. José Luis García Cué, por inspirarme a adentrarme en la estadística como una herramienta básica de la investigación, por su ejemplo a seguir en la formación de recursos humanos, por su apego, dedicación y cariño para cada uno de sus estudiantes, y por darme la pauta a creer de nuevo en la bondad de las personas al enseñarnos la superación y fortaleza, así como la motivación a ser mejores personas como el lo es.

Al Dr. Irán Alia Tejacal, por sus acertadas observaciones como lector externo y ser un ejemplo de las nuevas generaciones de profesionales proactivo, comprometido y propositivo ara el desarrollo de las investigaciones de las ornamentales, en el Estado de Morelos y en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Al Químico Cecilio Bautista Bañuelos, por su apoyo en realización de los análisis de las variables fisiológicas realizadas en esta investigación.

A la C. Karina Ayala Cadena por su disposición y apoyo en los tramites correspondientes en mis estudios de Doctorado.

A la Sra. Roció Cuellar Valdés por su apoyo para realizar y motivar en los tiempos difíciles con el único interés de que los estudiantes logren sus metas bajo los medio que ella vislumbra para saber que los estudiantes logran sus metas profesionales.

Al Comité Ejecutivo del Sindicato Independiente de Académicos del Colegio de Postgraduados por brindarme la oportunidad de llevar a cabo mis estudios.

Al Colegio de Postgraduados, por ser la Institución donde laboro en especial a mis compañeros de Fruticultura por su comprensión y apoyo para llevar a cabo mi superación académica.

Al Dr. Jorge L. Tovar Salinas y al Dr. Gabriel Alcántar González por darme la oportunidad de formar parte de la Institución que mi padre nos enseño a querer como parte de nuestra familia.

A Todos los profesores del posgrado que con cada clase mostraron el interés por nuestra formación académica.

DEDICATORIA

A Dios : Por permitirme realizar mi sueño.

A mis Padres:

Yolanda Pavía de Fernández por creer en mi y en mi fortaleza y por darme animo dia con dia durante toda mi vida y en esta etapa tan especial de mi vida, te amo mami hoy y siempre.

Dr. Ramón Fernández González (†). Por su gran ejemplo de lucha profesional por ser un excelente padre, por su gran ejemplo, por sus consejos, y enseñarnos que trabajando el limite es el cielo, y por ser un ser proactivo que dedico su vida a construir, fundar y apoyar la formación de Sociedades de Investigación, por la entrega a su clase Relaciones- Agua- Suelo y Planta, y llevar sus conocimientos a gran parte del mundo, representando orgullosamente a su país, por su gran amor al Colegio de Postgraduados, el cual lo transmitió a cada uno de sus hijos.

A mi hija Pamela Covarrubias Fernández por ser el gran motor de mi vida, desde que nació, dándome la alegría más maravillosa de mi vida, agradeciendo su paciencia por la falta de atención durante esta etapa de mi vida.

A Sylvia, hermana que me ha impulsado y apoyado de manera esplendorosa con su ejemplo y su apoyo cada día.

A Ramón y Blanca principales entusiastas de que emprendiera este gran reto con ánimos constantes.

A Laura Elizabeth, que con su ejemplo y apoyo me permito admirarla por su instinto de superación.

A Eduardo y Aisa por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida el poder contar con su apoyo en cualquier circunstancia y en especial en esta etapa.

A mis sobrinos Rodrigo, Marisol, Alonso, Arantxa, Bernardo y Nicole les dedico también esta investigación, como parte de las nuevas generaciones que deberán continuar con el legado de la familia a ser personas de bien y luchar por nuestro país.

RESPUESTA DE LA NOCHEBUENA DE SOL *Euphorbia pulcherrima* cv. VALENCIANA AL EFECTO DE DIFERENTES NUTRIMENTOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONÍA EN INVERNADERO

RESPONSE OF THE POINSETTIA OF SUN cv. VALENCIA TO THE EFFECT OF DIFFERENT NUTRIENTS UNDER HYDROPONICS IN GREENHOUSE CONDITIONS

Yolanda Leticia Fernández Pavía[1] y María Teresa Colinas León[2]

RESUMEN

Los requerimientos nutrimentales en las Nochebuenas Heliofíticas o de sol no se han estudiado, lo cual es necesario para desarrollar un paquete tecnológico que oriente a los productores en el manejo de este cultivar. Se debe conocer el comportamiento de la planta bajo condiciones de invernadero, empleando un sistema hidropónico. Este estudio tuvo como objetivo evaluar y analizar la respuesta de la nochebuena heliofítica a diferentes condiciones nutrimentales. Esta investigación se llevó a cabo en la Unidad de Investigación "Dr. Ramón Fernández González" ubicado en el municipio de Texcoco, Estado de México, durante dos períodos verano-invierno 2011 y verano-invierno 2012 bajo condiciones de invernadero en un sistema hidropónico.

En un primer experimento se evaluaron 6 soluciones nutritivas diseñadas con la técnica del elemento faltante, se utilizaron plantas desarrolladas de nochebuena *Euphorbia pulcherrima* cultivar Valenciana con una altura de 45 cm y 15 hojas. Se utilizaron bolsas de polietileno y como sustrato lava volcánica porosa (tezontle), se trasplantaron por cada unidad experimental 2 plantas con 3 repeticiones por tratamiento con un diseño completamente al azar, aplicándoles solución nutritiva diariamente, como testigo se manejó la solución de Steiner completa con una presión osmótica de 0.72 atm, el resto de las soluciones carecían respectivamente de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) o Magnesio (Mg).

El mayor crecimiento de tallo se obtuvo con la solución completa y el menor crecimiento con la solución sin nitrógeno, en forma ascendente el crecimiento fue afectado por la aplicación de las soluciones nutritivas en el siguiente orden sin N <sin Ca< sin K< sin Mg<sin P<solución completa. En diámetro del tallo, se encontró la misma tendencia, así como las mayores extracciones nutrimentales.

En el segundo experimento se determinó el efecto de 3 presiones osmóticas con 3 niveles de boro y 3 de molibdeno, se desarrolló el experimento en cultivo en agua con oxigenación, en un diseño completamente al azar, a partir de estacas enraizadas del cultivar Valenciana se evaluó la respuesta del desarrollo vegetativo. Fundamentado mediante el análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas ($\alpha \leq 0.05$) entre los efectos interactivos que muestra que al estar fija la presión osmótica a 0.52 atm y el molibdeno, y al variar el boro, en los tres niveles se observa un incremento de ramas, área foliar, concentración de fósforo, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso, zinc, sobre el máximo crecimiento y concentración nutrimental y de pigmentos.

La respuesta de la inflorescencia en su crecimiento, concentración nutrimental y de pigmentos, se fundamentó en el análisis de varianza encontrándose entre los efectos interactivos que al estar fija la presión osmótica a 0.72 atm y el boro, y al variar el molibdeno en los tres niveles, se observa un efecto sobre el número de inflorescencias, área foliar de las brácteas, nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso, zinc, antocianinas y la lumiosidad del color de las brácteas.

Palabras clave*: Nochebuena de sol, pigmentos, nutrición, hidroponía, presión osmótica, molibdeno, boro, brácteas.*

ABSTRACT

In the sun poinsettias or heliophytic nutrimental requirements have not been studied, this is necessary to develop a technology package for producers in the management of this cultivar. The behavior of the plant must be known under greenhouse conditions, using a hydroponic system. This study aimed to evaluate and analyze the response of heliophytic poinsettias in different nutrient conditions. This research was carried out in the research unit "Dr. Ramón Fernández González" located in the municipality of Texcoco, Mexico State, during two summer-winter 2011 and summer-winter 2012 two seasons , under greenhouse conditions in a hydroponic system.

Six nutrient solutions designed with the missing element technique were evaluated in the first experiment, developed poinsettia *Euphorbia pulcherrima* plants cultivar Valenciana were used, with a height of 45 cm and 15 leaves. Polyethylene bags were used and as substrate volcanic porous pumice rock (tezontle), two plants were transplanted for each experimental unit with 3 replications per treatment in a completely randomized design, nutrient solution daily applied; as control the complete Steiner solution was used with an osmotic pressure of 0.72 solution atm, the rest of the solutions lacked respectively nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) or magnesium (Mg).

The greatest stem growth was obtained with the complete solution and the lowest growth with the solution without nitrogen, in ascending order the growth was affected by the application of the nutrient solutions in the following order without N < without Ca < without K < without Mg < without P < complete solution. The same trend was found, The same trend was found in stem diameter as well as the greater nutrient extractions.

In the second experiment the effect of 3 osmotic pressures with 3 levels of boron and 3 of molybdenum was determined, the experiment was developed cultivating in water with oxygenation, in a completely randomized design, rooted cuttings of the Valenciana cultivar, the response of vegetative development was evaluated. According to ~~by~~ the analysis of variance highly significant differences ($\alpha \leq 0.05$) were found between the interactive effects that showed that with the osmotic pressure of 0.52 atm fixed and molybdenum, varying boron, at all three levels an increase of branches, leaf area, the concentration of phosphorus, calcium, magnesium, copper, iron, manganese, zinc, on the maximum growth and nutrient concentration and pigments was observed.

In response to the inflorescence growth, pigments and nutrient concentration, based on the analysis of variance it was found between the interactive effects, that being osmotic pressure fixed to 0.72 atm and boron, and varying the molybdenum, at all three levels, and effect was observed on panicle, foliar bracts, nitrogen, phosphorus calcium, magnesium, boron, copper, iron, manganese, zinc, anthocyanins, and the bracts color luminosity.

Keywords: Poinsettia of sun, pigments, nutrition, hydroponics, osmotic pressure, molybdenum, boron, bracts.

1 Tesista
2 Director

CONTENIDO

	Página
RESUMEN y ABSTRACT	i
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	x
CAPITULO I Marco Introductorio	1
1.1 Introducción	1
1.1.1 La Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Klotzsch*)*	1
1.1.1.1 Centro de origen y diversidad genética de la Nochebuena	1
1.1.2.Importancia nacional e internacional de la Nochebuena	6
1.1.3. Composición y usos nutracéticos	8
1.1.4 Características generales de la Nochebuena	9
1.1.4.1 Taxonomía	9
1.2 Pregunta de investigación	10
1.3 Justificación	10
1.4 Objetivos	14
1.4.1 General	14
1.4.2 Específicos	14
1.5 Hipótesis	15
1.5. General	15
1.5.2.1 Hipótesis particulares	15
1.6 Metodología	15
1.6.1 Experimento 1	15
1.6.2 Experimento 2	17
1.7 Fases del proyecto	19
Capitulo II El cultivo de nochebuena	21
2.1 Importancia comercial	21
2.2 Condiciones ambientales	21
2.2.1 Luz	21
2.2.2.Temperatura	22
2.2.3. Humedad relativa	22
2.2.4 Sustrato	22
2.3. Prácticas culturales en su desarrollo	23
2.3.1 Poda	23
2.3.2 Riego	23
2.4 Requerimientos nutrimentales	23
2.4.1 Boro en la planta	29
2.4.2. Molibdeno en la planta	31
2.5 Hidroponía	32
2.5.1.Definición de hidroponía	32
2.5.2 Uso de la hidroponía	32
2.5.3 Características químicas de las soluciones nutritivas	33
2.5.4 La presión osmótica de las soluciones nutritivas	34
2.5.5 pH de la solución nutritiva	36

2.6 **Referencias Documentales** 37

CAPITULO III ESTRÉS NUTRIMENTAL EN PIGMENTOS DE LA NOCHEBUENA HELIOFITICA (*Euphorbia pulcherrima cv*. Valenciana) 41
3.1. Introducción 41
3.2.Objetivos 42
3.2.1 Objetivo del estudio 42
3.3.HIPÓTESIS 42
3.3.1 Hipótesis del estudio 42
3. 4. MATERIALES Y METODOS 42
3.4.1 Ubicación del experimento 42
3.4.2 Material vegetal 44
3.4.3 Diseño experimental y tratamientos 44
3.4.4. Establecimiento del experimento 45
3.4.4.1 Preparación de las plantas para el trasplante 45
3.4.4.2. Preparación de soluciones nutritivas 46
3.4.5 Variables de estudio 46
3.4.5.1.Altura de la planta 46
3.4.5.2. Diámetro de la planta 47
3.4.5.3. Análisis químico de tejido vegetal 47
3.4.5.4 Análisis de pigmentos 47
3.4.5.4.1 Clorofilas 47
3.4.5.4.2. Carotenoides 48
3.4.5.4.3. Antocianinas 48
3.4.5.5 Unidades Spad 49
3.4.5.6. Análisis estadístico 49
3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 49
3.5.1 Contraste de resultados con hipótesis y discusión 58
3.6 CONCLUSIONES 58
3.7 REFERENCIAS DOCUMENTALES 60

CAPITULO IV EFECTO DE NIVELES DE MOLIBDENO Y BORO Y SU INTERACCIÓN CON LA PRESION OSMOTICA EN UN SISTEMA CERRADO EN HIDROPONIA 62
4.1.INTRODUCCIÓN 62
4.2 Objetivos del estudio 63
4.2.1 General 63
4.2.2 Específicos 63
4.3 Hipótesis del estudio 64
4.3.1 General 64
4.3.2 Particulares 64
4.4 MATERIALES Y MÉTODOS 65
4.4.1 Ubicación del experimento y condiciones experimentales 65
4.4.2 Material vegetal 67
4.4.3 Solución nutritiva 67
4.4.3.1 Preparación de soluciones nutritivas 67

4.4.3.2 Preparación y manejo de las soluciones nutritivas	68
4.4.4 Diseño experimental y tratamientos	69
4.4.4 Establecimiento del experimento	70
4.4.4.1 Trasplante	70
4.4.6 Factores de estudio	70
4.4.7 Variables de estudio	71
4.4.7.1 Altura de la planta	71
4.4.7.2. Diámetro de tallo	71
4.4.7.3. Número de ramas	71
4.4.7.4 Número de inflorescencias	71
4.4.7.5. Producción de materia seca	71
4.4.7.6. Área foliar	72
4.4.7.7 Color en brácteas	72
4.4.7.8. Análisis químico de tejido vegetal	72
4.4.7.9 Unidades Spad	72
4.4.7.10. Análisis de pigmentos	73
4.4.7.10.1 Clorofilas	73
4.4.7.10.2 Antocianinas	74
4.4.7.10.3. Carotenoides	74
4.4.8 Análisis Estadístico	74
4.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
4.5.1 Resultados periodo reproductivo	76
4.5.1.1 Concentración nutrimental en brácteas	76
4.5.1.1.1 Análisis de varianza de macronutrimentos en brácteas	76
4.5.1.1.1.1 Nitrógeno	77
4.5.1.1.1.2 Fósforo	78
4.5.1.1.1.3 Potasio	80
4.5.1.1.1.4 Calcio	81
4.5.1.1.1.5 Magnesio	82
4.5.1.1.2 Análisis de varianza de micronutrimentos en brácteas	83
4.5.1.1.2.1 Boro	84
4.5.1.1.2.2 Cobre	86
4.5.1.1.2.3 Hierro	87
4.5.1.1.2.4 Manganeso	88
4.5.1.1.2.5 Molibdeno	89
4.5.1.1.2.6 Cinc	91
4.5.1.2. Análisis de varianza de las variables de crecimiento	92
4.5.1.2.1 Área foliar de brácteas	93
4.5.1.2.2 Número de inflorescencias	94
4.5..1.2.3 Producción de materia seca de inflorescencias	96
4.5.1.3 Análisis de varianza de pigmentos en brácteas	97
4.5.1.3.1. Antocianinas	97
4.5.1.3.2.Carotenoides	99
4.5.1.4 Análisis de varianza de la Luminosidad, Pureza e Intensidad	101
4.5.1.4.1 Luminosidad (L)	102
4.5.1.4.2 Pureza (C)	103

4.5.1.4.3 Intensidad (H)	104
4.5.2 Resultados periodo vegetativo	105
4.5.2.1 Concentración de nutrimental en hojas	105
4.5.2.1.1 Análisis de varianza de macronutrimentos en hojas	105
4.5.2.1.1.1 Nitrógeno	107
4.5.2.1.1.2 Fósforo	108
4.5.2.1.1.3 Potasio	109
4.5.2.1.1.4 Calcio	110
4.5.2.1.1.5 Magnesio	111
4.5.2.1.2 Análisis de varianza de micronutrimentos en hojas	112
4.5.2.1.2.1 Boro	113
4.5.2.1.2.2 Cobre	114
4.5.2.1.2.3 Hierro	115
4.5.2.1.2.4 Manganeso	117
4.5.2.1.2.5 Molibdeno	118
4.5.2.1.2.6 Cinc	118
4.5.2.2 Análisis de varianza de las variables de crecimiento	120
4.5.2.2.1 Incremento de altura	120
4.5.2.2.2 Incremento del diámetro del tallo	122
4.5.2.2.3 Incremento del número ramas	123
4.5.2.2.4. Área foliar	124
4.5.2.3 Análisis de Varianza de producción de materia seca	126
4.5.2.3.1 Producción de materia seca de ramas	128
4.5.2.3.2. Producción de materia seca de hoja	129
4.5.2.3.3 Producción de materia seca de tallo	130
4.5.2.3.4 Producción de materia seca de raíz	131
4.5.2.4. Análisis de varianza de pigmentos y unidades spad en hoja	132
4.5.2.4.1 Clorofila a	134
4.5.2.4.2 Clorofila b	135
4.5.2.4.3 Clorofila total	136
4.5.2.4.4 Unidades Spad	138
4.5.3 Análisis de regresión con stepwise	139
4.5.3.1 Período reproductivo	139
4.5.3.2 Período vegetativo	139
4.5.4 Análisis de correlación de Pearson	140
4.5.4.1 Análisis de Correlación de Pearson (α=0.05) periodo reproductivo	140
4.5.4.2 Análisis de Correlación de Pearson (α=0.05) Periodo vegetativo	142
4.5.5 Contraste de Hipótesis	144
4.5.6 Discusión	145
4.5.6.1 Análisis de varianza de las variables	145
4.5.6.1.1 Efecto de la interacción en el período reproductivo	147
4.5.6.1.1.1 Efecto de macronutrimentos sobre el desarrollo reproductivo	147
4.5.6.1.1.1.1 Nitrógeno	147
4.5.6.1.1.1.2 Fósforo	148
4.5.6.1.1.1.3 Potasio	150
4.5.6.1.1.1.4 Calcio	150

4.5.6.1.1.1.5 Magnesio 151
4.5.6.1.1.2 Efecto de micronutrimentos sobre el desarrollo reproductivo 151
4.5.6.1.1.2.1 Boro 151
4.5.6.1.2.2Cobre 152
4.5.6.1.2.2.3 Hierro 152
4.5.6.1.2.2.4 Manganeso 153
4.5.6.1.2.2.5 Molibdeno 153
4.5.6.1.2.2.6 Cinc 154
4.5.6.1.2.3 Efecto de la interacción en los índices de crecimiento 155
4.5.6.1.2.3.1 Área foliar de brácteas 155
4.5.6.1.2.3.2 Número de inflorescencias 155
4.5.6.1.2.3.3 Producción de materia seca de inflorescencias 156
4.5.6.1.2.4 Efecto de la interacción en los pigmentos de brácteas 156
4.5.6.1.2.4.1 Antocianinas 156
4.5.6.1.2.4.2 Carotenoides 157
4.5.6.1.2.5 Efecto de la interacción en el color de brácteas: Luminosidad, Pureza e Intensidad 158
4.5.6.1.2.5.1 Luminosidad (L) 158
4.5.6.1.2.5.2 Pureza (C) 159
4.5.6.1.2.5.3 Intensidad (H) 159
4.5.6.1.2 Efecto de la interacción en el período vegetativo 160
4.5.6.2.1 Efecto de la interacción en los macronutrimentos del periodo vegetativo 160
4.5.6.1.2.1.1 Nitrógeno 160
4.5.6.1.2.1.2 Fósforo 161
4.5.6.1.2.1.3 Potasio 162
4.5.6.1.2.1.4 Calcio 163
4.5.6.1.2.1.5 Magnesio 163
4.5.6.1.3 Efecto de la interacción en los micronutrimentos del periodo vegetativo 163
4.5.6.1.3.1 Boro 163
4.5.6.1.3.2 Cobre 164
4.5.6.1.3.3 Hierro 164
4.5.6.1.3.4 Manganeso 165
4.5.6.1.3.5 Molibdeno 165
4.5.6.1.3.6 Cinc 166
4.5.5.2.2 Efecto de la interacción en los índices de crecimiento 166
4.5.5.2.2.1 Altura de la planta 166
4.5.5.2.2.2 Diámetro de la planta 167
4.5.5.2.2.3 Incremento de ramas 168
4.5.5.2.2.4. Área foliar 168
4.5.5.2.2.5. Producción de materia seca 168
4.5.6.1.4.5.1 Producción de materia seca de Ramas 169
4.5.6.1.4.5.2 Producción de materia seca de hoja 170
4.5.6.1.4.5.2 Producción de Materia seca de tallo 170
4.5.6.1.4.5.3 Producción de materia seca de raíz 171

4.5.6.1.5 Efecto de la interacción en los pigmentos y unidades Spad en el periodo vegetativo 171
4.5.6.1.5.1 Clorofila a 171
4.5.6.1.5.2 Clorofila b 172
4.5.6.1.5.3 Clorofila total 173
4.5.6.1.5.4 Unidades Spad 173
4.6 Conclusiones Generales 174
4.6.1 Experimento 1 174
4.6.2 Experimento 2 174
4.7 Recomendación final 180
4.8 REFERENCIAS DOCUMENTALES 181
4.9 ANEXOS 187

ÍNDICE DE CUADROS

	CAPITULO III	Página
Cuadro 3.1	Tratamientos evaluados	44
Cuadro 3.2	Distribución física de los tratamientos en invernadero	45
Cuadro 3.3	Composición química de las soluciones nutritivas con base en la solución nutritiva universal de Steiner con un presión osmótica de 0.72 atm	46
Cuadro 3.4	Composición química del agua de la llave de la "Unidad de Investigación Dr. Ramón Fernández González"	46
Cuadro 3.5	Efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos. El testigo fue la solución nutritiva completa, en el concentración nutrimental en hojas de Nochebuena cv valenciana a los 240 ddt	50
Cuadro 3.6	Efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos. El testigo fue la solución nutritiva completa, en la altura y diámetro de plantas al final del experimento de Nochebuena cv valenciana	51
Cuadro 3.7	Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de diferentes nutrimentos, el contenido inicial de clorofilas en Nochebuena cv valenciana	52
Cuadro 3.8	Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de diferentes nutrimentos, el contenido final de clorofilas en Nochebuena cv valenciana	53
Cuadro 3.9	Efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos. Unidades Spad en Nochebuena cv Valenciana	55
Cuadro 3.10	Análisis de correlación de Pearson entre la clorfila a, clorofilab clorofila total y unidades spad en plantas de Nochebuena cv valenciana a los 240 ddt, bajo el efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos	55
Cuadro 3.11	Efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos. El testigo fue la solución nutritiva completa, en el contenido de carotenoides en hojas a los 240 ddt en Nochebuena cv valenciana	56
Cuadro 3.12	Efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos. El testigo fue la solución nutritiva completa, en el contenido nutrimental en brácteas de Nochebuena cv valenciana a los 240 ddt	57
Cuadro 3.13	Efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos. El testigo fue la solución nutritiva completa, en el contenido de antocianinas a los 240 ddt en Nochebuena cv valenciana	58
	CAPITULO IV	
Cuadro 4.1	Tratamientos evaluados	67

Cuadro 4.2	Reactivos utilizados en la preparación de las soluciones madre	68
Cuadro 4.3	Composición química de la Solución nutritiva Universal de Steiner a pH 5.0	68
Cuadro 4.4	Tratamientos evaluados	69
Cuadro 4.5	Distribución física de los tratamientos en invernadero	70
Cuadro 4.6	Macronutrimentos en las brácteas por efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	77
Cuadro 4.7	Micronutrimentos en las brácteas por efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	85
Cuadro 4.8	Variables de crecimiento: área foliar en las brácteas, número de inflorescencias y producción de materia seca de inflorescencias por efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	92
Cuadro 4.9	Contenido de antocianinas y carotenoides. en las brácteas debidas al efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	98
Cuadro 4.10	Variables componentes del color de las brácteas debidas al efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	102
Cuadro 4.11	Macronutrimentos en hojas por el efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	106
Cuadro 4.12	Micronutrimentos en las hojas por el efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	113
Cuadro 4.13	Variables de crecimiento: Incremento altura, diámetro, de ramas y Área foliar de hojas por el efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	121
Cuadro 4.14	Variables de crecimiento: Producción de materia seca de ramas, hojas, tallo y raíz de hojas Macronutrimentos en las hojas como resultado del efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	127
Cuadro 4.15	Contenido de clorofila a, b y total y Unidades spad en las hojas debidas al efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto	133
Cuadro 4.16	Variables significativas resultantes del Análisis de Regresión Múltiple y Métodos de selección Stepwise (□=0.05) en el período reproductivo	139

Cuadro 4.17	Variables significativas resultantes del Análisis de Regresión Múltiple y Métodos de selección Stepwise (□=0.05) en el período vegetativo	139
Cuadro 4.18	Relaciones entre variables periodo reproductivo	140
Cuadro 4.19	Relaciones entre variables periodo vegetativo	142

INDICE DE FIGURAS

	CAPITULO I	Página
Figura 1.1	Glifo del códice Cruz- Badiano como evidencia de su uso ceremonial	2
Figura 1.2	Primer dibujo de la Nochebuena descrita en la expedición de Martín de Sessé y Lacasta (1751-1808) y José Mariano Mociño (1757-1820). Martinez,(2010)	3
Figura 1.3	Primera muestra de herbario de Euphorbia pulcherrima recolectado por A. von Humboldt y Bonpland - A-B: Carpeta (pp) con etiqueta (A) y la muestra (B) A. en México, ejemplar BW 9257, Jardín Botánico y el Museo Botánico de Berlín-Dahlem.	4
Figura 1.4	Sistema hidropónico abierto con sustrato inerte de tezontle	16
Figura 1.5	Planta sometida a nueve meses de tratamiento del experimento 1	17
Figura 1.6	Sistema en solución nutritiva con manguera de airea orzado para oxigenación de las raíces de *Euphorbia pulcherrima* Wiild Kloztch cultivar Valenciana	18
Figura 1.7	Experimento 2 sistema hidropónico en solución nutritiva al finalizar en la etapa de período reproductivo	19
	CAPÍTULO III	
Figura 3.1	Nochebuena (Euphorbia pulcherrima Willd ex Klotzch), Valenciana	41
Figura 3.2	Mapa Municipio de Texcoco	43
Figura 3.3	Unidad de Investigación Dr. Ramón Fernández González	44
Figura 3.4	Presencia de clorosis en las hojas inducida por la aplicación de la solución nutritiva sin nitrógeno	56
	CAPITULO IV	
Figura 4.1	Mapa Municipio de Texcoco	66
Figura 4.2	Unidad de Investigación Dr. Ramón Fernández González	66
Figura 4.3	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de nitrógeno en las brácteas	78
Figura 4.4	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de fósforo en las brácteas	79
Figura 4.5	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de potasio en las brácteas	80
Figura 4.6	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de calcio en las brácteas	81
Figura 4.7	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de Magnesio en las brácteas	83
Figura 4.8	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de boro en las brácteas	86
Figura 4.9	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el	87

	contenido de cobre en las brácteas	
Figura 4.10	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de hierro en las brácteas	88
Figura 4.11	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de manganeso en las brácteas	89
Figura 4.12	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de molibdeno en las brácteas	90
Figura 4.13	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de cinc en las brácteas	91
Figura 4.14	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el Área foliar de brácteas en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	94
Figura 4.15	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el Número de inflorescencias en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	95
Figura 4.16	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el producción de materia seca de inflorescencias en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	96
Figura 4.17	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de antocianinas en las brácteas	97
Figura 4.18	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de carotenoides en las brácteas	100
Figura 4.19	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la luminosidad del color de las brácteas	103
Figura 4.20	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la pureza del color de las brácteas	104
Figura 4.21	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la intensidad del color de las brácteas	105
Figura 4.22	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la concentración de nitrógeno en las hojas de nochebuena	107
Figura 4.23	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de fósforo en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	109
Figura 4.24	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de potasio en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	110
Figura 4.25	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de calcio en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	111
Figura 4.26	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de magnesio en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	112
Figura 4.27	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de boro en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	114
Figura 4.28	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de cobre en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	115
Figura 4.29	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el	

	concentración de hierro en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	116
Figura 4.30	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de manganeso en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	117
Figura 4.31	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de molibdeno en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	118
Figura 4.32	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de cinc en hojas de nochebuena c.v. Valenciana	119
Figura 4.33	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el incremento en la altura de plantas de nochebuena c.v. Valenciana	122
Figura 4.34	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el Diámetro en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	123
Figura 4.35	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el incremento de ramas en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	124
Figura 4.36	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el Área foliar de hoja en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	125
Figura 4.37	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la producción de materia seca de ramas en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	128
Figura 4.38	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la producción de materia seca de hoja en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	130
Figura 4.39	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la producción de materia seca de tallo en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	131
Figura 4.40	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en producción de materia seca de raíz en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	132
Figura 4.41	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de clorofila a en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	134
Figura 4.42	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de clorofila b en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	136
Figura 4.43	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de clorofila total en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	137
Figura 4.44	Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno para las unidades Spad en plantas de nochebuena c.v. Valenciana	138

I. MARCO INTRODUCTORIO

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 LA NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)

1.1.1.1 Centro de origen y diversidad genética de la Nochebuena

La Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima),* nativa de Mesoamérica se encuentran silvestre desde Sinaloa, hasta el Oeste de México y Guatemala (Steinmann 2002). Centro de Origen (probablemente de los Estados de Guerrero y Morelos).

La poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) fue colectada inicialmente por miembros de la expedición en México, Sessé & Moçiño seguida de la de Humboldt & Bonpland y Schiede & Deppe. Material vivo fue enviado por Karwinski para el jardín botánico real de Schöneberg validando el nombre de la *Euphorbia pulcherrima* nombre que la caracteriza. También se caracterizan los otros nombres relacionados con este taxón.

Está demostrado *Euphorbia poinsettii* Raf. es un nombre alternativo válidamente publicado, que precede a *Euphorbia pulcherrima*, hacer conservación del último nombre bien establecido es necesario Lack, (2011).

Los aztecas la cultivaban con fines medicinales, extracción de pigmentos y ceremoniales Figura 1.1 Códice Florentino (Biblioteca Medicea Laurentiana, Florencia) Códice Cruz- Badiano (Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México

Para los indígenas, según se señala, la flor de Nochebuena, cuyo nombre náhuatl Cuetlaxóchitl significa "flor que se marchita", era símbolo de pureza (Cruces, 1987). Se introdujo con gran cuidado en los jardines de aclimatación de Netzahualcóyotl y de Moctezuma.

Fig. 1.1"Con las flores bailaban, danzaban....con las flores en sus penachos, con las flores adornaban los templos del Imperio, y hasta flores daban a sus convidados, pero a nadie le era licito oler el medio de ellas, porque el medio de ellas estaba reservado para Tezcatlipuca y los hombres solamente podían oler las orillas"

Los primeros reportes en el Siglo XVI, fueron realizados por Francisco Hernández, médico ordinario de Felipe II, rey de España revisado y analizado por Varey S. (2002), que estudió muchas facetas de la historia natural de Mesoamérica y llevo material manuscrito, que se mantiene hoy en la Biblioteca Nacional de Madrid, España, por describiendo a la nochebuena como un árbol mediano con hojas de tres puntas, sinuosas por uno y otro lado, y flores rojas muy grandes, sumamente parecidas, exceptuando el color, a las hojas mismas del árbol.

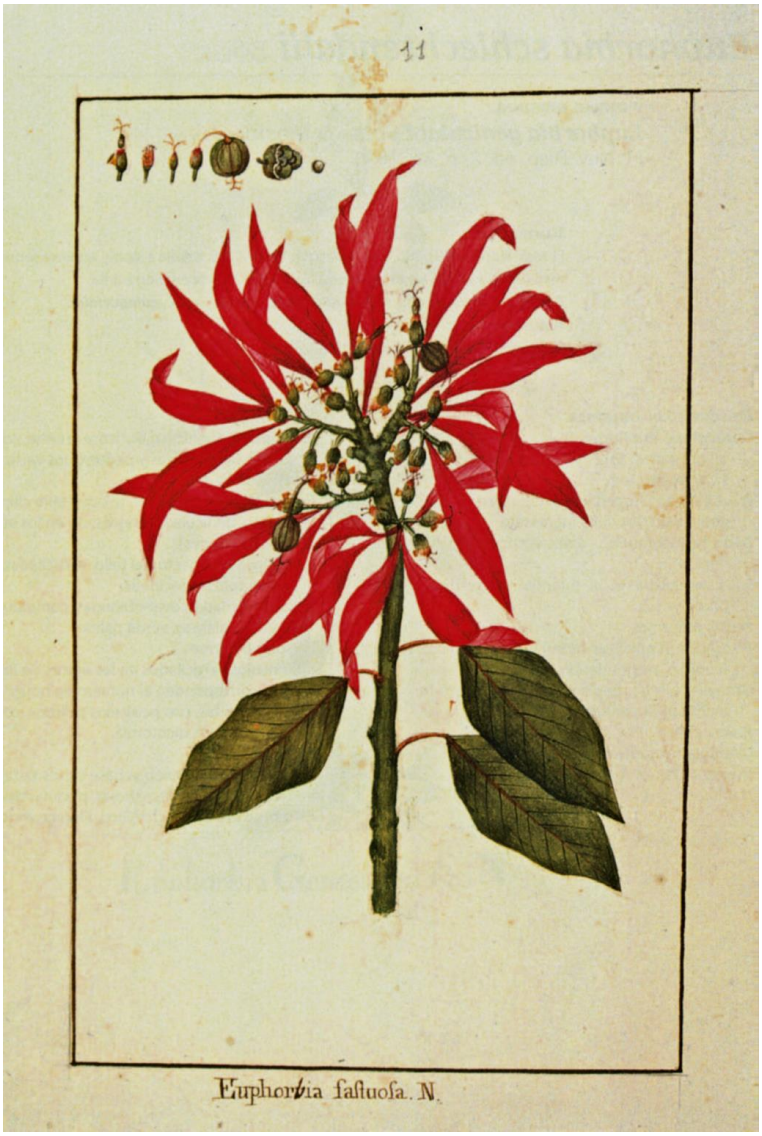

Figura 1.2. Primer dibujo de la Nochebuena descrita en la expedición de Martín de Sessé y Lacasta (1751-1808) y José Mariano Mociño (1757-1820). Martinez,(2010)

La ilustración más antigua de *Euphorbia pulcherrima* pueden encontrarse descrita por Martín de Sessé y Lacasta (1751-1808) y José Mariano Mociño (1757-1820), analizado y comentado por McVaugh (2000). Actualmente se encuentran por lo menos cuatro muestras: tres en el Herbario del Real Jardín Botánico Madrid, es decir, MA 602274 – 602276 y en el Museo de Historia Natural de Londres. MA 602274 es anotado "C. 11 – 3. "*Euphorbia fastuosa*" por Jaime Senseve, MA 602276"977. 11,3 "*Euphorbia fastuosa*" y la muestra de Londres" *Euphorbia fastuosa* Nueva España. Teniendo en cuenta la amplia distribución del mismo

material de la expedición de Sessé & Moçiño, es probable que muchos más especímenes de E. pulcherrima, anotado fastuosa E., pueden rastrearse.

La primera ilustración de *Euphorbia pulcherrima* (Figura 1.2) fue preparada por uno de los ilustradores que acompañan a la expedición antes mencionada de Sessé & Mociño, por Atanasio Echeverría y Godoy (1773-1820) o Vicente Juan de Dios de la Cerda (1772 –).

Figura 1.3 Primera muestra de Herbario de *Euphorbia pulcherrima* recolectado por A. von Humboldt y Bonpland A. en México - A-B: Carpeta (pp) con etiqueta (A) y la muestra (B), ejemplar BW 9257, Jardín Botánico y el Museo Botánico de Berlín-Dahlem.

La siguiente expedición se llevó a cabo en 1804 por Humboldt, Bonpland y Montúfa. En el diario de Humboldt menciona el género Euphorbia para México, de acuerdo a (Faak 1990). Euphorbia pulcherrima se recolecto en dicha expedición se cuenta con dos ejemplares en el herbario Willdenow en el Botanical Museum Berlin (B),BW 9257 que se muestra en la (Figura 1.3)

En el siglo XVII en Taxco, Guerrero los padres franciscanos empezaron a usar la nochebuena en los altares navideños, dando inicio a la tradición de esta planta para la época de navidad.

Lack, (1984) menciona que Cristiano Julius Wilhelm Schiede (1798 - 1838) y Fernando Deppe (1798 - 1836), ambos coleccionistas recolectaron de especímenes de de *Euphorbia pulcherrima* de determinadas localidades como Xalapa y Papantla, ubicando el material en el Real Jardín Botánico en Schöneberg, cerca de Berlín.

Hruneni, (1972) menciona que entre 1825 y 1829 Joel Roberts Poinsett, quien llegó a México como ministro parece que fue el primero en recolectar el material vivo de *Euphorbia pulcherrima*, que envió a Filadelfia, donde fue cultivadas en el jardín de la familia Bartram, un jardín que aún existe hoy en día y está situado en 54th St y Lindbergh Blvd. Joel Robert Poinsett, también envío semillas de esta planta a Charleston, EUA en 1828, debido a ésto a nivel internacional es conocida con el nombre de “poinsettia”, de ahí se esparció a Europa y Sudamérica. Tras distribuirla por sus invernaderos, Poinsett regaló algunos ejemplares de estas plantas a varios jardines botánicos y a algunos de sus amigos horticultores entre ellos John Bartram, quien a su vez regalo esquejes a Robert Buist, viverista, quien vendió por primera vez la planta bajo la denominación *Euphorbia poinsettia,* la cual ya había sido reconocida y publicada con anterioridad por un taxónomo alemán en 1833 (García, 1999). (Citado por Fierro, 2006).

Wilhelm Friedrich Freiherr von Karwinski Karwin (1780 - 1855) vivió en México desde 1827 hasta 1832 como ingeniero de minas y se sabe que envió plantas vivas así como ejemplares de herbario a Munich (Urban 1906). Estos Materiales de dos euphorbias recolectadas por Karwinski en México llegó en 1833 al Real Botanic Garden en Schöneberg, cerca de Berlín, y fue cultivado en el conservatorio (Klotzsch 1834). Ambos eran considerados como nuevas para la ciencia por Johann Friedrich Klotzsch (1805 - 1860), y luego ayudante en esta

institución utilizó el nombre de *Euphorbia pulcherrima* , nombre con el que se conoce hasta la fecha.

En 1918 el primer gran éxito lo consiguió Paul Ecke con la variedad “Pakleaf” en los Estados Unidos. En el año de 1934 aparecieron en Europa los primeros ejemplares procedentes de México, principalmente en Alemania donde obtuvieron nuevas variedades.

Actualmente varios productores del mundo se han dedicado al mejoramiento genético por lo que se han generado varios cultivares de invernadero en países como Estados Unidos, Alemania, Dinamarca, entre otros.

1.1.1 Importancia nacional e internacional de la Nochebuena

La nochebuena es una ornamental muy popular en la actualidad, cultivada y comercializada en grandes cantidades en los cinco continentes. Se ha convertido en casi sinónima con la Navidad en muchas partes del mundo (Cuetlaxochitl, su nombre original en lengua náhuatl (México),Flor de pascua (España), Poinsettia (USA), Corona del Inca , (Chile y Perú), Estrella de Navidad, en el (hemisferio norte), Estrella federal, en(Argentina, Paraguay y Uruguay), Flor de Navidad, en (Venezuela), Christmas Eve (Hemisferio Norte), Pastora, en (Nicaragua y Costa Rica), Easter flower (Hemisferio norte).

La relevancia de estudiar e investigar sobre los aspectos de nutrición de la nochebuena de sol *Euphorbia pulcherrima* Willd Klostch cultivar Valenciana, originaria de México ,se basa en la carencia de información sobre los cultivares mexicanos sobre aspectos de nutrición vegetal, ya que en este tema existen múltiples trabajos a nivel mundial pero sobre los cultivares modificados géneticamente, actualmente este propósito esta aunado al hecho del rescate fitogénetico emprendido por la Unión Internacional para la Protección de los Obtentores Vegetales (UPOV- International Union for the Protection of New

Varieties of Plants) que es una organización intergubernamental con sede en Ginebra (Suiza).

La UPOV fue creada por el Convenio Internacional para la Protección de los Obtentores Vegetales. El Convenio fue adoptado en París en 1961, y fue revisado en 1972, 1978 y 1991.

La misión de la UPOV es proporcionar y fomentar un sistema eficaz para la protección de las variedades vegetales, con miras al desarrollo de nuevas variedades vegetales para beneficio de la sociedad, con base en lo anterior la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGARPA) a través de los lineamientos generales del El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) y tiene las siguientes líneas estratégicas:

- Conservación y mejoramiento in situ
- Conservación ex situ
- Utilización de los recursos fitogenéticos
- Fortalecimiento institucional y creación de capacidad

También participa en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de los cultivos originarios de México y tiene como propósito promover las acciones para conocer, preservar, mejorar, cultivar y aprovechar los recursos filogenéticos de naturaleza ornamental con uso actual o potencial en beneficio de la sociedad mexicana, con los siguientes objetivos específicos para la Red de Nochebuena:

- Promover el rescate, colecta, caracterización, conservación y uso de los recursos ornamentales mexicanos

- Realizar un inventario de algunas Euphorbias (subgénero poinsettia) nativas de México

- Promover el intercambio, la cooperación científica, planificación establecer prioridades en la conservación y utilización de los recursos ornamentales de Euphorbias en México

- Promover proyectos donde participen más de dos instancias, incluyendo asociación de productores, especialmente en creación de capacidades

- Facilitar y promover la participación de las diferentes instancias involucradas con la conservación y utilización de los recursos genéticos ornamentales en nuestro País

Por lo que una vez habiendo obtenido el registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales en este caso de la nochebuena cultivar Valenciana, se deben promover las investigaciones en aspectos productivos de son un recurso potencial para los productores de ornamentales en México.

El cultivar valenciana, es uno de los cinco variedades de nochebuena de sol registradas en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Son variedades de dominio público y son resultado de la selección, reproducción y modificaciones de las Nochebuenas criollas realizado por algunos viveristas de Tetela del Monte, Tepoztlán, Oaxtepec, Jiutepec y Ahuatepec, en el estado de Morelos (Galindo- García *et al*., 2012). Es el nombre con el que se conoce en México a la Nochebuena de jardín. Es el pariente más cercano de la Nochebuena silvestre originaria de la región de Taxco, Guerrero. Se cultiva a cielo abierto y resiste condiciones adversas de clima, riegos y fertilización, su principal característica son las numerosas brácteas y crece en forma de arbusto.

1.1.3 Composición y usos nutracéticos

Las brácteas contienen resinas, pigmentos flavonoides, almidón, glucosa, sacarosa, sales, aceites esenciales, ácido tartárico, ácido gálico y otros componentes (Quintanar, 1961).

El látex lo usaban para preparar una medicina que contrarrestaba la fiebre (Medina, 1991), desde la época prehispánica hasta nuestros días se utiliza como galactógeno para aumentar la leche de las nodrizas, para lo cual se emplea el cocimiento de unas cuántas brácteas, como agua de uso, pero no en altas dosis, por otra parte el jugo lechoso se usa como depilatorio, además se puede utilizar para combatir la eripsela y varias enfermedades de la piel mediante cataplasmas y fomentos.

1.1.4. Características generales de la nochebuena

La nochebuena pertenece a la familia de las Euphorbiaceae. El género *Euphorbia* especie *pulcherrima* contiene aproximadamente de 700 a 1000 especies caracterizándose por presentar una sola flor femenina sin pétalos y generalmente sin sépalos, rodeada por flores masculinas individuales. Estas pequeñas flores están encerradas en una estructura en forma de copa denominada ciatio. Las estructuras vistosas de la Nochebuena son hojas modificadas llamadas brácteas (Shanks, 1980). Estas pueden ser rojas, rosas, blancas o variegadas, pero como son parecidas a hojas en vez de ser verdaderos pétalos, tienen un promedio de vida muy largo (Shanks, 1980).

1.1.4.1Taxonomía

La nochebuena pertenece a la familia de las Euphorbiaceae. El género *Euphorbia* especie *pulcherrima* contiene aproximadamente de 700 a 1000 especies caracterizándose por presentar una sola flor femenina sin pétalos y generalmente sin sépalos, rodeada por flores masculinas individuales. Estas pequeñas flores están encerradas en una estructura en forma de copa denominada ciatio. Las estructuras vistosas de la Nochebuena son hojas modificadas llamadas brácteas (Shanks, 1980). Estas pueden ser rojas, rosas, blancas o variegadas, pero como son parecidas a hojas en vez de ser verdaderos pétalos, tienen un promedio de vida muy largo (Shanks, 1980).

Clasificación científica
Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malpighiales
Familia: Euphorbiaceae
Subfamilia: Euphorbioideae
Tribu: Euphorbieae
Subtribu: Euphorbiinae
Género: *Euphorbia*
Especie: *pulcherrima*
Nombre binomial
Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch

En esta investigación se abordara la respuesta de la planta a los aspectos relacionados con la nutrición vegetal, mediante el manejo de las plantas en dos sistemas hidropónicos bajo condiciones de invernadero.

Los resultados que se obtenidos de esta investigación se podrán utilizar para la orientación de los productores de nochebuena en aspectos nutrimentales, con el objeto de mejorar la calidad y que sea e un recurso potencial dentro de la producción de ornamentales.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo responde la nochebuena de sol *Euphorbia pulcherrima* Wiild Kloztch c.v. Valenciana en respuesta a diferentes nutrimentos bajo condiciones de hidroponía en Invernadero con cubierta plástica?

1.3 Justificación:

La Nochebuena de sol o de intemperie se puede comercializar en viveros sin embargo, los requerimientos nutrimentales en estas plantas ornamentales aun no se han determinado.

El estudio de los requerimientos nutrimentales se hace necesario para desarrollar un paquete tecnológico que oriente a los productores en México, en el manejo y propagación de esta planta para que se incremente la comercialización en los viveros y se estimule su comercialización.

Las investigaciones que se han realizado en nochebuena son numerosas con plantas de Nochebuena de sombra que han sido modificadas genéticamente principalmente con los cultivares Freedom y Subjibi en invernadero.

Entre los estudios que se han realizado en Nochebuenas de sombra se encuentran las primeras publicaciones tanto en Estados Unidos de América, 1955 por Ecke como en México Martínez, (1995) son referentes a aspectos generales del manejo del cultivo, en Manuales de Nochebuena.

Dentro de las investigaciones sobre nutrición de nochebuena en 1997 Whipker y Hammer, publicaron sus resultados sobre la "Absorción de nutrientes en Nochebuena durante diferentes etapas de desarrollo fisiológico", en el cultivar Subjibi, cultivado en un sistema hidropónico durante 15 semanas en soluciones nutritivas. Los resultados indican que dosis (en mg) que aumentan desde 23 a 57 N (con 33% del N total suministrado en forma de NH4-N), 9 a 18.5 para P, 19 a 57 de K, 6 a 15 para Ca y 3 a 8 de Mg pueden aplicarse sin lixiviación a nochebuenas y producen un crecimiento adecuado en el norte de Estados Unidos.

En 1998 Whipker y Hammer, estudiaron soluciones hidropónicas para estudios nutricionales de Poinsettia", plantas de nochebuena Supjibi y Freedom fueron cultivadas en ocho soluciones hidropónicas. Los resultados indican que para estudios nutricionales con nochebuenas, las soluciones hidropónicas deben contener entre 12.5 y 33 % del N en la forma de NH_4, una relación de calcio: magnesio (Ca:Mg) de 2:1 y una concentración de micronutrientes (mg L^{-1}) 0.5, 0.02, 6.6, 0.5 y 0.1 0.05, de B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn respectivamente, para un crecimiento vegetal adecuado.

También en 1998, Whipker y Hammer estudiaron los efectos de la variación de las dosis de aplicación de fertilizante [100-15-100 o 300-46-300 mg L^{-1} de nitrógeno (N) - fósforo (P) - potasio (K)] y las fechas de poda de las plantas sobre patrones de absorción de nutrientes de nochebuenas. Concluyendo que una dosis de aplicación > 18 mg L^{-1} NH_4-N y > 15. mg L^{-1} requieren las nochebuenas una semana antes de que las plantas fueron sean podadas y durante tres semanas posteriores a la poda.

Adams *et al*. 1998. Estudiaron el desarrollo de plantas de nochebuena "Annette Hegg" y encontraron que requiere azufre en una concentración mínima de 25 mg.L^{-1} para ser aceptadas comercialmente.

Los investigadores Wissemeier y Marienfeld (1998) estudiaron en nochebuena Angélica el contenido de los cationes de calcio (Ca^{++2}), potasio (K^{+}) y magnesio (Mg^{++2}) se determinó en brácteas y hojas a intervalos semanales durante el desarrollo de la bráctea hasta que las plantas alcanzaron su calidad comercial.

En 2001, Cox, investigó el crecimiento, contenido de nutrientes y la conductividad eléctrica del medio de cultivo de la nochebuena con riego por subirrigación o por aspersión. Los efectos de subirrigación versus riego convencional por aspersión sobre el crecimiento y la nutrición de macetas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotz) fueron estudiados en plantas del cultivar 'Red Sails' a diferentes niveles de fertilizantes. Con todos los tratamientos se obtuvieron plantas comercialmente aceptables al final del estudio, sin embargo las plantas regadas por aspersión fueron más grandes en diámetro y tuvieron mayor peso seco de los brotes que las plantas regadas por subirrigación.

En el 2000 McAvoy y Bible, realizaron una investigación sobre la relación del contenido de boro en bráctea y la aplicación de boro en la necrosis de brácteas de nochebuena"; concluyen que aunque el B foliar no es un sustituto de aspersiones de Ca como un control para la necrosis de la bráctea, los resultados sugieren un papel para B en la etiología de la necrosis de la bráctea.

Starkey y Nielsen (2001), reportaron que en *Euphorbia pulcherrima* Ex Klotzsch estudió que es posible reducir la aplicación de N y K sin deterioro de la calidad de la planta. La concentración de Ca en las brácteas mejoró, disminuyendo la concentración de N y K en la solución de nutrientes y esto resultó en menor número de brácteas necróticas durante el período de poscosecha.

En el 2005 Rosas estudió el nitrógeno y el potasio en la producción de nochebuena cultivar subjibi roja, donde evaluó el efecto de estos dos nutrimentos en el período vegetativo, floración, y contenido nutrimental. El tratamiento con N en dosis de 400 y 500 mgL^{-1} presentó la mayor altura de planta (58.5 y 58.3 cm). Los valores más altos de área foliar, peso seco y peso específico, área foliar final y peso seco total de plantas se presentaron en el tratamiento con 400 mgL^{-1} de N. los mayores valores del área de inflorescencia principal, el contenido de clorofilas a, b y total, antocianinas y carotenoides se favorecieron con niveles altos de N (300 y 400 mg L^{-1}).

En el cultivar subjibi roja Ayala (2008), investigó el efecto del Ca, Mo y B en aplicación foliar, reportando que no se encontraron diferencias significativas en cuánto a pigmentos como fueron clorofilas, antocianinas y carotenoides en hojas y brácteas pero si reportó diferencias significativas en el crecimiento vegetativo y reproductivo.

De acuerdo con todo lo revisado se puede constatar que no hay investigaciones sobre el cultivar Valenciana que explique el comportamiento de diferentes nutrimentos y la respuesta de la planta,en la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Postgraduados y otras Instituciones de Investigación Agronómicas.

Por eso, se planteó esta investigación, con el propósito de analizar la respuesta de la nochebuena de sol (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotz) del cultivar valenciana al efecto de diferentes nutrimentos bajo condiciones de hidroponía en invernadero.

A través del manejo de soluciones nutritivas carentes de un elemento, se puede conocer la respuesta fisiológica del cultivo a la carencia de un macronutrimento, con el fin de apoyar el conocimiento de la sintomatología que presenta la planta. De esta afirmación se desprende la importancia de investigar para este cultivo, la respuesta del cultivo a la inducción de deficiencias y a la interacción de la presión osmótica con niveles de boro y molibdeno, mediante el manejo de cultivos hidropónicos, ya que se debe identificar el comportamiento de este cultivar mexicano al estrés nutrimental de macronutrimentos, así como la respuesta al boro y molibdeno micronutrimentos que se les ha relacionado con la calidad de la flor.

Esta investigación, se planteó en el contexto de la nutrición vegetal lo cual contribuirá a contar con evidencias científicas sobre la respuesta de este cultivar a diferentes nutrimentos, y de esta manera transferir a los productores el conocimiento generado a partir de los resultados obtenidos en nuestro país, como estudiante de la Universidad Autónoma Chapingo y del Colegio de Postgraduados dentro del marco de vinculación con el sector productivo.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Analizar la respuesta de la nochebuena de sol *Euphorbia pulcherrima* Wiild Kloztch cultivar Valenciana al efecto de diferentes nutrimentos bajo condiciones de hidroponía en invernadero.

1.4.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar el efecto de seis soluciones nutritivas sobre el crecimiento, estado nutrimental y de pigmentos bajo estrés nutrimental de la Nochebuena cultivar Valenciana.

- Describir el efecto de la interacción de tres presiones osmóticas, tres niveles de boro y tres niveles de molibdeno influyen en la absorción nutrimental, en la calidad de la nochebuena cultivar Valenciana

1.5 Hipótesis

1.5.1 General

- La Nochebuena de sol *Euphorbia pulcherrima* Wiild Kloztch cultivar Valenciana se comporta de similar forma con diferentes nutrimentos bajo condiciones de hidroponía en invernadero.

1.5.2 Hipótesis Particulares

- Las soluciones nutritivas utilizadas en los 6 tratamientos aplicados inducirán deficiencias nutrimentales, determinando el crecimiento, concentración nutrimental en la hoja y brácteas de este cultivar.

- El efecto de la interacción de tres presiones osmóticas , tres niveles de boro y tres niveles de molibdeno influyen en la absorción nutrimental y calidad de la nochebuena cultivar Valenciana.

1.6 Metodología

Para llevar a cabo esta investigación se realizaron dos experimentos con la metodología siguiente:

1.6.1 Experimento 1:

Las plantas de nochebuena de sol *Euphorbia pulcherrima* Wiild Kloztch cultivar Valenciana, adquiridas directamente de los productores de Tetela del Monte, Morelos, se sometieron a una etapa de adaptación de 6 meses a las condiciones ambientales del invernadero de la “Unidad de Investigación Dr. Ramón Fernández González” ubicado en el municipio de Texcoco, al cabo de este tiempo se

trasplantaron a un sistema hidropónico abierto, consistente en bolsas de polietileno negro calibre 700, con tezontle como sustrato inerte (Figura1.4).

Figura 1.4 Sistema hidropónico abierto con sustrato inerte de tezontle

Con base en la técnica del elemento faltante se calcularon soluciones nutritivas con una presión osmótica de 0.72 atm, eliminando en cada una de ellas un macronutrimento como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio obteniendo cinco soluciones nutritivas y como testigo una sexta solución que contiene todos los macronutrimentos que se denomina como solución completa siendo el testigo absoluto, de ahí se sometieron durante 9 meses a estos tratamientos, llevándolo hasta su etapa de inducción floral (Figura 1.5), tomando mensualmente las variables de crecimiento, al inicio y al final de la investigación se determinaron los contenidos de clorofila, y únicamente al finalizar se determinaron los contenidos de antocianinas , carotenoides, y concentración nutrimental en hoja y brácteas.

Figura 1.5 Planta sometida a nueve meses de tratamiento del experimento 1

1.6.2 Experimento 2:

Plantas clonadas del experimento 1, de *Euphorbia pulcherrima* Wiild Kloztch cultivar Valenciana, se manejaron en un sistema hidropónico cerrado en agua, que consiste en cubetas de seis litros con tapas perforadas donde se introduce una manguera con aire forzado para oxigenar las raíces (Figura1.6).

Figura 1.6 Sistema cultivo en soluciòn nutritiva con manguera de airea forzado para oxigenación de las raíces de *Euphorbia pulcherrima* Wiild Kloztch cultivar Valenciana

Las soluciones nutritivas se diseñaron con tres presiones osmóticas, tres niveles de boro y tres niveles de molibdeno, las plantas fueron sometidas a estos tratamientos durante seis meses hasta la etapa de inducción floral (Figura 1.7).

Durante el experimento se evaluaron las variables de crecimiento y al finalizar se realizaron análisis para la determinación de pigmentos y concentración nutrimental en hojas y brácteas.

Figura 1.7 Experimento 2 sistema hidropónico en solución nutritiva al finalizar en la etapa de período reproductivo

1.7 Fases del Proyecto

- La primera fase del proyecto de investigación fue realizar una revisión de fuentes documentales sobre las investigaciones reportadas en artículos científicos, libros, tesis y revistas electronicas. El contexto de la investigación con la información recabada, encontrándose la carencia de investigación formal sobre la nutrición vegetal de la nochebuena *Euphorbia pulcherrima* Wiild Kloztch cultivar Valenciana.
- Posteriormente en la segunda fase se definió el lugar donde se llevaría a cabo la investigación seleccionándose por las condiciones ambientales la Unidad de Investigación Dr. Ramón Fernández González, que consiste de una superficie de invernaderos tipo túnel de 850 m^2 cubiertos con polietileno transparente.

- La tercera fase fue el diseño del experimento uno con base a los macronutrimentos esenciales para el desarrollo óptimo de las plantas en general con el sistema de hidroponía técnica que permite evaluar en forma conjunta e individual el efecto de diversos nutrimentos, con un diseño completamente al azar y el análisis de datos mediante el uso del programa estadístico SAS un análisis de varianza y comparación de medias con la Prueba de Tukey.
- En la cuarta fase se diseñó el experimento dos con base a los reportes de la revisión bibliográfica sobre dos micronutrimentos esenciales que inciden sobre la calidad de la inflorescencia, con tres presiones osmóticas, que nos indicaran la óptima para el desarrollo de la planta de nochebuena cultivar Valenciana. Se analizaron los datos mediante el paquete estadísticos de SAS versión 9.3 donde se realizó un análisis de varianza, comparación de medias con la Prueba de Tukey, Análisis de correlación de todas las variables y análisis de regresión multivariada con el análisis stepwise.
- La fase quinta del proyecto es el análisis de resultados y contraste de hipótesis, con el fin de evaluar la respuesta de la planta a los tratamientos a los cuales fue sometida en estos experimentos.
- La sexta fase del proyecto fue la compilación de los procedimientos utilizados en esta investigación para llevar acabo la discusión de resultados.
- La séptima fase fue la escritura de las conclusiones y recomendaciones
- Por último y la octava fase fue la integración del trabajo de Tesis.

Capítulo II. Cultivo de Nochebuena

2.1. Importancia comercial

Con base en las estadísticas del cierre de la producción agrícola del Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP), (2011) en México la superficie sembrada fue 248.64 ha, Superficie Cosechada 246.64 ha, la producción de planta de nochebuena fue de 17, 024,651.20 ton, Rendimiento en t ha^{-1} fue de 69,026.32, y el valor de la producción Valor Producción en (Miles de Pesos) 419,534.36, lo cual indica que representa una derrame económica anual para los productores en los meses de noviembre a enero.

La forma en que se comercializa la nochebuena es en Esqueje, planta semiterminada y planta terminada. El cultivo de la flor de nochebuena se realiza principalmente en los estados de Puebla, Morelos, México, Querétaro, Guerrero, Colima, Nuevo León, Michoacán, Jalisco y el D.F. Para el 2012 se considera una producción de 20 millones de plantas.

A nivel mundial la flor de nochebuena es reconocida como símbolo de la navidad; los principales países productores son México, Estados Unidos, Costa Rica, Francia, Alemania, Italia y España.

2.2 CONDICIONES AMBIENTALES

2.2.1. Luz

Para la Nochebuena, la luz influye directamente en el crecimiento y desarrollo de la planta, en general es una planta de días cortos (menos de 12 horas) y transcurridos 30 a 40 días en estas condiciones se da la inducción flor, esto es importante en función de que el tamaño de la planta dependerá fundamentalmente del tiempo transcurrido entre el crecimiento y la floración, ya que está presente la

inflorescencia es conveniente que reciban la máxima luz posible ya que las hojas se pueden desprender con baja iluminación.

Para su óptimo desarrollo requiere de 4000 a 6000 pies candela de intensidad, ya que la intensidad luminosa afecta el color de la flor y de las hojas, el alargamiento de tallos y la retención del follaje; los requerimientos. Demasiada luz causa amarillamiento del follaje, flor pequeña, poco crecimiento y dureza de tallos, poca luz provoca un crecimiento débil, alargamiento, retraso de la floración y palidez de la flor (Hauner, 1993).

2.2.2. Temperatura

La temperatura es un requerimiento ambiental para el crecimiento de la nochebuena y para el control de enfermedades, que varía de acuerdo a sus necesidades según la etapa fenológica en la que se encuentre, por lo anterior hay una amplia relación entre la temperaturas y el desarrollo de la flor, la cual debe ser entre 16° a 21°C. (Fierro, 2006).

2.2.3. Humedad relativa

Este factor a diferencia de resto de los requerimientos ambientales, no tiene un impacto directo en el crecimiento de la nochebuena. Pero condiciones de alta humedad relativa reducen la evapotranspiración, por lo que el sustrato se secará más lentamente. Tal vez la cuestión más crítica en cuanto a la humedad implica patógenos, ya que este cultivo es susceptible al ataque de hongos bajo condiciones de alta humedad relativa, como es el caso de ataque por Botrytis, mildiu polvoroso, etc. (Ecke, 2004).

2.2.4. Sustrato

La nochebuena, requiere sustratos para un óptimo desarrollo; deberá tener un pH de 6.3 a 6.8, en un sustrato con suelo y para un sustrato inerte debera ser de 5.5 a 6.5, el espacio poroso total del suelo deberá ser de 50 a 70 %, del cual por lo menos una tercera parte debe estar constituido por macroporos que se drenan

inmediatamente después del riego, llenándose de aire para un adecuado intercambio gaseoso de las raíces. La otra parte se encargará de retener el agua y los nutrimentos que lleve disueltos, la porosidad y la capacidad de retención de agua.

2.3 Prácticas culturales en su desarrollo

2.3.1. Poda

La poda en general es la remoción de la parte superior del tallo principal o de los brotes laterales, se lleva a cabo para romper la dominancia apical y promover el desarrollo de los brotes laterales (Geo, 1991). En la Nochebuena se poda una o más veces para producir una planta llena y con más flores, entre más podas se realicen a la planta, más flores tendrá, pero estas serán más pequeñas.

2.3.2 Riego

El riego requiere la combinación adecuada de volumen de agua aplicada y el tiempo de riego. El objetivo es evitar condiciones extremas que creen condiciones de estrés que debilitan a las plantas, dando como resultado un pobre crecimiento, y susceptibilidad al aumento de enfermedades.

La técnica de riego influye en muchos factores, tales como la acumulación de sales en la zona radicular, la porosidad (o compactación) del medio de cultivo, y la humedad relativa del invernadero. Estos factores pueden afectar el crecimiento y calidad del producto. Decisiones adecuadas de riego requiere de conocimientos acerca de cómo interactúan el agua de riego, con el medio de cultivo y las plantas. (Ecke, 2004).

2.4 Requerimientos nutrimentales

Un elemento es esencial a) cuando, sin él, la planta no puede completar su ciclo de vida, y b) si forma parte de la molécula de un componente esencial para las metabolitos de la planta (Epstein, 2004).

La composición de las soluciones nutritivas puede ser variada por el investigador, y pronto se descubrió que las plantas sólo crecen en soluciones que contienen al menos los siguientes siete elementos minerales: nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio y hierro. El carbono para entonces se conocía que debe abastecerse desde el aire, por lo que, contando los del agua, diecisiete elementos fueron reconocidos como nutrientes esenciales para las plantas.

La Nochebuena demanda altos niveles de nitrógeno y de potasio, niveles regulares de fósforo, calcio y magnesio y un suplemento adicional de Molibdeno, así como el resto de los micronutrimentos Fe, Cu, Mn, Zn y Boro.
En general se recomiendan de 200 a 300 ppm de nitrógeno (N) y potasio (K), 50 a 100 ppm de fósforo (P), 80 a 120 ppm de calcio (Ca), 40 a 60 ppm de magnesio (Mg) y 0.10 a 0.20 de molibdeno (Mo), cuando se fertiliza en cada riego.
Es importante mencionar que por lo menos 60% del nitrógeno (N) suministrado debe ser en la forma de nitrato. (Allen, 1997)

Se han realizado numerosas investigaciones con plantas de Nochebuena de sombra principalmente en los cultivares Freedom y Subjibi en invernadero sin embargo, se cuenta con poca información sobre los cultivares de sol de origen mexicano. Entre los estudios que se han realizado en Nochebuenas de sombra se encuentran las primeras publicaciones tanto en Estados Unidos de América, 1955 por Ecke como en México Martínez, 1995 referentes a aspectos generales del manejo del cultivo.

En estos manuales se menciona que en general sobre la nutrición de las Nochebuenas es importante destacar a este respecto que el manejo de la fertilidad debe considerar los siguientes puntos:

1.- El suministro de todos los nutrimentos esenciales

2.-Proporcionar los nutrimentos en forma balanceada

3.- Proporcionan los nutrimentos de acuerdo a los requerimientos de la planta considerando su época de desarrollo.

Martínez (1995) menciona que se requieren 13 elementos esenciales para un adecuado crecimiento de la planta, los cuales se pueden proveer a través de fertilización o en el agua de riego.

Dentro de las investigaciones sobre la nutrición de nochebuena en 1997 Whipker y Hammer, publicaron sus resultados sobre la "Absorción de nutrientes en Nochebuena durante diferentes etapas de desarrollo fisiológico", encontrando que en el cultivar Subjibi, cultivando en un sistema hidropónico durante 15 semanas en soluciones nutritivas con 100-15-100, 200-30-200 o 300-46-300 (en mg L-1 de N-P-K) para determinar patrones de absorción de nutrientes y las tasas de acumulación. Los resultados indican que las dosis de fertilización creciente desde 100 a 300 mgL-1 de N y K no influyó significativamente en la planta en la producción de materia seca o en la concentración de nutrientes de P, K, Ca, Mg, Na, B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn en nochebuenas. Dosis (en mg) que aumentan desde 23 a 57 N (con 33% del N total suministrado en forma de NH4-N), 9 a 18.5 para P, 19 a 57 de K, 6 a 15 para Ca y 3 a 8 de Mg pueden aplicarse sin lixiviación a nochebuenas y producen un crecimiento adecuado en el norte de Estados Unidos.

En 1998 Whipker y Hammer, estudiaron soluciones hidropónicas para estudios nutricionales de Poinsettia"; plantas de nochebuena Supjibi y Freedom fueron cultivadas en ocho soluciones hidropónicas para desarrollar una solución de línea de base para futuros estudios nutricionales. Nitrógeno en cuatro soluciones (N) proveniente del $Ca(NO_3)2{\bullet}4H_2O$ y KNO_3 (denotado como $-NH4^+$) y como fuente de N: Ca (NO_3) $2{\bullet}4H_2O$, KNO_3, ácido nítrico y NH_4NO_3. Las cuatro soluciones $-NH_4$ y $+ NH_4$ fueron divididas por una dosis de 1 X o 2 X de micronutrientes [boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y cinc (Zn)] (marcados como 1 X o 2 X). . Los resultados indican que para estudios nutricionales con nochebuenas, las soluciones hidropónicas deben contener entre 12.5 y 33% del N en la forma de NH4, una relación de calcio: magnesio (Ca : Mg) de 2:1 y una

concentración de micronutrientes (mg L-1) 0.5, 0.02, 6.6, 0.5 y 0.1 0.05, de B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn respectivamente, para un crecimiento vegetal adecuado.

También en 1998, Whipker y Hammer estudiaron los efectos de la variación de las dosis de aplicación de fertilizante [100-15-100 o 300-46-300 mg L^{-1} de nitrógeno (N) - fósforo (P) - potasio (K)] y las fechas de pinchado de las plantas sobre patrones de absorción de nutrientes de nochebuenas. Los coeficientes de absorción de NO3-N, K, calcio (Ca) y magnesio (Mg) todos fueron menores a 40% de la cantidad que estaba disponible en 100 mg L^{-1} de N y K de la dosis de fertilización, indicando que las nochebuenas requieren niveles más bajos de NO_3-N, K, Ca y Mg que lo que estaba disponible en el 100-15-100 dosis de fertilización de mg L^{-1} N-P-K. Los coeficientes de absorción mayor de 60 y 70%, respectivamente, para NH_4-N y P en la dosis de fertilización 100 mg L^{-1} de N y K indicaron las plantas utilizan un porcentaje más alto de la NH4-N disponible y P, indicando que una dosis de aplicación mayor a 18 mg L^{-1} NH4-N y 15. mg L^{-1} requieren las nochebuenas una semana antes de que las plantas fueron pinchadas y durante tres semanas posteriores al pinchado. La dosis de fertilización de 300-46-300 mg L^{-1} de N-P-K proporciona nutrientes excesivos que no fueron utilizadas por las plantas durante las primeras etapas de crecimiento de las plantas.

Adams *et al*. (1998). Estudiando el desarrollo de plantas de nochebuena "Annette Hegg" encontraron que requiere azufre en una concentración mínima de 25 mg.L-1 para ser aceptadas comercialmente. También reportan que las aplicaciones de nitrógeno pueden reducirse en gran medida cuando se suministra azufre en concentraciones adecuadas.

Los investigadores Wissemeier y Marienfeld (1998) encontraron que en nochebuena cultivar (Angélica) el contenido de los cationes de calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg) se determinó en brácteas y hojas a intervalos semanales durante el desarrollo de la bráctea hasta que las plantas alcanzaron su calidad comercial. Los contenidos de Ca de las brácteas fueron inferiores que los

contenidos en las hojas, mientras que lo contrario sucedió para el K. La relación Mg + K sobre relación con Ca sobre una base equivalente en brácteas fue seis veces mayor que en hojas. De mediciones de intercambio de gases fotosíntesis, transpiración y densidad estomática en hojas y brácteas se concluyó que las brácteas son órganos esencialmente heterótrofos.

En el 2001 Cox, investigó el crecimiento, contenido de nutrientes y la conductividad eléctrica del medio de cultivo de la nochebuena con riego por subirrigación o desde arriba (por aspersión). Los efectos de subirrigación versus riego convencional por aspersión sobre el crecimiento y la nutrición de macetas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotz) se estudió en plantas del cultivar 'Red Sails' a diferentes niveles de fertilizantes. Con todos los tratamientos se obtuvieron plantas comercialmente aceptables al final del estudio, sin embargo las plantas regadas desde arriba fueron más grandes en diámetro y tuvieron mayor peso seco de los brotes que las plantas regadas por subirrigación. No hubo diferencias en la altura o en el diámetro de las brácteas debido al método de riego y por los niveles de fertilización. Las hojas recientemente maduras de plantas regadas por arriba contenían más nitrógeno (N), fósforo (P), boro (B) y molibdeno (Mo), pero menos magnesio (Mg) que las plantas regadas por subirrigación. En general no hubo diferencias en la CE entre tipos de muestra con riego arriba, pero las muestras superiores y compuestas con riego con subirrigación tuvieron mayor CE que la muestra de la parte inferior con la excepción de 100mgN L^{-1} y todos los niveles de fertilizante en el caso de la muestra de la parte inferior, subirrigación resultó en una mayor acumulación de sales que en las de riego arriba. Resultados de este estudio indican que existe poca diferencia en el crecimiento y nivel nutrimental de nochebuenas con subirrigación y regadas por aspersión sobre una gama representativa de los niveles de fertilizante al recibir la misma cantidad de agua. La interpretación de los análisis de la CE de medio de cultivo con subirrigación se vería afectado por la técnica de muestreo.

Starkey (2001), reportó que en *Euphorbia pulcherrima* Ex Klotzsch es posible reducir la aplicación de N y K sin deterioro de la calidad de la planta. Generalmente, una reducción de N condujo a un cambio en materia seca a partir de la raíz, mientras que plantas con menor K producen menos tallo. Concentración de Ca en las brácteas mejoró, disminuyendo la concentración de N y K en la solución de nutrientes y esto resultó en menor número de brácteas necróticas durante el período de poscosecha.

En el 2005 Rosas estudió el nitrógeno y el potasio en la producción de nochebuena cultivar subjibi roja, donde evaluó el efecto de estos dos nutrimentos en el período vegetativo, floración, y contenido nutrimental. Los tratamientos fueron 100, 200, 300, 400 y 500 mgL^{-1} de N; 175, 250, 325 y 400 mgL^{-1} de K , los mismos que se aplicaron en la solución nutritiva hidropónica a pH 6.0 a las plantas, utilizando como sustrato el tezontle. El tratamiento con N en dosis de 400 y 500 mgL^{-1} presentó la mayor altura de planta (58.5 y 58.3 cm). Los valores más altos de área foliar, peso seco y especifico foliar final y peso seco total de plantas se presentaron en el tratamiento con 400 mgL^{-1} de N. los mayores valores del área de inflorescencia principal, el contenido de clorofilas a, b y total, antocianinas y carotenoides se favorecieron con niveles altos de N (300 y 400 mgL^{-1}).. El Mg fue favorecido por los tratamientos con 300 y 400 mgL^{-1} de N; el tratamiento con 500 mgL^{-1} de N presentó el mayor nivel de Mn, Cu y Zn y los tratamientos con 100 mgL^{-1} de N y 175 mgL^{-1} de K, proporcionaron los mayores niveles de B ya que al incrementar la dosis de nitrógeno y potasio se disminuyeron los niveles de boro.

En el 2006 Fierro *et al*. publicaron El cultivo de Nochebuena en Xochimilco, D.F. y fertirrigación, donde mencionan que en general la demanda de nutrimentos de la nochebuena es alta, en particular para nitrógeno y potasio, mientras que los de fósforo, calcio y magnesio son regulares y sólo se requiere un suplemento adicional de molibdeno. El pH, deberá estar entre 5.8 y 6.2, de no estar entre este rango habrá síntomas de deficiencia o toxicidad por algunos elementos menores, aunque estos estén presentes en la mezcla en cantidades óptimas (Allen, 1997).

En el cultivar subjibi roja Ayala (2008), investigó el efecto del Ca, Mo y B en aplicación foliar, reportando que no se encontraron diferencias significativas en cuánto a pigmentos como fueron clorofilas, antocianinas y carotenoides en hojas y brácteas pero si reportó diferencias significativas del crecimiento vegetatitvo y reproductivo.

2.4.1. Boro en la planta

El boro es el único entre los micronutrientes con estrecho rango de concentración en la solución nutritiva al que muchas plantas están restringidas. Una fracción de un parte por millón puede ser necesaria, y unas pocas partes por millón mayores pueden ser tóxicas. Hay, sin embargo, mucha variación en este sentido entre las especies

El boro desempeña un papel regulador de activador en la degradación de la glucosa a glicólisis o ya sea la vía de las pentosas fosfato. Hay, sin embargo, varios otros efectos altamente característicos de la deficiencia de boro, que todavía no pueden ser analizados en términos de pasos bioquímicos específicos.
Los puntos de crecimiento de las raíces y los brotes cuando dejan de alargarse, el boro es deficiente y si la deficiencia es severa continúa, decolorándose, crecimiento desorganizado, y mueren. Esto está aparentemente relacionado con un efecto de boro en el metabolismo del ácido ribonucleico (RNA).

En la deficiencia de boro, la floración se inhibe y si la deficiencia es severa, la impide por completo. Las paredes celulares son delgadas y frágiles y pueden colapsar como resultado de la presión ejercida por las células adyacentes. La germinación de los granos de polen y el crecimiento del tubo de polen se ve gravemente inhibida por falta de boro.

El boro puede participar en la translocación de azúcares de las hojas, mediante los complejos de borato-azúcar que más fácilmente atraviesan las membranas celulares que las moléculas de azúcar altamente polares.

En el 2000 McAvoy y Bible, realizaron una investigación sobre la relación del contenido de boro en bráctea y la aplicación de boro en la necrosis de brácteas de nochebuena", Un factor en el desarrollo de necrosis de brácteas en la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzch) es la nutrición de las plantas. Veinte variedades de nochebuena fueron cultivadas como plantas de 15 cm con pinchado, desarrolladas en una mezcla MetroMix 510 © con las prácticas comerciales habituales de riego, fertilización y control de plagas. Setenta días después de iniciada la antesis, se cosecharon las plantas y se registró el número de brácteas necróticas y saludables. Se determinaron los nutrientes minerales en los márgenes de la bráctea. El único nutriente que tuvo una relación importante con la incidencia de necrosis de la bráctea en las 20 variedades que se cultivaron en la mezcla de MetroMix 510©, se aplicaron asperjados con B con una concentración de (0. 4 o 8 mM) semanalmente durante el desarrollo de la bráctea o cuando se inició la antesis (8 mM). Adicionalmente se aplicó un tratamiento semanal de aspersión de B (10 mM) cuando inició el cambio de color de la bráctea y continuó durante 2 semanas más. Por 42 días después de iniciada la antesis, todos los tratamientos de B promediados redujeron la incidencia de necrosis de la bráctea de 33.1% para los controles a 10% para planta con el tratamiento de B. El tratamiento de aspersión de B resultó en hoja donde hubo alguna pudrición con los aerosoles semanales de 4 y 8 mM B. El tratamiento solo aerosol (8 mM B) en la antesis inicial no causó ninguna lesión. Concluyen que aunque el B foliar no es un sustituto de aspersiones de Ca como un control para la necrosis de la bráctea, los resultados sugieren un papel para B en la etiología de la necrosis de la bráctea.

En México en el 2008 Ayala Investigó sobre la Influencia de calcio, boro y molibdeno en la calidad de la nochebuena en donde evaluó el efecto de la aplicación foliar de estos tres nutrimentos en el período vegetativo, floración, calidad de flor y vida poscosecha de plantas de nochebuena del cultivar Subjibi roja. Los tratamientos fueron (sin aplicación, 300, 400 y 500 mgL^{-1} de Ca; 0.2, 0.5 y 0.8 mgL^{-1} de B; 0.3, 0.4 y 0.5 mgL^{-1} de Mo; las combinaciones de 400 mgL^{-1} de

Ca + 0.5 mgL^{-1} de B, 400 mgL^{-1} de Ca + 0.4 mgL^{-1} de Mo, 0.5 mgL^{-1} de B + 0.4 mgL^{-1} de Mo y 400 mgL^{-1} de Ca + 0.5 mgL^{-1} de B + 0.4 mgL^{-1} de Mo) se aplicaron antes, a la mitad y a la salida del periodo de inducción floral. El Ca en 400 mgL-1 incremento en 15.2% la altura de planta. El Ca y B (300 y 0.8 mgL-1, respectivamente) presentaron mayor número de brácteas (5.7 y 5.6) con inicio de coloración. Las clorofilas a, b y total en hojas a las tres semanas del fotoperiodo corto disminuyeron en 11.23, 12.30 y 11.57 % respectivamente. Del 5 de noviembre al 5 de diciembre, la clorofila disminuyó en 95% y los carotenoides en 89%, en tanto que las antocianinas se incrementaron en 12.85%. Al final del período de posproducción el B (0.5 mgL-1) favoreció la altura de los brotes, número de brácteas dañadas por frío e incrementó el contenido de B, Mn y vida poscosecha de las plantas al disminuir en 54.93 y 8.67 % la caída de hojas y ciatios.

2.4.2. Molibdeno en la planta

El papel del Mo en los sistemas enzimáticos de la fijación simbiótica de nitrógeno, sugiere que las plantas que dependen de nitrógeno fijado simbióticamente, cuando se someten a la deficiencia de molibdeno, tendría el efecto de convertirse en nitrógeno deficiente. La misma consideración se aplica a las plantas cuya fuente de nitrógeno es el nitrato.

El molibdeno es esencial en el sistema enzimático de reducción de nitrato, y por lo tanto las plantas deficientes, pueden absorber el nitrato, pero si no se reduce las plantas se convierten en deficientes de nitrógeno funcionalmente. Cuando a las plantas se les proporciona iones amonio, como una fuente de nitrógeno, muchos de los síntomas de la deficiencia de Molibdeno, tienen la característica, tanto visual como metabólica, que las plantas no se desarrollan o se desarrollan en forma deficiente.

El Molibdeno en las plantas superiores tiene funciones además de su papel en la reducción del nitrato, las plantas deficientes en Molibdeno en general tienen

menores niveles de azúcares y de ácido ascórbico. La concentración de diversos aminoácidos son a menudo demasiado bajos en plantas deficientes de molibdeno.

2.5 HIDROPONIA

2.5.1. Definición de hidroponía

La palabra hidroponía fue empleada por primera vez en el siglo XX, para denominar aquellos métodos en los que se cultiva a las plantas en ausencia de suelo es decir el cultivo de plantas en sustratos inorgánicos (Baca *et al*, 2012).

La clasificación de la hidroponía va a estar en función del objetivo con el cual se realiza y del lugar donde crecen las raíces de las plantas, porque se puede considerar como:

1) Herramienta de estudio de la fisiología vegetal
2) Un sistema agrícola de producción, cuando su objetivo es la producción comercial

El empleo de los cultivos en solución ha permitido a los fisiólogos, descubrir muchos de los mecanismos de nutrición, crecimiento, desarrollo y efecto de ciertas sustancias en el desarrollo de las plantas. Baca, (1966).

2.5.2 Uso de la hidroponía

Existen diferentes métodos y técnicas para la implementación de los cultivos hidropónicos tomando en consideración el medio donde crecen las raíces (Steiner, 1961), como son el cultivo en solución nutritiva, aeroponia, cultivo en arena, cultivo en grava. Todos los sistemas hidropónicos tienen en común el empleo de una solución nutritiva.

Las principales ventajas de los cultivos hidropónicos son:

- Se obtienen rendimientos altos y constantes
- No se genera contaminación de los mantos freáticos por efecto de los fertilizantes empleados
- Se consigue una alta eficiencia en el uso del agua y de los nutrimentos

- Factibilidad de empleo de aguas más salinas con relación a las utilizadas en los cultivos tradicionales.
- Ajustes adecuados en la presión osmótica de la solución nutritiva por cultivo y por época del año.
- Ajustes apropiados en las relaciones y la concentración de los micronutrimentos.

Las principales desventajas de los cultivos hidropónicos son:

- Altos costos iniciales de las instalaciones hidropónicas
- Altos costos de la investigación hidropónica
- Se requiere personal técnico altamente capacitado para la elaboración de proyectos hidropónicos y en su manejo subsecuente.
- Baja capacidad de amortiguamiento de las soluciones nutritivas
- Se requieren insumos específicos que difieren de los empleados en la agricultura tradicional.

2.5.3 Características químicas de las soluciones nutritivas

Mucho tiempo y esfuerzo se han empleado en la formulación de soluciones nutritivas, muchas composiciones han sido un éxito, y es poco probable que cualquier combinación particular de las concentraciones de sal y proporciones resultará decididamente superior a todos los demás, aunque la búsqueda de esas soluciones nutritivas mejores o equilibradas para las plantas es una actividad de larga tradición (Epstein, 2004).

Una solución nutritiva consiste de agua con todos los nutrimentos en forma inorgánica las cuales aportan los nutrimentos que la planta requiere en un balance adecuado, Steiner (1961), plantea que el estudio y preparación de una solución nutritiva implica cuatro aspectos básicos:

1) Una relación mutua entre aniones
2) Una relación mutua entre cationes
3) La presión osmótica

4) El pH

El uso de las soluciones nutritivas en la investigación nutrimental, representa un medio excelente en los estudios fisiológicos debido a que se puede regular la cantidad y proporción relativa de las sales minerales que son proporcionadas a las plantas. (Steiner, 1961)

Steiner (1984), elaboró una solución nutritiva universal, la cual se distingue por relaciones anionicas y catiónicas particulares, concentración iónica total y un pH deseado. Las relaciones mutuas entre los aniones y los cationes, ambas en equivalentes son dadas como universales; esta solución ha sido probada en diferentes cultivos con éxito.

El hace referencia a seis nutrimentos en forma iónica del nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio y magnesio, considerando las combinaciones entre estos, y sus límites físico-químicos para evitar precipitaciones y los limites fisiológicos en función del cultivo.
En una solución nutritiva no debe haber precipitados, para lo cual deberán estar los nutrimentos en forma iónica, por lo que la suma de cationes y aniones deberá ser igual entre ambos.

2.5.4 La presión osmótica de las soluciones nutritivas

La respuesta de las plantas en crecimiento y desarrollo a la solución nutritiva del cultivo hidropónico depende de varios factores, el más importante de estos es la concentración total de iones expresada como la presión osmótica de la solución nutritiva (Steiner, 1966). Ya que es considerado el factor más importante que influye en el rendimiento de un cultivo bajo un sistema hidropónico. La presión osmótica se recomienda ser menor en verano o en los climas cálidos y mayor en el invierno o en climas templados.

La presión osmótica es una propiedad fisicoquímica de las soluciones, la cual depende de la cantidad de partículas o solutos disueltos (Segal, 1989). Un aumento de la presión osmótica debido al incremento en el contenido de nutrimentos o de otros iones en la solución nutritiva provoca que la planta efectué mayor esfuerzo para absorber agua y algunos nutrimentos y por consiguiente un desgaste de energía metabólica. (Marschner, 1995)

Por lo que la presión osmótica es directamente proporcional a la concentración de nutrimentos, por lo que en ocasiones es importante trabajar con soluciones diluidas, cuando la transpiración del cultivo es alta, de ahí que durante el invierno se emplearían soluciones nutritivas concentradas (Baca *et al.*, 2012).
Un aumento de la presión osmótica debido al incremento en el contenido de nutrimentos o de otros iones en la solución nutritiva provoca que la planta efectue mayor esfuerzo para absorber agua y algunos nutrimentos (Asher y Edwars, 1983; citado por Marschner, 1995) y por consiguiente un desgaste de energía metabólica.

El pH de la solución permite que los nutrimentos estén en forma aprovechable para las plantas, en general las plantas crecen bien en soluciones con un pH entre 5.0 y 6.5.

Debe haber tres macronutrimentos presentes en soluciones nutritivas en forma de cationes, como son potasio, calcio y magnesio y en forma de aniones tres macronutrimentos que son nitrato, fosfato y sulfato. Todos los elementos macronutrimentos por lo tanto, pueden ser suministrado por tres sales, por ejemplo, nitrato de potasio, fosfato de calcio y sulfato de magnesio; Como regla general, sin embargo, cuatro sales se prefieren, ya que esto permite una mayor flexibilidad en la variación de las concentraciones y relaciones de iones deseable.

Aunque el nitrato es la principal fuente de nitrógeno en la mayoría de las soluciones nutritivas, como lo es en la solución del suelo, el nitrógeno también se

puede suministrar como el ion amonio. Además de los elementos macronutrientes en concentraciones apropiadas, los micronutrientes deben ser suministrados en la solución en niveles bajos, pero adecuado, y el pH debe mantenerse dentro de un rango adecuado.

En la década de 1950, Hoagland y Arnon, formularon dos soluciones nutritivas que han sido ampliamente utilizadas y el término "solución Hoagland" se ha convertido en una palabra familiar en las investigaciones dedicadas a la nutrición de las plantas en todo el mundo. Plantas de muchas especies se han cultivado con éxito en esta solución Hoagland modificada. Steiner en 1961, diseño esquemas para variar sistemáticamente las concentraciones de los elementos macronturientes en soluciones nutritivas

2.5.5 pH de la solución nutritiva

La importancia del pH de la solución nutritiva afecta doblemente en primer lugar, el pH influye en el equilibrio de oxidación-reducción y la solubilidad de varios constituyentes iónicos y la especie química de varios elementos. En una solución aireada con un pH de 8, hierro férrico, Fe^{+3}, precipita en forma de hidróxido férrico que es extremadamente insoluble, $Fe(OH)_3$, dando como resultado de que el hierro no puede estar disponible para su absorción por las plantas. El estado de oxidación y la solubilidad de otros iones de metales pesados también están muy influenciados por el pH. En cuanto a los aniones, la forma iónica de fosfato está en función del pH. A pH 4, el fosfato predominante es $H_2 PO_4^-$, pero a pH 9, todos menos 1.5 por ciento del fosfato está en la forma HPO_4^{-2} (Larsen, 1967).

El segundo aspecto del pH de la solución nutritiva tiene que ver con el efecto de los iones hidrógeno e hidroxilos en las raíces de las plantas, especialmente en las membranas de las células corticales de la raíz y el transporte de iones.

2.6 REFERENCIAS DOCUMENTALES

Adams, S.A., E.T. Paparozzi, W.W. Stroup. 1998. Determining Poinsettia Nitrogen and Sulfur Fertilizer Application Rates. Based on Chromometer and Sensory Panel Ratings. HortTechnology 8:199-203.

Allen, H.P. 1997 Nutrition, Tips on Growing Poinsettias. Department of Horticulture. West Lafayette. 2 Ed. U.S.A.

Ayala, J.A. 2008 Effect of Calcium, Boron and Molybdenum on Plant Growth and bract pigmentation in Poinsettia. Revista Fitotecnia Mexicana .Vol. 31 No 002 abril-junio sociedad Filogenética de México A.C. Chapingo, México pp 165-172

Baca, C.G.A. 1966 Estudio de Algunos Aspectos de los Cultivos Sin Suelo. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados.

Baca, C.G.A., Rodríguez, C.E. 201 Cultivos Hidropónicos. Instituto de Recursos Naturales. Edafología Área de Nutrición Vegetal Colegio de Postgraduados (En prensa).

Cox, D.A. 2001 Growth, Nutrient Content, and Growth Medium Electrical Conductivity of Poinsettia Irrigated by Subirrigation or From Overhead. Journal of Plant Nutrition Volume 24:523-533

Cruces, C.R. 1987 Lo que México Aportó al Mundo. Editorial Panorama México. P. 115- 121

Ecke, P.,Faust, J.E. Higgins, A., Williams J. 2004 The Ecke Poinsettia Manual. Ball Publishing, Batavia, Illinois. U.S.A. pp 287

Epstein, E., A.J. Bloom, 2004 Mineral Nutrition of Plants; Principles and Perspectives. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. pp 400

Faak M. 1990: Alexander von Humboldt. Reise auf dem Río Magdalena, durch die Anden und Mexico. Teil II. Übersetzung, Anmerkungen, Register. – Berlin: Akademie-Verlag (= Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung 9). Pp 612-623

Fierro, A. A., Arce, O.C., González, L.M.M., Rodriguez A. F. 2006 El Cultivo de Nochebuena (*Euphorbia pulcerrima* willd) en Xochimilco D.F., su Riego y Fetirrigación. Universidad Autónoma Metropolitana México. pp 231

Galindo.Garcia, D.V., Alia-Tejacal,I., Andrade-Rodríguez M., Colinas-León, M.T., Canul-Ku, J., Sainz-Aispuro,M.J. 2012 Producción de Nochebuena de Sol en Morelos, México Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol. 3, N° 4 julio-agosto 2012 pp 751-763 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales , Agricolas y Pecuarias, Estado de México, México.

Geo, J.B. 1991 Ball Red Book. Publishing Greenhouse Growing. Ed. 5 Town Road West, Chicago, U.S.A.

Hauner, A. 1993 Cultivars selection and development. PGA Conferencie Recap. The Poinsettia. The Journal for Poinsettia Professionals. Vol. 6 U.S.A.

Hoagland, D.R., D.I. Arnon (1950) The Water – Culture Method for Growing Plants without Soil. California Agricultural Experiment Station Circular 347, In College of Agriculture, University of California, Berkeley.

Hruneni G. A. 1972: Palmetto Yankee: The Public Life and Times of Joel Roberts Poinsett: 1824 – 51. – Ph. D. University of California, Santa Barbara, Ca.

Klotzsch J. F. 1834: Beschreibung zweier neuer Euphorbienaus Mexico. – Allg. Gartenzeitung 2: 26 – 28.

Lack H. W. 1984: Link & Ottos "*Icones plantarum novarum*".– Zandera 3: 29 – 44.

Lack, H.W. 2011 Discovery, Nomenclature And Classification Of Euphorbia Pulcherrima (Euphorbiaceae). – Willdenowia 41:301-309. Diciembre de 2011. – Online ISSN 1868-6397; © 2011 BGBM Berlín-Dahlem. http://dx.doi.org/10.3372/wi.41.41212

Larsen S. 1967 Soil Phosphorus . Adv. Agron. 19:151-210.

Martínez, M.F. 1995. Manual de Producción de Nochebuena. Consultoría Oasis, Morelos, México.87p.

Martínez E. 2010: Euphorbiaceae. *In*: Mociño J. M. & Sessé M. de La Real Expedición Botánica a Nueva España 5. – México: Siglo XXI editores. pp. 248 – 357

Marschener, H. 1995 Mineral Nutrition in Higher Plants. 2a edición American Press. Londres. pp 861

McAvoy, R., B. Bible 2000. Relationship of Bract Boron Content and Boron Application to Bracts Necrosis of Poinsettia. Hortscience, Vol. 35(3): 376

McVaugh R. 2000: Botanical results of the Sessé & Mociño expedition (1787 – 1803) VII. A guide to relevant scientific names of plants. – Pittsburgh: Hunt Institute for Botanical Documentation.

Medina, J. J. A. 1991 La Empresa MEXFIPEL, S.A. DE C.V. Como un Ejemplo de la Rentabilidad Económica y Factibilidad Técnica de la Hidroponía en Geranio y Nochebuena. Tesis profesional de Ing. Agrónomo, Especialista en Fitotecnia. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México.

Quintana, A.F. 1961 Las Plantas Ornamentales (Floricultura) Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. pp144

Rosas, J.M. 2005 Nitrógeno y Potasio en la Producción De Nochebuena (*Euporbia pulcherrima* Willd) C.V. Subjibi roja. Tesis de Maestría en Ciencias. Departamento de Fitotecnia Universidad Autónoma Chapingo. pp 75

Segal, B.G. 1989 Chemistry Experiment and Theory. Wiley- Interscience publication. U.S. A.

SIAP- (Sistema integral de información agropecuaria y pesquera) SAGARPA 2012 . Avance de Siembras y Cosechas http://www.siap.gob.mx

Shanks, J.B. 1980 Poinsettias-Nochebuenas. In; Introduction to Floriculture. R.A. Larson, (Ed.) Academic Press, New York.USA pp 273-295

Starkey K. R., Nielsen N. E. 2001 Reduced N and K Application Increases the Uptake of Ca and Improves the Quality of Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) W. J. Horst *et al*., Plant nutrition – Food security and sustainability of agro-ecosystems. 312-313 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Steiner, A.A. 1961 A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. Plant and Soil XV . No.2 pp 134 - 154

Steiner, A.A. 1966 The Influence of the Chemical Composition of a Nutrient Solution on the Production of Tomato Plants. Plant Soil. 24: 434-466

Steiner A.A. 1984 The Universal Nutrient Solution. In: Procceeding of 6th International Congress on Soilless Culture. ISOSC. Wageningen, The Netherlands. pp. 633-649

Steinmann V. W. 2002: Diversidad y Endemismo de la Familia Euphorbiaceae en México. – Acta Bot. Mex.61: 61 – 93

Urban I. 1906: Vitae itineraque collectorum botanicorum, notae collaboratorum biographicae, florae brasiliensis ratio edendi chronologia, systema, index familiarum. – Monachii (= Martius C. P. (ed.), Flora brasiliensis 1(1)).

Varey S. (ed.) 2002: The Mexican Treasury. The Writings of Francisco Hernández. Stanford, Ca. StanfordUniversity.

Whipker, B. E., P. A. Hammer. 1997. Nutrient Uptake in Poinsettia During Different Stages of Physiological Development. Journal of the American Society for Horticultural Science 122: 565-573.

Whipker, B.E., P.A. Hammer. 1998. Nutrient Uptake in Vegetative Poinsettias Grown with Two Fertilizer Concentrations and Two Pinching Dates. Journal of Plant Nutrition Volume 21: 545-559.

Wissemeier, A.H., S. Marienfeld. 1998 Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) Bracts: Disadvantaged Organs with Respect to Calcium Nutrition. Journal of Applied Botany Volume 72: 1-6

CAPITULO III ESTRÉS NUTRIMENTAL EN PIGMENTOS DE LA NOCHEBUENA HELIOFITICA (*Euphorbia pulcherrima* cv. Valenciana)

3.1. INTRODUCCIÓN

México es el país de origen de la Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex Klotzch), en donde existen variedades de sol y sombra. En el país se producen aproximadamente 15 millones de flores de Nochebuena de sombra y las principales entidades donde se cultivan son Morelos, Guerrero, Puebla, Colima, Jalisco, Michoacán, Guanajuato y Distrito Federal (Martínez, 1995). La gran demanda por la Nochebuena requiere de plantas de alta calidad, lo cual le permitirá al productor tener una mayor rentabilidad en el mercado. La producción y calidad van a depender del manejo técnico que se le dé al cultivo en cuanto a nutrición, control de plagas y enfermedades y labores culturales. La Nochebuena de sol o intemperie comprende el cultivar denominado “Valenciana”, la cual ya está registrada en México en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales se caracteriza (Figura 3.1) por carecer de ciatos y se trata de un arbusto de hoja caduca de hojas verdes lanceoladas de bordes dentados, con nervaduras bien marcadas, y tiene como característica distintiva las brácteas rojas en varias hileras. Quintana, 1961.

Figura 3.1 Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex Klotzch), Valenciana

La nutrición influye en gran medida en la calidad de la flor de nochebuena, siendo importante establecer en el cultivar Valenciana el efecto de una adecuada nutrición y la respuesta de la planta al estrés nutrimental.

Tomando en cuenta que actualmente no existen publicaciones desde el punto de vista nutrimental para la nochebuena de sol y es una ornamental que tiene potencial para su comercialización por los productores, se planteó la presente investigación con la finalidad de estudiar el efecto de la inducción de deficiencias nutrimentales en los pigmentos de la nochebuena de sol.

3.2. OBJETIVOS:

3.2.1 Objetivo del estudio

Analizar el efecto de seis soluciones nutritivas sobre el crecimiento, estado nutrimental y contenido de pigmentos bajo estrés nutrimental de la Nochebuena cultivar Valenciana.

3. 3. HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis del estudio

Las soluciones nutritivas utilizadas en los seis tratamientos aplicados inducirán deficiencias nutrimentales, determinando el crecimiento, concentración nutrimental en la hoja y brácteas de este cultivar.

3. IV. MATERIALES Y MÉTODOS

3.4.1 Ubicación del experimento

La investigación se realizó el año 2010, en la Unidad de Investigación "Dr. Ramón Fernández González" localizado dentro de las coordenadas 19º 46´ de latitud norte y 98º 88´longitud oeste y a una altitud 2,250 msnm ubicado en Lomas de San Esteban, Texcoco, Estado de México. Texcoco (Figura 3.2) está situado en la zona oriente del Estado de México, su territorio se extiende desde la cuenca de México hasta la Sierra de Río Frío, sus límites son al norte con los municipios de Tepetlaoxtoc, Papalotla, Chiautla y Chiconcuac, al sur con los de Chimalhuacán, Chicoloapan e Ixtapaluca, al oeste con el de Atenco y al este con el estado de Tlaxcala en el municipio de Calpulalpan y con el estado de Puebla en el municipio de Tlahuapan.

Su extensión territorial es de 418.69 km² y tiene una altitud media de 2.800 metros sobre el nivel del mar. El clima es templado semi-seco, García (1998) con una temperatura media anual de 15.9°C, con heladas poco frecuentes y una precipitación pluvial media anual de 686.0 mm. Sus vientos dominantes son del sur.

Figura 3.2 Mapa Municipio de Texcoco.

El experimento se estableció en un invernadero Figura 3.3 tipo túnel con cubierta de polietileno con tratamiento UV. En el invernadero se tuvo una temperatura mínima promedio de 11.5 ºC y una máxima promedio de 25.7º C, con una humedad relativa de 63%, Estación Meteorológica Montecillo (2010).

Figura 3.3 Unidad de Investigación Dr. Ramón Fernández González

3.4.2 Material vegetal

Se trasplantaron plantas enraizadas de Nochebuena del cultivar Valenciana, con una altura promedio de 46 cm y 15 hojas, las cuales se obtuvieron directamente de los productores de Tetela del Monte, Morelos.

3.4.3 Diseño experimental y tratamientos

Los tratamientos evaluados (Cuadro 3.1) fueron distribuidos en un arreglo completamente al azar (Cuadro 3.2) con tres repeticiones por tratamiento, cada unidad experimental constó de dos plantas por contenedor, utilizándose como testigo la solución completa.

Cuadro 3.1. Tratamientos evaluados

Tratamientos
Solución completa
Solución Sin Nitrógeno
Solución Sin Fósforo
Solución Sin Potasio
Solución Sin Calcio
Sin Magnesio

La concentración de micronutrimentos de las soluciones nutritivas son de Fe 4, B 0.87, Mn 1.6, Zn 0.23 y Cu 0.011 mg L^{-1}

T1R1	**T6R3**	**T3R2**
T2R3	T4R1	T3R3
T5R1	T2R1	T6R1
T1R2	T3R1	T2R2
T4R3	T6R2	T4R2
T5R2	T1R3	T5R3

Cuadro 3.2. Distribución física de los tratamientos en invernadero

3.4.4. Establecimiento del experimento

3.4.4.1 Preparación de las plantas para el trasplante

Las plantas se adquirieron en el mes de diciembre de 2009, completamente desarrolladas con inflorescencias a dos ramas con una altura promedio de 20 cm, las cuales se desarrollaron en bolsa de polietileno de 3 kilos con sustrato orgánico, las cuales se colocaron en el invernadero con el fin de que se adaptaran a las condiciones ambientales, durante ese periodo se regaron 1 vez por día mediante cinta de riego y goteros aplicando 250 mL por bolsa.

Una vez que la inflorescencia estaba en senescencia se procedió al trasplante. Se trasplantaron en un sistema hidropónico abierto, en bolsas de polietileno negro de 15 kilos, de calibre 700, utilizando como sustrato lava volcánica porosa (tezontle), con una granulometría de 0.2 mm de partículas pequeñas y de 127 mm las partículas grandes. El método que se utilizó para cambiar de bolsa, fue mediante la inmersión completa de la bolsa en cubetas de 20 litros de agua corriente, con el fin de eliminar el sustrato orgánico completamente de la raíz, teniendo la precaución, de no eliminar las raíces adventicias, se introdujeron en el tezontle, previamente humedecido con agua destilada para reducir el estrés del trasplante, rellenando las mismas con tezontle hasta quedar totalmente cubiertas, se regaron diariamente con 350 mL de solución nutritiva.

3.4.4.2. Preparación de soluciones nutritivas

Se preparó la solución nutritiva de Steiner a partir de reactivos grado analítico (macronutrimentos) (Steiner, 1984) (Cuadro 3.2); las soluciones se calcularon con base al análisis de agua Cuadro 3.3, utilizándose agua de la llave y agua destilada para los tratamientos de sin calcio y sin magnesio; la mezcla de micronutrimentos (Alcalde, 1975) son de Fe 4, B 0.87, Mn 1.6 y Zn 0.23y Cu 0.011 mg L^{-1},las cuales se prepararon en contenedores rotoplas® negro de 100 L.

El pH de las soluciones nutritivas se ajustó diariamente antes del riego a 5 ±0.3 con H_2SO_4 (1N) o NAOH (1N).

Cuadro 3.3. Composición química de las soluciones nutritivas con base en la solución nutritiva universal de Steiner con un presión osmótica 0.72 atm

Tratamiento	NO_3^-	H_2PO_4	SO_4^{-2} **$mmol_cL^{-1}$**	K^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}
Solución completa	12	1	7	7	9	4
Sin Nitrógeno	0	2	23	9	9	7
Sin Fósforo	15	0	4	6	9	4
Sin Potasio	15	1	6	0	16	6
Sin Calcio	9	2	8	11	0	8
Sin Magnesio	12	1	5	11	7	0

Con una presión osmótica de 0.36 atm, con la cual se regaron 15 días con el fin de adaptarlas al sistema, incrementándose esta a 0.72 atm, el resto del experimento.

Cuadro 3.4 Composición química del agua de la llave de la "Unidad de Investigación Dr. Ramón Fernández González"

pH	**Ce mmhos L^{-1}**	**N-NH_4**	**K^+**	**Ca^{+2}**	**Mg^{+2}**	**Na^+**	**N-No_3^-**	**P-PO_4^{-3}**	**SO_4^{-2}**
							MeL^{-1}		
7.7	0.157	0	0	0.673	0.665	0.756	0	0	0
CO_3^{-2}	**HCO_3^-**	**Cl^-**	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**		
MeL^{-1}					**ppm**				
0.05	0.2	0.6	0	0	0	0	0.045		

3.4.5 Variables de estudio

3.4.5.1 Altura de la planta

Este dato se obtuvo utilizando una regla © AB Adelante de madera de 100 cm con graduación de 1 cm, midiendo mensualmente, a partir de la base del sustrato hasta la altura máxima alcanzada por el tallo principal de las plantas.

3.4.5.2 Diámetro de tallo

Desde la etapa inicial se midió mensualmente en la parte basal del tallo con un Vernier digital © Trupper.

3.4.5.3 Análisis químico de tejido vegetal

Se muestrearon todas las hojas colocándose en bolsas de papel procediendo al secado en estufa de aire forzado, una vez secas las muestras se molieron en un molino tipo Wiley de acero inoxidable provisto de una malla de tamiz 40. Con dicho material se determinó el contenido total de nitrógeno total empleando el método Semimicro- Kjedahl descrito en el Manual de la AOAC, (1980) y la determinación de P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn y B se realizó mediante digestión húmeda diácida descrito en el manual de la AOAC, (1980) y determinados por espectofotometro de absorción atómica Varian©, excepto el K que determinado en un flamometro Corning ©.

3.4.5.4 Análisis de pigmentos

3.5.4.1. Clorofilas

Se determinó el contenido de clorofila a, clorofila b, y clorofila total con base a la metodología mencionada en el manual de la AOAC (1980) y con la técnica descrita por Witham *et al*. (1971). El procedimiento consistió en pesar 0.1 g de tejido fresco de la parte media de la 5ª hoja completamente desarrollada al inicio de realizó al mes de establecido el experimento y al finalizar se realizó cuando la inflorescencia estaba completamente desarrollada, con dos repeticiones por muestra, se colocó en tubos de fondo plano con acetona a 80%, para proceder a homogenizarlas con un equipo homogenizador marca IKA © t25, filtrándose la suspensión y aforándolos a 10 mL con acetona. Se determinó la absorbancia a 645 y 663 nm con un Spectronic 10 UV © Genesys, como blanco se utilizó la acetona a 80%.

La cantidad de clorofila presente en el extracto (en miligramos de clorofila por gramo de tejido fresco) se calculó con base a las siguientes ecuaciones:

mg clorofila a/g de tejido= [12.7 (D663) – 2.69(D645)] x V/ (1000 X W)

mg clorofila b/g de tejido= [22.9(D645) – 4.68(D663)] x V/ (1000 X W)

mg clorofila total/g de tejido= [20.2(D645) + 8.02(D663)] x V/ (1000 X W)

Dónde:

D= longitud de onda (nm) a la que se realizó la lectura

V= Volumen final del extracto clorofila- acetona 80 %

W= Peso fresco en g del tejido

3.4.5.4.2. Carotenoides

Se realizó la determinación de estos pigmentos a partir del extracto para clorofilas, con base a la metodología mencionada en el manual de la AOAC (1980) y con la técnica descrita por Witham *et al*. (1971), con dos repeticiones por muestra, se determinó la absorbancia a 470 nm con un Spectronic 10 UV© Genesys como estándar se utilizó acetona a 80%, la cantidad de carotenoides presentes en el extracto (en mg g^{-1} de tejido fresco) se calculó con base a la siguiente ecuación:

mg g^{-1} de tejido fresco = (1000 x lectura a 470 nm) – (1.82 x clorofila a)- (85.02 x clorofila b)/ 198

3.4.5.4.3 Antocianinas

Se determinó el contenido de antocianinas de una bráctea, completamente desarrollada colectada en la inflorescencia principal de tres unidades experimentales, por tratamiento, siguiendo la metodología de Kannangara *et al.*, (1998) modificada, donde se pesó 0.1 g de tejido fresco de la parte media de la bráctea, posteriormente colocándolos en tubos de fondo plano y adicionándoles 10 mL de HCl 0.1N para su posterior homogenización con un equipo equipo

marca IKA © t25. Posteriormente se vertió la suspensión en tubos de centrífuga de 16 mL, centrifugándose las muestras a 3000 x g por 15 minutos a 4° C. Se colocó el sobrenandante en tubos de fondo plano llevándolos a una dilución de 20 mL de HCl 0.1 N y se determinó la absorbancia a 516 nm en un con Spectronic © 10 UVGénesis, como blanco se utilizó HCl 0.1N.

La cantidad de antocianinas totales presentes en el extracto se calculó con base a la ecuación:

$C = A \times V/e \times 100$

Dónde:

C= Cantidad de antocianina mg g^{-1}de peso fresco

A= Lectura a 516nm

V= Volumen del extracto (20 mL)

e=Coeficiente de extinción (4.48)

3.4.5.5. Unidades Spad

Las lecturas se realizaron al inicio al mes de establecido el experimento y al final cuando la inflorescencia estaba completamente desarrollada de la fase experimental en la 5 hoja completamente desarrollada, a las 10 de la mañana, en la parte media de la hoja con tres repeticiones con un equipo Spad 502 © Minolta.

3.4.5.6 Análisis Estadístico

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza con y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); empleando el paquete estadístico SAS (SAS, 2001).

3.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron diferencias significativas entre el testigo y las diferentes soluciones carentes de elementos N, P y K en la concentración de ellos en las hojas (Cuadro 3.3).

Las plantas donde se aplicó el tratamiento sin Ca se muestran diferencias significativas, aunque si hubo una diferencia de 39 % de magnesio.

El efecto de las soluciones refleja en la altura (Cuadro 3.4) donde se tuvieron 118.6 cm mientras que en el tratamiento sin nitrógeno es de 58.6 cm, teniendo el siguiente orden ascendente: sin N<sin Ca< sin K< sin Mg<sin P<Solución completa**.**

Cuadro 3.5 Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de nutrimentos., en la concentración nutrimental en hojas de Nochebuena valenciana a los 240 ddt. El testigo es la solución nutritiva completa

	%				
Tratamientos	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
Sol.Completa	2.38 a	0.54 a	2.44 a	1.33ab	1.33ab
S/Nitrogeno	0.85 c	0.38 b	2.86 a	1.42ab	1.42ab
S/Fósforo	1.42 b	0.21 c	2.11 a	1.43 a	1.43 a
S/Potasio	1.51 b	0.43 ab	0.79 b	1.54 a	1.54 a
S/Calcio	1.29 b	0.41 ab	2.52 a	0.74 c	0.74 c
S/Magnesio	1.39 b	0.43 ab	2.62 a	0.94 bc	0.94 bc
Probabilidad de F‡	0.0001	0.0002	0.0001	0.0007	0.0007
D.M.S.††	0.37	0.15	0.78	0.48	0.48
C.V.‡‡	9.27	13.24	12.84	14.26	14.26

[z] Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P ≤ 0.05. NS; *; **: No significativo y significativo a una P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente
[y]DMS Diferencia minima significativa
[x]CV Coeficiente de variación

También se detectó un efecto en el diámetro del tallo (Cuadro 3.4) se observa que el valor más alto (22.9 mm) con la solución completa y el valor menor (15.3 mm) con la solución sin nitrógeno.

El orden de mayor a menor efecto es el siguiente: sin N< sin Mg < sin K< <sin P< sin Ca <Solución completa.

Estos resultados coinciden con lo esperado ya que al haber deficiencias en elementos esenciales, se alteran procesos metabólicos en las cultivos en general (Alcántar y Trejo, 2007).

Ecke *et al* (2004) mencionan que la falta de nitrógeno provoca la reducción del tamaño de la planta, y en particular en el caso de la Nochebuena, Starkey (2001), realizó un estudio sobre el efecto de la variación de los niveles de nitrógeno y potasio, reportando que de la variación incide sobre la calidad de la planta.

Se infiere que esto se debe a que el nitrógeno es un elemento plástico siendo esencial como constituyente de compuestos orgánicos estructurales como las proteínas, funcionales como las enzimas, y ácidos nucléicos esenciales para la división celular, por lo anterior su deficiencia provoca efectos adversos sobre el crecimiento de la planta, incidiendo directamente en la elongación del tallo (Gil, 1995).

Epstein, (2005), se refiere al nitrógeno como que está presente en todos los compuestos orgánicos de la planta incluyendo los aminoácidos y los ácidos nucleicos. Por consecuencia, la planta requiere en mayor cantidad que cualquier otro nutrimento, por la que su ausencia limita tanto el rendimiento como el desarrollo de cualquier planta en todos los ecosistemas.

Cuadro 3.6 Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de nutrimentos, en la altura y diámetro de plantas al final del experimento de Nochebuena cv valenciana. El testigo es la solución nutritiva completa

	Altura en cms	Diámetro basal en mm
Tratamientos	**240dt**	**240ddt**
Sol.Completa	118.60a	22.99 a
S/Nitrogeno	58.60c	15.03 c
S/Fósforo	86.00b	18.98abc
S/Potasio	82.00b	18.54bc
S/Calcio	78.67c	19.64ab
S/Magnesio	83.67b	15.27 c
Probabilidad de F‡	0.0001	0.0003
D.M.S.††	23.06	4.09
C.V.‡‡	0.94	8.11

Medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente según Tukey (P≤ 0.05)
‡Probabailidad de F en el ANOVA correspondiente
† †DMS Diferencia minima significativa
‡ ‡CV Coeficiente de variación

En el caso de las ramas por considerarse un carácter genético del cultivar no se presentaron diferencias en ninguno de los tratamientos aplicados. En el caso del número de hojas, debido a que en la etapa de inducción floral hay una defoliación de la planta los valores que se obtienen son negativos.

Como se puede observar en el (Cuadro 3.7) en la etapa inicial no se detectaron diferencias significativas en el contenido de clorofila a, clorofila b y clorofila total, indicando que existen reservas en las plantas ya que estas se estaban desarrollando con niveles nutrimentales óptimos antes de ser trasplantadas. Sin embargo, al aplicar los tratamientos y someterlas a un estrés nutrimental después de 240 ddt, se detectan diferencias significativas en los contenidos de clorofila a, b y clorofilas totales (Cuadro 3.7).

Cuadro 3.7 Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de diferentes nutrimentos, en el contenido inicial de clorofilas en Nochebuena cv valenciana

	mg g^{-1} de tejido fresco		
Tratamientos	**Clorofila a**	**Clorofila b**	**Clorofila total**
Sol.Completa	1.25 a[z]	0.303[a]	0.427 a
S/Nitrogeno	0.97 a	0.490 a	0.444 a
S/Fósforo	1.09 a	0.309 a	0.429 a
S/Potasio	0.95 a	0.306 a	0.424 a
S/Calcio	0.94 a	0.257 a	0.428 a
S/Magnesio	1.26 a	0.312 a	0.421 a
D.M.S.[y]	0.54	0.374	0.04
C.V.[x]	18.32	41.38	3.43

[z] Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P ≤ 0.05.
NS; *; **: No significativo y significativo a una P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente
[y]DMS Diferencia mínima significativa
[x]CV Coeficiente de variación

La carencia de nitrógeno en la solución nutritiva incide directamente en el contenido de clorofilas. Esto coincide con lo reportado por Rosas, (2005) quien menciona que el más alto contenido de clorofila lo detecta en los tratamientos con mayor concentración de nitrógeno. En el caso del tratamiento sin nitrógeno se puede atribuir el bajo contenido de pigmentos a la importancia de este elemento como constituyente de un gran número de compuestos orgánicos esenciales para el metabolismo de las plantas, además de que forma parte de la molécula clorofila y proteínas transportadoras del grupo citocromos indispensables para la fotosíntesis y respiración (Navarro y Navarro, 2000).

Cuadro 3.8 Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de diferentes nutrimentos, en el contenido final de clorofilas en Nochebuena cv valenciana

	mg g^{-1} de tejido fresco		
Tratamientos	**Clorofila a****	**Clorofila b****	**Clorofila total****
Sol.Completa	1.420 a	0.557 a	1.976 a
S/Nitrogeno	0.476 c	0.219 d	0.696 d
S/Fósforo	0.979 ab	0.362 bcd	1.340 bc
S/Potasio	0.994 ab	0.383 bc	1.382 abc
S/Calcio	1.261 a	0.482 ab	1.743 ab
S/Magnesio	0.749 bc	0.291 cd	1.040 cd
D.M.S.[y]	0.49	0.15	0.61
C.V.[x]	18.27	15.17	16.34

[z] Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P ≤ 0.05. NS; *; **: No significativo y significativo a una P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente
[y]DMS Diferencia mínima significativa
[x]CV Coeficiente de variación

Con relación al tratamiento sin fósforo Cuadro 3.4, 3.5 ,3.6, se encontraron diferencias altamente significativas entre el tratamiento con la solución completa y sin fósforo siguiéndole en orden ascendente el tratamiento sin nitrógeno, posiblemente por un efecto antagónico entre nitrógeno y fósforo, (Mengel, *et al.,*1979). No hubo efecto significativo en los pigmentos evaluados. Esto se puede atribuir a que este elemento además de sus funciones metabólicas, el fosfato inorgánico asume funciones reguladoras en los vegetales, controlando diversas enzimas clave, como las de la fotosíntesis, (Gil, 1995).

Epstein, (2005), menciona que el fósforo es uno de los nutrimentos vitales para el metabolismo de las plantas debido a que está directamente involucrado con la generación de energía en la planta al ser el constituyente principal del AMP, ADP y ATP, fuentes energéticas que participan en cualquier proceso metabólico de la planta, y están dentro de los ácidos nucleicos y nucleótidos, además de Constituyendo el ácido fítico, constituido por sales de calcio y magnesio en la fitina que sirven como almacenamiento del fosfato.

En el tratamiento con carencia de potasio Cuadro 3.7, las diferencias significativas únicamente se presentan en la clorofila b, este elemento interviene directamente en la síntesis de clorofilas, manteniendo la estructura fina de los cloroplastos y en la fotosíntesis a diferentes niveles, aunque es el catión con mayor contenido después del nitrógeno, estos efectos no se expresaron en forma significativa en

los contenidos de clorofila a y clorofilas totales. Al igual que en el caso del calcio, donde no se observan diferencias significativas en estos pigmentos. Sin embargo, en el caso del magnesio, se encontraron diferencias significativas en las clorofilas a, b y total debido a que este elemento es un constituyente esencial, encontrándose en los cloroplastos entre 10 y 20 % de magnesio de las hojas y menos de la mitad de esta cantidad se enlaza en el anillo tetrapirrólico, ya que la mayor proporción se encuentra en las vacuolas y en el citosol para mantener el pH alto. Por lo que la deficiencia de magnesio afecta en de gran manera el tamaño, estructura y función de los cloroplastos, incluyendo el fotosistema II y determina un mayor aumento de almidón cloroplástico (Gil, 2005).

Otra alternativa para comprobar el estado nutrimental de las plantas, de forma no destructiva es mediante un medidor SPAD, diseñado para mejorar la calidad y producción de los cultivos mediante la indicación de la cantidad de clorofila presente en las hojas de la planta como lo ha demostrado Malavolta *et al*. (2004) en el cultivo de algodón. La presencia de clorofila en las hojas de las plantas está estrechamente relacionada con las condiciones nutrimentales de la planta. El contenido de clorofila se incrementa proporcionalmente a la cantidad de nitrógeno presente en la hoja. En algunas especies, un valor SPAD alto es indicativo de que la planta está sana. Por lo anterior se tomaron lecturas de las unidades SPAD al inicio y al final de la investigación.

Se observó que no hubo diferencias significativas en las unidades SPAD al inicio del experimento (Cuadro 3.8), al igual que con la determinación de clorofilas. A los 240 ddt. si se observaron diferencias significativas (Cuadro 3.8) con lo cual podemos inferir que al someter a las plantas a una carencia de nitrógeno, el contenido de clorofila disminuye.. Esto se confirmó mediante la alta correlación (Cuadro 3.9) con las unidades SPAD y las clorofilas totales, indicando que la determinación indirecta es buen indicador del estatus del nitrógeno en nochebuena, lo cual coincide con lo reportado por Villar, (2003) y Malavolta, *et al*. (2004) en algodón.

Cuadro 3.9. Efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos. Unidades Spad en Nochebuena cv valenciana

	UNIDADES SPAD	
Tratamientos	**Inicial$^{N.S.}$**	**Final****
Sol.Completa	51.60 a^{z}	54.42 a
S/Nitrogeno	48.53 a	31.98 b
S/Fósforo	48.93 a	45.92 ab
S/Potasio	48.30 a	51.96 a
S/Calcio	47.33 a	46.87 ab
S/Magnesio	47.57 a	47.42 ab
D.M.S.^{y}	12.83	0.0063
C.V.^{x}	9.60	15.50

^{z}Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P ≤ 0.05.
NS; *; **: No significativo y significativo a una P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente
^{y}DMS Diferencia minima significativa
^{x}CV Coeficiente de variación

Cuadro 3.10 Análisis de correlación de Pearson entre la clorfila a, clorofilab clorofila total y unidades spad en plantas de Nochebuena cv valenciana a los 240 ddt, bajo el efecto de los tratamientos como resultado de aplicación de soluciones nutritivas carentes de nutrimentos

Pigmentos	**Unidades SPAD**
Clorofila a	0.8726
Clorofila b	0.8057
Clorofila total	0.9320

Con relación al contenido de carotenoides totales se detectaron diferencias significativas (Cuadro 3.10). Las plantas mantenidas con solución completa de Steiner, el valor mayor de estos pigmentos, y el de las plantas sin nitrógeno tuvieron el valor menor (Cuadro 3.9). Esto concide indica que los carotenoides se encuentran en los tejidos que están localizados en los cloroplastos, y esto se vio reflejado en la clorosis observada (Figura 3.4) en las plantas carentes de nitrógeno, lo cual concuerda con reportado por Marschner, (1995).

El resto de los tratamientos, sin fósforo, sin potasio, y sin magnesio tambien presentaron diferencias significativas, a excepción del calcio, con lo cual se puede deducir que estos elementos después del nitrógeno son esenciales para la formación de estos pigmentos, al estar ivolucrados en el sistema fotosintetico.

Figura 3.4 Presencia de clorosis en las hojas inducida por la aplicación de la solución nutritiva sin nitrógeno

Cuadro 3.11 Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de nutrimentos., en el contenido de carotenoides en hojas a los 240 ddt en Nochebuena cv valenciana. El testigo es la solución nutritiva completa

	mg g^{-1} de tejido fresco
Tratamientos	**Carotenoides****
Sol.Completa	7.73 a[z]
S/Nitrogeno	3.17 c
S/Fósforo	4.78bc
S/Potasio	4.83bc
S/Calcio	6.14ab
S/Magnesio	4.39bc
D.M.S.[y]	2.61
C.V.[x]	46.23

[z] Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P ≤ 0.05.NS; *; **: No significativo y significativo a una P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente
[y]DMS Diferencia minima significativa
[x]CV Coeficiente de variación

Dentro de la etapa final del experimento a los 240 ddt, se realizó un análisis nutrimental de brácteas, se muestran los resultados en el Cuadro 3.11 donde se observan diferencias altamente significativas como respuesta a la inducción de deficiencias, por la técnica utilizada del elemento faltante.

Cuadro 3.12 Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de nutrimentos. en el contenido nutrimental en brácteas de Nochebuena cv valenciana a los 240 ddt . El testigo es la solución nutritiva completa.

	Contenido nutrimental %				
Tratamientos	**N****	**P***	**K***	**Ca**	**Mg***
Sol.Completa	3.58 a[z]	0.72 a	2.37 a	0.61a	0.46a
S/Nitrógeno	0.65 d	0.58a b	1.94ab	0.24b	0.37ab
S/Fósforo	2.89 ab	0.40 b	1.42 b	0.38ab	0.39ab
S/Potasio	1.93 c	0.65 a	01.51b	0.45ab	0.37ab
S/Calcio	2.54 bc	0.62 a	1.65ab	0.25 b	0.42ab
S/Magnesio	2.41 bc	0.33 b	2.19ab	0.43ab	0.30 b
D.M.S.[††]	0.91	0.19	0.78	0.22	0.12
C.V.[‡‡]	14.26	12.28	15.43	20.85	11.58

[z] Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P ≤ 0.05.
NS; *; **: No significativo y significativo a una P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente
[y]DMS Diferencia minima significativa
[x]CV Coeficiente de variación

Como parte del análisis directo de pigmentos en nochebuena es de importancia el contenido de antocianinas en las brácteas, el cual se presenta en el Cuadro 3.12, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos. Este tipo de pigmentos pertenecen a los compuestos conocidos como flavonoides, y son los principales responsables de la coloración de las brácteas en nochebuena. Se detectaron contenidos bajos de antocianinas en las plantas carentes de nitrógeno.

Rosas (2005), nochebuena subjibi roja, reporto que la menor cantidad de antocianinas, en el tratamiento con la concentración más baja de nitrógeno. Esto se debe a que la planta requiere un buen abastecimiento de este elemento para que tener una mayor disponibilidad y producción de antocianinas, ya que se ha visto que existe una relación directa entre el contenido de nitrógeno y el contenido de estos pigmentos (Navarro y Navarro 2000).

Cuadro 3.13. Efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas carentes de nutrimentosta, en el contenido de antocianinas a los 240 ddt en Nochebuena cv valenciana. El testigo es la solución nutritiva comple

	mg g^{-1} de tejido fresco
Tratamientos	**Antocianinas****
Sol.Completa	503.32 a
S/Nitrogeno	173.40 c
S/Fósforo	252.84 bc
S/Potasio	263.07 b
S/Calcio	251.66 bc
S/Magnesio	256.30 bc
D.M.S.[y]	82.90
C.V.[x]	18.41

[z] Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P ≤ 0.05. NS; *; **: No significativo y significativo a una P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente
[y]DMS Diferencia minima significativa
[x]CV Coeficiente de variación

3.5.1 CONTRASTE DE RESULTADOS CON HIPÓTESIS Y DISCUSIÓN

En esta sección se contrastan las hipótesis del estudio

- Se acepta ya que con base en los resultados el tratamiento con la solución completa se presentan diferencias estadísticas significativas, a diferencia del resto de los tratamientos, por lo cual se concluye que no se rechaza la hipótesis del estudio.

3.6 CONCLUSIONES

En términos generales el objetivo de esta investigación fue alcanzado.

- El manejo de la solución nutritiva con el elemento faltante, resultó en una reducción en los parámetros de crecimiento altura y diámetro de la planta.
- Las plantas del tratamiento con la solución sin nitrógeno presentaron un bajo contenido de clorofilas totales, observándose una mayor reducción en las clorofilas a.
- Se observó una correlación alta entre el contenido de nitrógeno y las unidades SPAD en hojas.
- El menor contenido de carotenoides estuvo asociado con un bajo contenido de nitrógeno.

- El bajo contenido de antocianinas se relaciona con bajos contenidos de nitrógeno y calcio.
- El análisis de varianza que se utilizó como herramienta para el análisis de datos arrojo diferencias altamente significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados con soluciones carentes de un macronutrimento.

3.7 REFERENCIAS DOCUMENTALES

Alcalde, B. A. 1975 Apuntes de clase Nutrición Vegetal. Edafología. Colegio de Postgraduados. Comunicación verbal.

Alcántar, G.G.; Trejo T.L.I. 2007 Nutrición de Cultivos Ed. Mundiprensa, México S.A. de C.V. México pp 454

Association of Official Analytical Chemistry (AOAC) 1980 Official Methods of Analysis 12 th Ed. Washington, D.C., U.S.A. p. 1018

Ecke, P., Faust, J.E. Higgins, A., Williams J. 2004 The Ecke Poinsettia Manual. Ball Publishing, Batavia, Illinois. U.S.A. pp 287

Epstein, E., A.J. Bloom, 2004 Mineral Nutrition of Plants; Principles and Perspectives. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. pp 400

García, E. 1998 Climas Clasiicación de Koppen modificado por García, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad CONABIO.

Gil, M.F. 1995 Elementos de Fisiología Vegetal, Relaciones Hídricas, Nutrición Mineral, Transporte, Metabolismo. Ediciones Mundi-Prensa México. pp 1147

Kannangara, G.G., M. Hanson 1998 Arrest of Chlorophyll Accumulation Prior to Anthocyanin Formation in *Euphorbia pulcherrimma* . Plant Phiysiol. Biochem. 36 (12): 834 – 848.

Malavolta. E.N., Nogueira G.L., Heinrichs R., Higashi E.N., Rodríguez V., Guerra E., de Oliveira S.C., Cabral C.P. 2004. Evaluation of Nutritional Status of the Cotton Plant with Respect to Nitrogen. Communications in soil science and plant analysis, 35(7-8):1007-1019.

Marschener, H. 1995 Mineral Nutrition in Higher Plants. 2a edición American Press. Londres. pp 861

Martínez, M.F. 1995. Manual de Producción de Nochebuena. Consultoría Oasis, Morelos, México.87p.

Navarro G.G., S.B. Navarro 2000 Química Agrícola. El Suelo y los Elementos Químicos Esenciales para la Vida Vegetal. Ed. Mundi.Prensa. Madrid, España. pp 498

Quintana, A.F. 1961 Las Plantas Ornamentales (Floricultura) Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. pp144

Rosas, R.J.M. 2005 Nitrógeno y Potasio en la Producción de Nochebuena (*Euporbia pulcherrima* Wild) c.v. subjibi roja. Maestría en ciencias en Horticultura Universidad Autónoma Chapingo. pp 75

SAS, 2001 Procedures Guide versión 7 SAS Insitute Cary, North Carolina, USA.

Starkey K. R. and Nielsen N. E. 2001 Reduced N and K Application Increases the Uptake of Ca and Improves the Quality of Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) W. J. Horst *et al*., Plant nutrition – Food security and sustainability of agro-ecosystems. 312-313 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Steiner A.A. 1984 The Universal Nutrient Solution. In: Procceeding of 6th International Congress on Soilless Culture. ISOSC. Wageningen, The Netherlands. Pp 633-649

Villar. D., R. Ortega. 2003. Medidor de clorofila. Bases teóricas y su Aplicación para la Fertilización Nitrogenada en Cultivos. Agronomía y Forestal UC. 18:4-8.

Witham, F.H., Blaydes D.F. , Devlin R.M., 1971 Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold Company. N.Y. pp 16–18 y 55-58

Medios electrónicos

Estación meteorológica Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (2010)http://www.cm.colpos.mx/meteoro/reporte/index4.htm fecha de consulta Octubre,2012

http://www.konicaminolta.com/instruments/products/colormeasurement/chlorophyll-meter/spad502/index.html

CAPITULO IV. EFECTO DE NIVELES DE MOLIBDENO Y BORO Y SU INTERACCIÓN CON LA PRESION OSMÓTICA EN UN SISTEMA CERRADO EN HIDROPONIA

4.1. INTRODUCCIÓN

Con base en las estadísticas del cierre de la producción agrícola del Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP), SAGARPA del 2012 en México la superficie sembrada con planta de nochebuena fue 248.64 ha, superficie cosechada 246.64 ha, la producción fue de 17, 024,651.20 ton, Rendimiento en t ha^{-1} fue de 69,026.32, y el valor de la producción en (miles de Pesos) 419,534.36, lo cual indica que representa una derrame económica anual para los productores en los meses de noviembre a enero.

La forma en que se comercializa la nochebuena es en Esqueje, planta semiterminada y planta terminada. El cultivo de la flor de nochebuena se realiza principalmente en los estados de Puebla, Morelos, México, Querétaro, Guerrero, Colima, Nuevo León, Michoacán, Jalisco y el D.F. Para el 2012 se calculó una producción de 20 millones de plantas. (SIAP), SAGARPA del 2012.

A nivel mundial la flor de nochebuena es reconocida como símbolo de la navidad; los principales países productores son México, Estados Unidos, Costa Rica, Francia, Alemania, Italia y España. (SIAP), SAGARPA del 2012.

La Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* wild. Klotsch), sol o de intemperie o heliofítica, es de gran importancia económica y social, en el Municipio de Cuernavaca, Morelos, Galindo *et al.* (2012) en menor proporción que las nochebuenas modificadas genéticamente a nivel mundial en viveros. Este cultivar valenciana Galindo *et al.* (2012) , menciona que suy cultivo en el Estado de Morelos es de mucha tradición, el conocimiento empírico adquirido sobre el cultivo se ha transmitido de generación en generación, por lo que en la actualidad se han registrado , en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) cinco variedades del dominio público Galindo *et al.* (2012) de origen mexicano, para las cuales se requiere realizar estudios encaminados a su manejo

para que con fines de calidad sean atractivas para el usuario, dentro de los estudios que se requieren para su manejo es importante conocer los requerimientos nutrimentales en esta planta ornamental que aún no se han determinado.

Por lo que es un campo de investigación, los aspectos relacionados con la nutrición vegetal. Una herramienta confiable para su evaluación es mediante la hidroponía ya que se aísla el entorno de la planta con una sustrato inerte o en agua donde las raíces están en contacto con la solución nutritiva que se diseña para evaluar el comportamiento con diferentes presiones osmóticas y a su vez la manipulación de niveles de elementos, cuya respuesta puede ser evaluada en condiciones controladas.

4.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

4.2.1 General

Describir el efecto de la interacción de tres presiones osmóticas, tres niveles de boro y tres niveles de Molibdeno en la absorción nutrimental y en la calidad de nochebuena cultivar Valenciana

4.2.2 Específicos

- Analizar el efecto de la presión osmótica de la solución nutritiva de Steiner sobre la absorción de nutrimentos y su concentración en tejido foliar y brácteas de nochebuena.
- Determinar el efecto del molibdeno sobre el desarrollo de la inflorescencia de la planta de nochebuena.
- Valorar el efecto del boro sobre el período vegetativo de la planta de nochebuena.

- Evaluar la respuesta del desarrollo de la planta de nochebuena bajo un sistema hidropónico en cultivo de agua.
- Describir la relación entre los pigmentos, concentración nutrimental y parámetros de crecimiento.
- Distinguir el efecto de la interacción de la presión osmótica, boro y molibdeno en el período reproductivo y vegetativo de la nochebuena cultivar valenciana los principales factores que influyen en la respuesta de la planta mediante el análisis estadístico de regresión multivariada utilizando stepwise sobre las variables..

4.3. Hipótesis del estudio

4.3.1 General

El efecto de la interacción de tres presiones osmóticas, tres niveles de boro y tres niveles de molibdeno influyen en la absorción nutrimental y calidad de la nochebuena cultivar Valenciana.

4.3.2 Particulares

- La presión osmótica de 0.72 de la solución nutritiva de Steiner incrementa los contenidos nutrimentales en los tejidos foliar y brácteas de plantas de nochebuena.
- La interacción de la presión osmótica con el boro y molibdeno aumenta la calidad de la inflorescencia.

- El efecto interactivo de la presión osmótica con el molibdeno fijo y la variación de boro se refleja en el período vegetativo de la planta de nochebuena.

- La nochebuena desarrollada en cultivo en solución nutritiva con oxigenación permite que la planta se desarrolle hasta la inflorescencia.

- Existe una por lo menos una relación significativa positiva o negativa entre los pigmentos, la concentración nutrimental y los para metros de crecimiento.
- El uso del análisis de regresión múltiple stepwise nos proporcionará el efecto entre variables, para conocer el efecto entre las mismas.

4. 4. MATERIALES Y METODOS

4.4.1 Ubicación del experimento y condiciones experimentales

La investigación se realizó el año 2010, en la Unidad de Investigación "Dr. Ramón Fernández González" localizado dentro de las coordenadas 19º 46´ de latitud norte y 98º 88´longitud oeste y a una altitud 2,250 msnm ubicado en Lomas de San Esteban, Texcoco, Estado de México. Texcoco está situado en la zona oriente del Estado de México, su territorio se extiende desde la cuenca de México hasta la Sierra de Río Frío, sus límites son al norte con los municipios de Tepetlaoxtoc, Papalotla, Chiautla y Chiconcuac, al sur con los de Chimalhuacán, Chicoloapan e Ixtapaluca, al oeste con el de Atenco y al este con el estado de Tlaxcala en el municipio de Calpulalpan y con el estado de Puebla en el municipio de Tlahuapan.

Su extensión territorial es de 418.69 km² y tiene una altitud media de 2.800 metros sobre el nivel del mar. El clima es templado semi-seco García, (1998), con una temperatura media anual de 15.9°C, con heladas poco frecuentes y una precipitación pluvial media anual de 686.0 mm. Sus vientos dominantes son del sur.

Figura 4.1 Mapa Municipio de Texcoco.

El experimento se estableció en un invernadero Figura 4.3 tipo túnel con cubierta de polietileno con tratamiento UV. En el invernadero se tuvo una temperatura mínima promedio de 11.5 ºC y una máxima promedio de 25.7º C, con una humedad relativa de 63%, Estación meteorológica Campus Montecillo, 2010.

Fig. 4.2 Unidad de Investigación Dr. Ramón Fernández González

4.4.2 Material vegetal

Las estacas de nochebuena cultivar Valenciana se clonaron de plantas originarias de Tetela del Monte, Morelos, las cuales se sometieron a un tratamiento previo con Radix©, sumergidas en una solución a 10% de fungicida, colocándose en un sustrato orgánico, sometidas a un riego semanal de agua corriente, hasta que se obtuvo el desarrollo foliar y radicular se conservaron a capacidad de campo.

4.4.3 Solución nutritiva

4.4.3.1 Preparación de soluciones nutritivas

La solución nutritiva empleada en el experimento, fue la solución universal de Steiner (1966), misma que se presenta en el Cuadro 4.1, cuando se prepara a 0.72 atm de presión osmótica y a pH 5.0.

Cuadro 4.1 Composición química de la solución Nutritiva Universal de Steiner (1968), en mmolc L^{-1}

K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}
7.0	9.0	4.0	12	1.0	6.0

La concentración de los micronutrimentos (Alcalde, 1975) fue la siguiente en $mg.Kg^{-1}$: B 0.875, Cu 0.011, Fe 4.0, Mn 1.6, y Zn 0.023. (la de B, varió de acuerdo con el tratamiento).

Las soluciones nutritivas utilizadas en el experimento, se prepararon con sales grado reactivo y agua destilada, a partir de soluciones madre. En el Cuadro 4.2 se enlistan las soluciones madre.

Cuadro 4.2 Reactivos utilizados en la preparación de las soluciones madre

Reactivo	Concentración de la solución madre
Macronutrimentos	
$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	1 N
KH_2PO_4	1 N
KNO_3	1N
$Mg\ SO_4.\ 7\ H_2O$	1N
K_2SO_4	0.5 N
Micronutrimentos	
H_3BO_3	
$FeSO_4$	
$MnSO_4.4H_2O$	
$ZnSO_4.\ 7H_2O$	
$CuSO_4.\ 5H_2O$	
$HMoO_4.\ H_2O$	

Durante la conducción del experimento el pH de las soluciones nutritivas varió generalmente de 5 a 5.5. La conductividad eléctrica osciló entre 1.5 y 2 dSm^{-1}, , de acuerdo con la presión osmótica del tratamiento correspondiente Cuadro 4.3.

4.4.3.2. Preparación y manejo de las soluciones nutritivas

El volumen de solución nutritiva en cada unidad experimental fue de 20 L Las soluciones se prepararon desde el inicio ajustando el pH a 5.0, Cuadro 4.1, posteriormente el pH de las soluciones nutritivas se ajustó diariamente también a 5 con H_2SO_4 1N ó NaOH 1N, empleando un medidor de pH (Marca conductronic). El ajuste de pH se realizaba después de una vez aforar con agua destilada hasta obtener hasta con el fin de restaurar el volumen original. gastado. Cabe mencionar que la Las soluciones nutritivas se renovaron ó cada quince días. , ya que los nutrimentos que las plantas han absorbido de la solución, de mantener constante, deberán conservar sus concentraciones iniciales. Baca, (1966).El ajuste de pH se realizaba despúes de aforar con agua destilada, hasta obtener el volumen original. Las solución nutritivas, se renovaron cada quince días.

Cuadro. 4.3 Composición química de la Solución nutritiva Universal de Steiner a pH 5.0

Presión osmótica	NO_3^-	H_2PO_4	SO_4^{-2}	K^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}
Atm			**$mmol_cL^{-1}$**			
0.52	8.67	0.72	5.06	7.58	4.33	2.53
0.72	12	1	7	7	9	4
0.92	15.300	1.28	8.94	13.41	7.66	4.47

4.4.4. Diseño experimental y tratamientos

De acuerdo a los factores de estudio, se empleó un diseño de tratamientos factorial incompleto 3x3x3, con una distribución completamente al azar, se aplicaron 18 tratamientos con tres repeticiones resultando finalmente 54 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo constituida por una planta en cada repetición. Los módulos hidropónicos se dispusieron en dos bancales de madera (6.70 m x 0.7 m) elevados a una altura de 1m a partir del piso. Las soluciones nutritivas se presentan en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Tratamientos evaluados

Solución	Presión osmótica atm	Boro mg L^{-1}	Molibdeno mg L^{-1}
1	0.52	0.88	0.10
2	0.52	0.88	0.30
3	0.52	0.88	0.70
4	0.52	0.88	0
5	0.52	1.40	0
6	0.52	1.93	0
7	0.72	0.88	0.10
8	0.72	0.88	0.30
9	0.72	0.88	0.70
10	0.72	0.88	0
11	0.72	1.40	0
12	0.72	1.93	0
13	0.92	0.88	0.10
14	0.92	0.88	0.30
15	0.92	0.88	0.70
16	0.92	0.88	0
17	0.92	1.40	0
18	0.92	1.93	0

Cada tratamiento consto de tres repeticiones y quedando de la siguiente forma:

T2R3	T16R1	T7R1
T10R2	T3R2	T2R2
T6R2	T4R3	T6R1
T4R2	T2R1	T14R2
T6R3	T5R2	T12R2
T4R1	T7R3	T16R2
T9R2	T9R1	T5R1
T7R2	T3R3	T8R3
T1R3	T13R1	T14R3
T11R3	T11R2	T13R3
T12R3	T10R1	T8R1
T1R2	T17R1	T14R1
T18R2	T11R1	T8R2
T9R3	T1R1	T17R3
T15R1	T10R3	T18R1
T13R2	T5R3	T15R3
T12R1	T15R2	T18R3
T3R1	T16R3	T17R2

Cuadro 4.5. Distribución física de los tratamientos en invernadero

4.4.5. Establecimiento del experimento

4.4.5.1. Trasplante

Se utilizaron cubetas de plástico con tapa de 6L las cuales previamente se pintaron de color negro con pintura de aceite, se perforaron las tapas para la introducción de manguera de acuario, con el fin de oxigenar la solución; y en la parte central de la tapa se realizó un corte circular de 10 cm de diámetro, con el fin de introducir la estaca enraizada, la cual se cubrió con tiras de hule espuma con el fin de dar soporte y altura a la planta, de tal manera que las raíces quedasen totalmente sumergidas en la solución nutritiva.

4.4.6 Factores de estudio

En la presente investigación se estudiaron los siguientes factores:

Presión osmótica 0.54, 0.72 y 0.90 atm; calculadas a partir de la suma total de los Mmolc L^{-1} de nutrimentos en la solución nutritiva (Steiner, 1984)

Boro, en tres niveles: Nivel uno 0.87 ppm, Nivel dos 1.4 ppm, Nivel tres 1.93 ppm

Molibdeno, en tres niveles: Nivel uno 0.1 ppm, Nivel dos 0.3 ppm, Nivel tres 0.7 ppm

Cultivar: Valenciana

A partir de la combinación de los factores,así como las concentraciones iónicas

totales en términos de presión osmótica , se generaron 18 soluciones nutritivas.

Estas soluciones se aplicaron desde el inicio del período vegetativo hasta aproximadamente el último tercio del período reproductivo.

4.4.7. Variables de estudio

4.4.7.1. Altura de la planta

Este dato se obtuvo utilizando una regla de madera © AB Adelante de 100 cm con graduación de 1 cm, midiendo mensualmente, a partir de la base del sustrato hasta la altura máxima alcanzada por el tallo de las plantas.

4.4.7.2. Diámetro de tallo

Desde la etapa inicial se midió mensualmente en la parte basal del tallo con un Vernier digital © Trupper.

4.4.7.3. Número de ramas

Mensualmente se contó el número de ramas de cada unidad experimental.

4.4.7.4. Número de inflorescencias

Al inicio de la inducción floral se contó el número de inflorescencias en cada unidad experimental, hasta el final del experimento.

4.4.7.5. Producción de materia seca

Al final del experimento se obtuvo el peso fresco de cada órgano mediante el uso de una balanza granataria, se colocó cada parte de la planta en una bolsa de papel debidamente identificada con marcador indeleble, llevándolas a una estufa de aire forzado a 72°C por 48 horas, rotando las bolsas dentro de la estufa cada 24 horas, hasta obtener un peso seco constante, posteriormente con la misma balanza que se obtuvo el peso fresco se obtuvo el peso seco por cada órgano, para obtener el % de materia seca se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Materia seca} = \frac{\text{peso seco} * 100}{\text{peso fresco}}$$

4.4.7.6. Área Foliar

Al final del experimento se muestreo el total de hojas e inflorescencias por unidad experimental, en la inflorescencia se procedió a separar todas las brácteas, para proceder a realizar la medición mediante un integrador de área foliar de rodillo LI-COR modelo LI-3100.

4.4.7.7. Color en brácteas

El color se evaluó en la parte central de la bráctea ubicada en la inflorescencia principal de todos los tratamientos con dos repeticiones por cada bráctea seleccionada que corresponden a las completamente desarrolladas en cada inflorescencia. Para esta evaluación se utilizó un espectrofotómetro X-Rite, el cuál generó datos expresados en valores de L que representa el claroscuro o luminosidad, C que es el croma o saturación del color y H o ángulo de tono Hue (Mc Guire, 1992).

4.4.7.8 Análisis químico de tejido vegetal

Una vez secas las muestras se molieron en un molino tipo Wiley de acero inoxidable provisto de una malla de tamiz 40. Con dicho material se determinó metodología mencionada en el manual de la AOAC (1980) , el contenido total de nitrógeno total empleando el método Semimicro- Kjedahl y la determinación de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn , B, Mo se realizó mediante digestión húmeda diácida metodología mencionada en el manual de la AOAC (1980) y determinados por ICP-AES Varian©.

4.4.7.9. Unidades Spad

Las lecturas se realizaron al inicio y al final de la fase experimental en la 5 hoja completamente desarrollada, a las 10 de la mañana, en la parte media de la hoja con tres repeticiones con un equipo Spad 502 © Minolta.

4.4.7.10. Análisis de pigmentos

4.4.7.10.1. Clorofilas

Se determinó el contenido de clorofila a, clorofila b, y clorofila total con base a la metodología mencionada en el manual de la AOAC (1980) y con la técnica descrita por Witham *et al*. (1971). Se muestreo la 5ª hoja completamente desarrollada. El procedimiento consistió en pesar 0.1 g de tejido fresco de la parte media de la hoja, con dos repeticiones por muestra, se colocó en tubos de fondo plano con acetona a 80%, para proceder a homogenizarlas con un homogenizador IKA© t25, filtrándose la suspensión y aforándolos a 10 mL con acetona. Se determinó la absorbancia a 645 y 663 nm con un Spectronic © 10 UVGenesys, como blanco se utilizó la acetona al 80%.

La cantidad de clorofila presente en el extracto (en miligramos de clorofila por gramo de tejido fresco) se calculó con base a las siguientes ecuaciones:

mg clorofila a/g de tejido= [12.7 (D663) – 2.69(D645)] x V/ (1000 X W)

mg clorofila b/g de tejido= [22.9(D645) – 4.68(D663)] x V/ (1000 X W)

mg clorofila total/g de tejido= [20.2(D645) + 8.02(D663)] x V/ (1000 X W)

Dónde:

D= longitud de onda (nm) a la que se realizó la lectura

V= Volumen final del extracto clorofila- acetona 80 %

W= Peso fresco en g del tejido

Esta determinación se realizó al iniciar el experimento y al finalizar.

4.4.7.10.2 Antocianinas

Se determinó el contenido de antocianinas de una bráctea, completamente desarrollada colectada en la inflorescencia principal de tres unidades experimentales, por tratamiento, siguiendo la metodología de Kannangara *et al*, (1998) modificada, donde se pesó 0.1 g de tejido fresco de la parte media de la bráctea, posteriormente colocándolos en tubos de fondo plano y adicionándoles 10 mL de HCl 0.1N para su posterior homogenización con un equipo equipo ika-t25. Posteriormente se vertió la suspensión en tubos de centrífuga de 16 mL, centrifugándose las muestras a 3000 x g por 15 minutos a 4° C. Se colocó el sobrenadante en tubos de fondo plano llevándolos a una dilución de 20 mL de HCl 0.1 N y se determinó la absorbancia a 516 nm en un con Spectronic © 10 UV Genesys, como estándar se utilizó HCl 0.1N.

La cantidad de antocianinas totales presentes en el extracto se calculó con base a la siguiente ecuación:

$C = A \times V/e \times 100$

Dónde:

C= Cantidad de antocianina mg g^{-1}de peso fresco

A= Lectura a 516nm

V= Volumen del extracto (20 mL)

e=Coeficiente de extinción (4.48)

4.4.7.10.3 Carotenoides

Se realizó la determinación de estos pigmentos con base a la metodología mencionada en el manual de la AOAC (1980) y con la técnica descrita por Witham *et al*. (1971). Con dos repeticiones por muestra, se determinó la absorbancia a 470 nm con un Spectronic© 10 UV Genesys como estándar se utilizó la acetona al 80%, la cantidad de carotenoides presentes en el extracto (en mg g^{-1} de tejido fresco) se calculó con base a la siguiente ecuación:

mg g^{-1} de tejido fresco = (1000 x lectura a 470 nm) – (1.82 x clorofila a)- (85.02 x clorofila b)/ 198

4.4.8 Análisis Estadístico

1.- Estadística descriptiva: Se refiere a medidas de tendencia central, dispersión y gráficos.

2.-Análisis de correlación de Pearson con (α = 0.05): Con el fin de identificar la relación entre variables del experimento.

3.-Análisis de varianza del Diseño Completamente al azar con un (α = 0.05) y Prueba de comparación de medias de Tukey (α =0.05); para identificar si los tratamientos son iguales o al menos uno es diferente.

4.- Análisis de la interacción entre factores principales con (α =0.05): Para identificar los factores que influyen en la respuesta de las variables planteadas.

5.- Análisis de Regresión múltiple y método de selección por pasos “stepwise” con (α = 0.05),el objetivo de este análisis es evaluar todos los modelos de regresión posibles con todas las combinaciones de variables.

Empleando el paquete estadístico SAS (SAS,2001), Versión 9.3.

4.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en dos secciones en la primera se incluyen todas las variables relacionadas con el período reproductivo y en la segunda se presentan los resultado obtenidos para el período vegetativo.

Se presenta las relaciones por variable de los análisis de Correlación de Pearson para cada variable.

Los análisis de varianza del período reproductivo y vegetativo se presentan en cada grupo de variables.

Para cada variable se presentan los resultados obtenidos con la categorización de comparación de medias de Tukey, en cuadros por grupos de variables, así como las interacciones por factores simples, interacciones simples y compuestas.

Por último se presentan los análisis de regresión múltiple y método de selección por pasos stepwise con un (para las variables que hayan resultado significativos Anexo 1 y 2).

4.5.1. Resultados período reproductivo

4.5.1.1 Concentración nutrimental en brácteas

Un aspecto sorprendente y de gran importancia, como se observará a continuación, conforme se describan los resultados de todos y cada uno de los nutrimentos, es que casi todos los macronutrimentos y la mayor parte de los micronutrimentos mostraron comportamientos muy similares entre sí, los cuales se describen a continuación y corresponden a las interacciones de la presión osmótica, niveles de boro y niveles de molibdeno, que será analizada para cada variable.

4.5.1.1.1 Análisis de varianza de macronutrimentos en brácteas

El análisis de varianza de las concentraciones de N, P, K, Ca y Mg en las brácteas indicaron efectos altamente significativos ($\alpha \leq 0.01$), de los factores simples presión osmótica, boro y molibdeno, de las interacciones simples presión osmótica x boro, presión osmótica x molibdeno y de la interacción compuesta: presión osmótica x boro x molibdeno, primera parte del Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6 Macronutrimentos en las brácteas por efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	N	P	K	Ca	Mg
Presión osmótica	**	**	**	**	**
Boro	**	**	**	**	**
Molibdeno	**	**	**	**	**
Presión osmótica x boro	**	**	**	**	**
Presión osmótica x Molibdeno	**	**	**	**	**
Presión osmótica x boro x molibdeno	**	**	**	**	**
CV[x]	3.09	8.56	11.14	9.48	12.94

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica atm	Boro	Mo	g 100g^{-1}				
	B0	Mo1	1.34 cdef[z]	0.60 abcd	1.92 f	0.45 cde	0.36 a
	B0	Mo2	1.18 g	0.34 ef	1.88 f	0.26 f	0.22 b
0.52	B0	Mo3	1.26 efg	0.15 ghi	3.96 cd	0.15 gh	0.06 c
	B1	Mo0	1.40 cd	0.14 hi	3.53 cd	0.14 gh	0.07 c
	B2	Mo0	1.46 bc	0.24 gh	5.57 a	0.11 h	0.07 c
	B3	Mo0	1.34 cdef	0.64 abc	2.01 f	0.39 de	0.36 a
	B0	Mo1	1.28 defg	0.37 e	1.52 f	0.36 e	0.23 b
	B0	Mo2	2.42 a	0.57 bcd	1.82 f	0.57 ab	0.44 a
0.72	B0	Mo3	1.24 fg	0.25 fg	3.28 de	0.26 f	0.19 b
	B1	Mo0	1.54 b	0.56 cd	1.34 f	0.48 bcd	0.38 a
	B2	Mo0	1.37 cdef	0.54 d	2.30 ef	0.59 a	0.39 a
	B3	Mo0	1.28 defg	0.67 ab	2.09 f	0.61 a	0.37 a
	B0	Mo1	1.42 bc	0.15 ghi	4.38 bc	0.11 h	0.07 c
	B0	Mo2	1.38 cde	0.13 i	3.64 cd	0.24 fg	0.06 c
0.92	B0	Mo3	1.28 defg	0.14 hi	5.09 ab	0.09 h	0.06 c
	B1	Mo0	1.24 fg	0.15 ghi	3.55 cd	0.12 h	0.06 c
	B2	Mo0	1.25 efg	0.69 a	1.43 f	0.52 abc	0.42 a
	B3	Mo0	1.19 g	0.62 abcd	3.96 cd	0.54 abc	0.39 a
DMS[y]			0.13	0.10	1.00	0.097	0.094

NS; *; **: No significativo y significativo a una ($\alpha \leq 0.05$) y 0.01, respectivamente
[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($\alpha \leq 0.01$).
[y]CV Coeficiente de variación
[x]DMS Diferencia mínima significativa

4.5.1.1.1.1 Nitrógeno

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.6. Para nitrógeno

(Cuadro 4.6 y Figura 4.3) se observa que con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2), se obtuvo que la concentración de nitrógeno se incrementó en las brácteas a 2.42 g 100 g $^{-1}$ en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de N en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) 1.28 g 100 g $^{-1}$. Por otra parte al comparar la concentración de N en las brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 2.42 g 100 g $^{-1}$, con la del nivel alto de Mo (Mo_3) 1.24 g 100 g $^{-1}$, se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

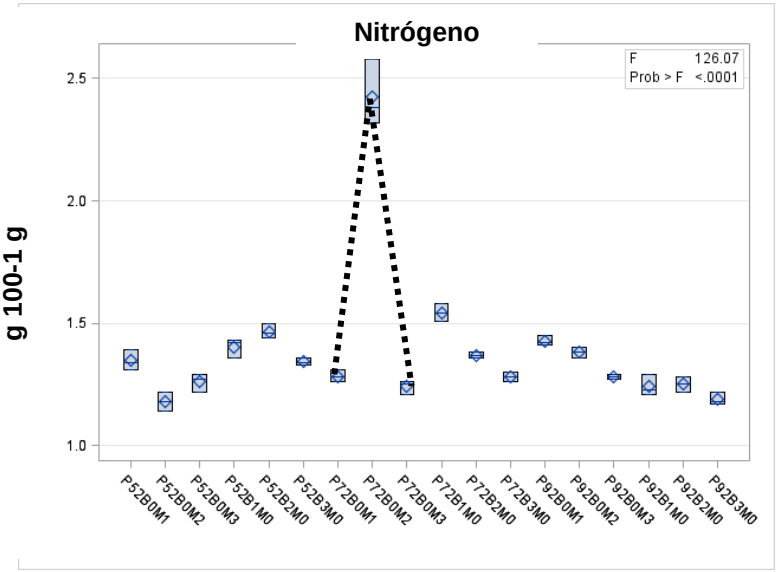

Figura 4.3 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de nitrógeno en las brácteas

4.5.1.1.1.2 Fósforo

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.6. Para fósforo (Cuadro 4.6 y Figura 4.4),.se registra que la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de fósforo ascendió (0.57g 100 g $^{-1}$) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de P en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (0.37 g 100 g $^{-1}$).

Por otra parte al comparar la concentración de P en la bráctea correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (0.57 g 100 g $^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (0.25 g 100 g $^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

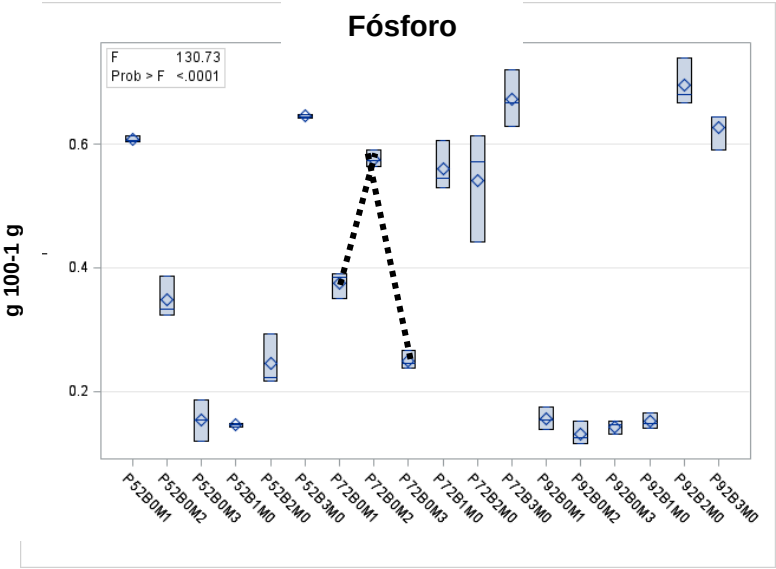

Figura 4.4 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de fósforo en las brácteas

Gil, (1995), menciona que dentro de las fases vegetativas de crecimiento, la floración requiere mayor cantidad de potasio y fósforo, y dentro de los niveles mencionados por Ecke *et al.*, (2004), el fósforo se encuentra en rango aceptable.
Dentro del efecto de los factores la interacción de la presión osmótica del nivel alto (0.92 atm), el nivel de Mo menor (Mo_0) que en conjunto con el nivel medio de B (B_2), promovió la mayor absorción de fósforo, con 0.69 g 100 g $^{-1}$, seguida por la extracción de 0.62 g 100 g $^{-1}$ con el nivel alto de boro (B_2), con lo cual se puede inferir que el boro y la solución más concentrada promueve esta absorción. Esto coincide con lo mencionado por Steiner, (1973) quien señala que soluciones nutritivas con presión osmótica alta favorecen una mayor absorción de fósforo por las plantas.

López, (2000) menciona que el factor concentración causó que las concentraciones de fósforo de todos los órganos en mango, fueran las más altas cuando se emplearon soluciones nutritivas a concentraciones altas con respecto a las concentraciones bajas y medias.

4.5.1.1.1.3 Potasio

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.6. Para potasio (Cuadro 4.6 y Figura 4.5), se reporta que para la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_3) se obtuvo que la concentración de potasio ascendió a 3.28 g 100 g $^{-1}$ en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de K en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) 1.52 g 100 g $^{-1}$. Por otra parte al comparar la concentración de K en las brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 1.82 g 100 g $^{-1}$, con la del nivel alto de Mo (Mo_3) 3.28 g 100 g $^{-1}$, se obtuvo un ascenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$), es decir que existe una relación directa entre el incremento de los niveles de molibdeno y las concentraciones de potasio en las brácteas, por lo que se encontró que la máxima absorción de potasio se promovió bajo este tratamiento con el nivel tres de molibdeno.

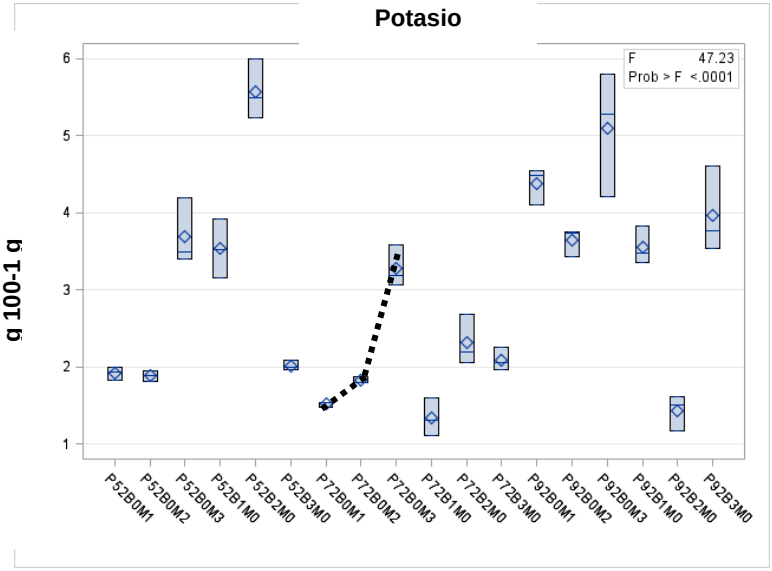

Figura 4.5 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la concentración de potasio en las brácteas

El potasio en este estudio con la presión osmótica menor (PO_1) (0.52) con el menor nivel de Mo (Mo_0) y el nivel medio de boro (B_2), debido a que extrajo 5.57 g100g^{-1}, es la interacción que permitió la mayor extracción de K en las brácteas, que de acuerdo a los valores reportados por Ecke *et al.,*, (2004), se encuentra en

un nivel elevado. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Gil (1995), con relación a que en la floración se requiere mayor cantidad de potasio, se podría inferir que se debió a los requerimientos en el órgano reproductor por sus funciones como activador de enzimas. Epstein *et al.*, (2004), menciona que adicionalmente el potasio, participa en el transporte en membranas, neutralizando los aniones y manteniendo el potencial osmótico.

4.5.1.1.1.4. Calcio

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.6. Para calcio (Cuadro 4.6 y Figura 4.6) se reporta que la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo una mayor concentración de calcio que ascendió (0.57 g 100^{-1} g,) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de Ca en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (de 0.36 g 100^{-1} g). Por otra parte al comparar la concentración de Ca en las brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (0.57 g 100^{-1} g), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (0.26 g 100^{-1} g), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

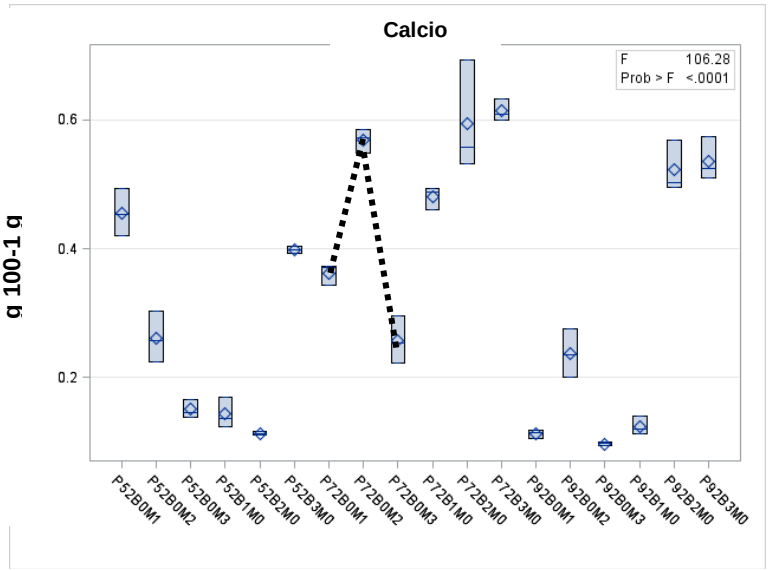

Figura 4.6 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de calcio en las brácteas

El contenido de calcio en las brácteas coincide con lo reportado por Wissemeier y Marienfeld (1998) quienes evaluaron en nochebuena cultivar Angélica el contenido de los cationes de calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg) se determinó en brácteas y hojas a intervalos semanales durante el desarrollo de la bráctea hasta que las plantas alcanzaron su calidad comercial. Las concentraciones de Ca en las brácteas son inferiores a las de hojas, mientras que lo contrario sucedió para el K. La relación Mg + K sobre relación con Ca sobre una base equivalente en brácteas fue seis veces mayor que en hojas.

4.5.1.1.1.5 Magnesio

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.6. Para magnesio (Cuadro 4.6 y Figura 4.8), se aprecia que con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de magnesio se incrementó (0.44 g 100^{-1} g,) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de Mg en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (de 0.23 g 100^{-1} g). Por otra parte al comparar entre la concentración de Mg en la bráctea correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (0.44 g 100^{-1} g), con el nivel alto de Mo (Mo_3) (0.19 g 100^{-1} g) se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$)

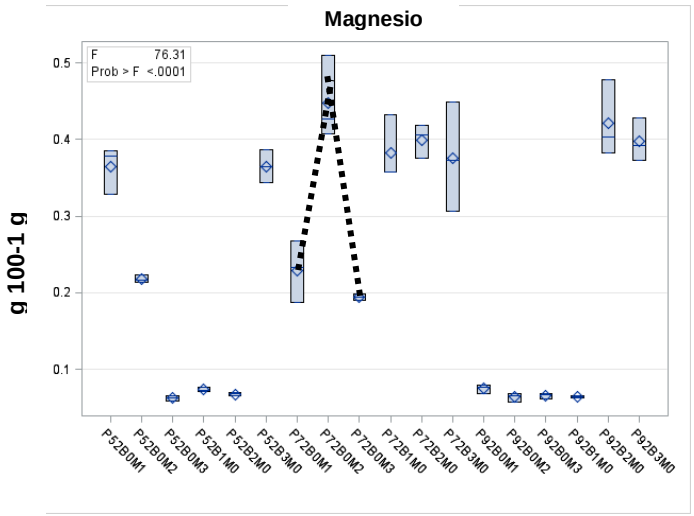

Figura 4.7 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la concentración de Magnesio en las brácteas

En el caso de magnesio la mayor extracción se obtuvo a través de la interacción antes mencionada con una presión osmótica media PO (PO_2), con el nivel menor de Boro y el nivel medio de Mo (Mo_2), lo sorprendente de esta respuesta a la interacción es que se tiene el efecto del molibdeno relacionado directamente con la extracción de Mg, en la curva en forma ascendente y con el nivel más alto desciende reportando un nivel excesivo de molibdeno. En cuanto a los rangos reportados por Ecke *et al*, (2004), los tres niveles de extracción obtenidos en este estudio, se encuentran dentro de un rango adecuado.

Lo anterior coincide en relación a la presión osmótica, con lo reportado por Juárez *et al.,* (2010), quien encontró las mayores concentraciones de Mg en la solución nutritiva con potencial osmótico de -70 Kpa, en la flor de *Lillium* hibrido Asiatico Brunelo.

4.5.1.1.2 Análisis de varianza de micronutrimentos en brácteas

El análisis de varianza de las concentraciones de B, Fe, Mn, Mo y Zn en las brácteas indicaron efectos altamente significativos ($\alpha \leq 0.01$), de los factores simples presión osmótica, boro y molibdeno, de las interacciones simples presión

osmótica x boro, presión osmótica x molibdeno y de la interacción compuesta: presión osmótica x Boro x molibdeno. Con excepción del Cu que para presión osmótica no fue significativa (α= =0.01), Cuadro 4.7.

4.5.1.1.2.1. Boro

El ANVA resultó altamente significativo (Cuadro 4.7), es diferente ~~en~~ el contenido de boro en las brácteas de la planta, se observa un coeficiente de variación pequeño del 4%, con una R^2 =0.99.

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.7. Para boro (Cuadro 4.7 y Figura 4.8), se determinó que con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo un incremento en la concentración de boro (93.60 $mgkg^{-1}$) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de B en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (69.62 $mgkg^{-1}$). En la misma curva de la Figura 4.9 al comparar la concentración de B en las brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (93.60 $mgkg^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (65.82 $mgkg^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

Cuadro 4.7 Micronutrimentos en las brácteas por efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Presión osmótica	**	ns	**	**	**	**
Boro	**	**	**	**	**	**
Molibdeno	**	**	**	**	**	**
Presión osmótica x boro	**	**	**	**	**	**
Presión osmótica x Molibdeno	**	**	**	**	**	**
Presión osmóticaxborox molibdeno	**	**	**	**	**	**
CV[x]	4.38	8.52	4.00	5.53	16.63	4.23

mg kg $^{-1}$

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica atm	Boro	Mo						
	B0	Mo1	97.06 cd[z]	13.46 cde	137.82 b	41.49 b	0.42 ef	40.16a
	B0	Mo2	83.14 e	11.96 cde	28.74 ij	24.12 e	0.00 f	9.20 ij
	B0	Mo3	47.51 g	13.67 cde	37.52 hi	9.88 g	0.68 ef	15.40h
0.52	B1	Mo0	13.67 ij	30.16 a	26.06 j	6.55 gh	14.92 a	22.04ef
	B2	Mo0	9.19 j	19.12 b	26.44 j	5.92 h	0.65 ef	18.18gh
	B3	Mo0	101.14 bc	13.13 cde	114.13 d	31.88 d	3.56 b	27.94 c
	B0	Mo1	69.62 f	8.39 f	81.50 f	25.29 e	0.00 f	20.67 fg
	B0	Mo2	93.60 cd	20.00 b	164.56 a	48.10 a	0.40 ef	27.54 c
	B0	Mo3	65.82 f	19.08 b	52.47 g	14.78 f	1.95 c	21.93 ef
0.72	B1	Mo0	82.20 e	26.30 a	93.77 e	36.93 c	0.22 ef	24.20de
	B2	Mo0	97.17 cd	10.64 ef	125.12 c	37.72 bc	0.00 f	27.47 c
	B3	Mo0	123.34 a	10.02 ef	127.08 c	35.58 cd	0.00 f	35.24 b
	B0	Mo1	23.75 h	8.39 f	28.38 ij	8.19 gh	0.42 ef	9.34 ij
	B0	Mo2	18.44 hi	27.21 a	45.67 gh	6.05 gh	0.40 ef	10.41 i
	B0	Mo3	8.39 j	15.79 bcd	49.42 g	5.06 h	0.00 f	7.53 j
0.92	B1	Mo0	10.51 ij	11.05 ef	26.27 j	5.76 h	1.72 c	8.50 ij
	B2	Mo0	106.96 b	12.16 def	125.12 c	38.70 bc	1.62 cd	39.87 a
	B3	Mo0	89.13 de	10.02 ef	98.59 e	37.98 bc	0.00 f	25.93cd
DMS[y]			8.51	4.29	9.60	3.95	0.78	2.82

NS; *; **: No significativo y significativo a una (α ≤ 0.05) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una (α ≤ 0.01).

[y]CV Coeficiente de variación

[x]DMS Diferencia mínima significativa

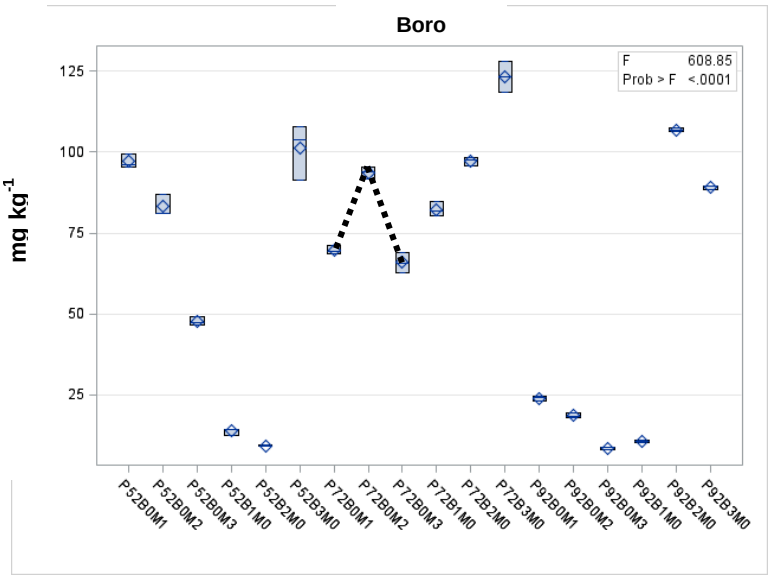

Figura 4.8 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de boro en las brácteas

4.5.1.1.2.2 Cobre

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.7. Para cobre (Cuadro 4.7 y Figura 4.9), se detectó que en la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) la concentración de cobre se incrementó (20.00 $mgkg^{-1}$) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de Cu en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (8.39 $mgkg^{-1}$).

Por otra parte al comparar la concentración de Cu en la bráctea correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (20.00 $mgkg^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (19.08 $mgkg^{-1}$), se obtuvo un descenso no significativo ($\alpha \leq 0.05$).

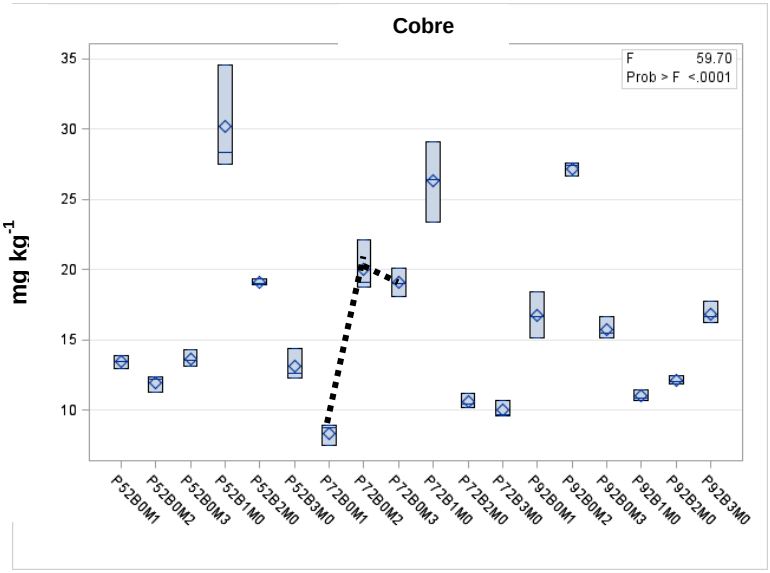

Figura 4.9 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la concentración de cobre en las brácteas

Marschener, (1995) menciona que el cobre es el elemento que afecta la formación de granos, semillas, y frutos, más que su requerimiento en el período vegetativo, menciona que cuando el suministro de cobre es el adecuado, las anteras, conteniendo el polen y los ovarios presentan los más altos contenidos de cobre en las flores. Esto coincide con las concentraciones de cobre en brácteas encontradas en este estudio que fue de 30.16 $mgkg^{-1}$, mientras que en hoja la concentración fue de 13.49 $mgkg^{-1}$. En esta investigación en brácteas, la extracción mayor se promovió por la interacción de la presión osmótica menor de 0.52 atm, el nivel de menor de Boro (B_1) y el nivel menor de Molibdeno (Mo_0).

4.5.1.1.2.3 Hierro

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.7. Para hierro (Cuadro 4.7 y Figura 4.10). Se observa en la curva que en la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo un aumento en la concentración de hierro (164.56 $mgkg^{-1}$) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de Fe en las brácteas correspondiente al nivel menor

de Mo (Mo_1) (81.50 $mgkg^{-1}$). Por otra parte al comparar la concentración de Fe en la bráctea correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (164.56 $mgkg^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (52.47 $mgkg^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

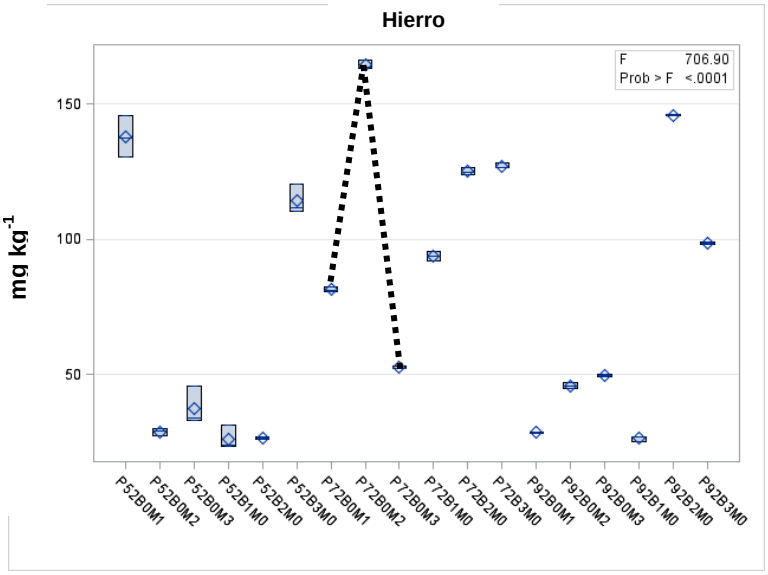

Figura 4.10 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la concentración de hierro en las brácteas

Jones, *et al.,* (1991), reportan que los rangos de suficiencia de la concentración de hierro para nochebuena son de 100 a 300 mg $kg^{-1,}$ por lo que el nivel detectado en brácteas en este estudio que fue de 164.56 mg kg^{-1}, obtenido con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2), se encuentra dentro de este rango.

4.5.1.1.2.4. Manganeso

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.7. Para manganeso (Cuadro 4.7 y Figura 4.11), se determinó que en la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) que la concentración de manganeso ascendió (48.10 $mgkg^{-1}$) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la

concentración de Mn en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (25.29 $mgkg^{-1}$). Por otra parte al comparar la concentración de Mn en la bráctea correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (48.10 $mgkg^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (14.78 $mgkg^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

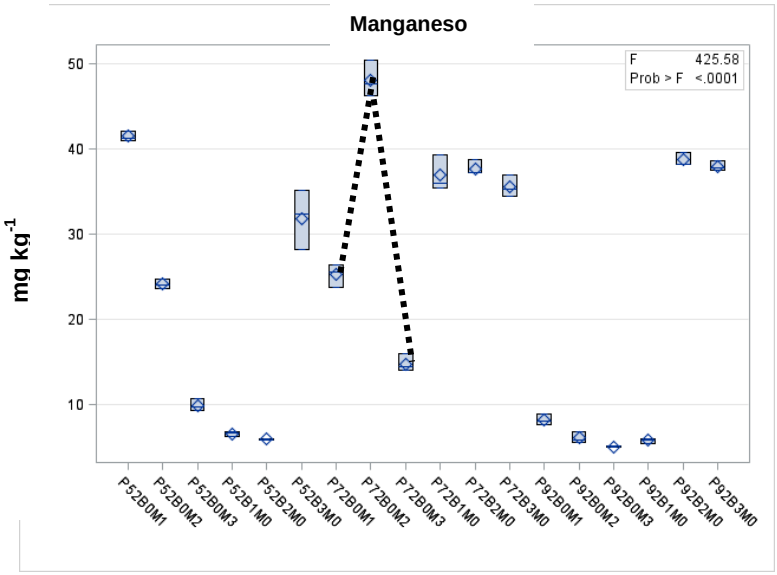

Figura 4.12 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de manganeso en las brácteas

En cuanto a la relación del manganeso con el potasio se obtuvo una relación negativa de -0.88 con una significancia estadística <0.0001, lo cual coincide con lo detectado por Fageria, (2001), quien indica que existe una relación antagónica entre estos nutrimentos.

La extracción de manganeso por las brácteas fue de 48.1 $mgkg^{-1}$ y está dentro del nivel suficiente reportado por Jones *et al*,(1991) quienes mencionan que los rangos son de 45 a 300 $mgkg^{-1}$, en el cultivo de nochebuena. Esta extracción se promovió con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2).

4.5.1.1.2.5 Molibdeno

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte de Cuadro 4.7. Para molibdeno

(Cuadro 4.7 y Figura 4.12), se presentan los resultados con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel menor de Mo (Mo_1), en los que se observa que se obtuvo que la concentración de molibdeno fue de 0 mg kg^{-1} en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.01$). La concentración de molibdeno en las brácteas correspondió al nivel medio de Mo (Mo_1) 0.40 mg kg^{-1}. Por otra parte al comparar la concentración de Mo en las brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 0.4 mg kg^{-1}, con la del nivel alto de Mo (Mo_3) 1.95 mg kg^{-1}, se obtuvo un incremento estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$) por lo que se puede inferir que existe una relación directa entre el incremento de los niveles de molibdeno y las concentraciones de potasio en las brácteas. Se encontró que la máxima absorción de potasio se promovió bajo este tratamiento con el nivel tres de molibdeno.

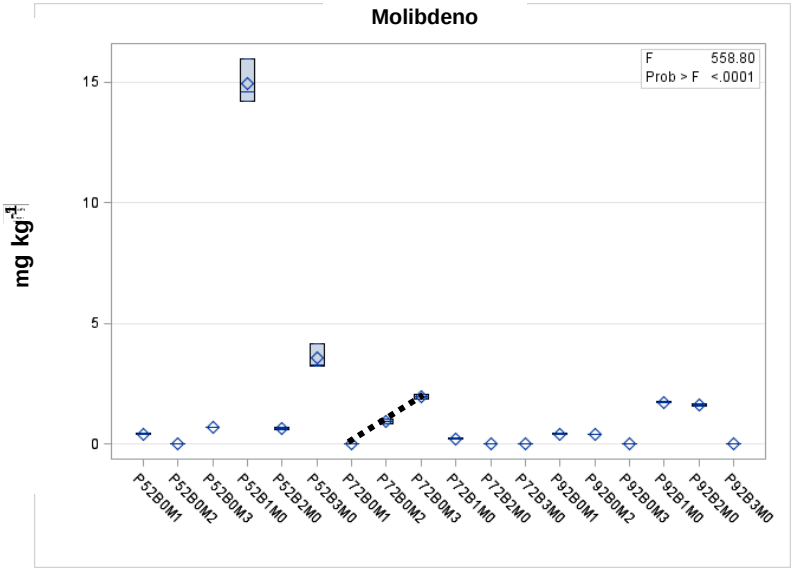

Figura 4.13 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la concentración de molibdeno en las brácteas

En esta investigación la mayor concentración del molibdeno en brácteas fue de 14.92 $mgkg^{-1}$, y se obtuvo con la interacción de la presión osmótica menor (PO_0) (0.52 atm), con el menor nivel de B (B_1) y el menor nivel de Mo (Mo_0), mientras

que en hojas es de 10.20 $mgkg^{-1}$, con la misma interacción pero con el nivel mayor de B (B_3), con lo que podemos inferir que este elemento es de vital importancia para el período reproductivo en nochebuena,

El Mo es esencial para convertir el fósforo inorgánico a orgánico en la planta.

4.5.1.1.2.6 Cinc

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte de Cuadro 4.7. Para cinc (Cuadro 4.7y Figura 4.13), la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de cinc ascendió (27.54 $mgkg^{-1}$) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de cinc en las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (20.67 $mgkg^{-1}$). Por otra parte al comparar la concentración de Zn en la bráctea correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (27.54 $mgkg^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (21.93 $mgkg^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$)

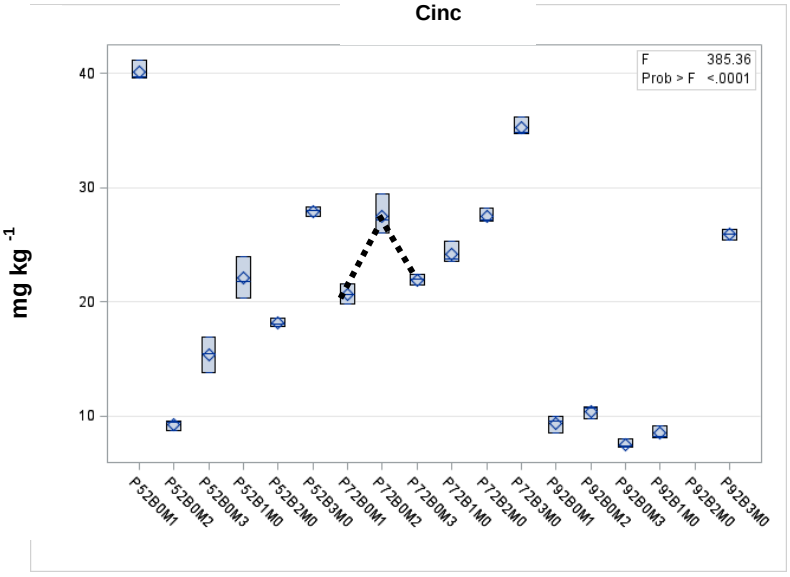

Figura 4.13 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la concentración de cinc en las brácteas

Cuadro 4.8 Variables de crecimiento: área foliar en las brácteas, número de inflorescencias y producción de materia seca de inflorescencias por efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	Área foliar brácteas	Número de Inflorescencias	Producción de materia seca de Inflorescencias
Presión osmótica	**	ns	**
Boro	**	**	ns
Molibdeno	**	**	*
Presión osmótica x boro	ns	*	ns
Presión osmótica x Molibdeno	**	**	**
Presión osmótica x boro x molibdeno	****	****	****
CV[x]	21.78	17.22	8.32

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica atm	Boro	Mo	cm^2	Número inflorescencias	%
	B0	Mo1	697.9 abcd[z]	2.67 b	64.43 a
	B0	Mo2	305.8 ef	2.33 b	49.08 bcd
0.52	B0	Mo3	1086.9 a	2.33 b	41.19 d
	B1	Mo 0	512.3 cdef	2.33 b	53.33 abcd
	B2	Mo 0	636.2 cdef	2.67 b	50.75 abcd
	B3	Mo 0	538.6 cdef	1.00 c	45.69 cd
	B0	Mo1	429.9 cdef	2.33 b	55.33 abc
	B0	Mo2	1043.1 a	4.33 a	61.33 ab
0.72	B0	Mo3	1026.7 ab	2.00 bc	61.76 ab
	B1	Mo 0	401.8 cdef	3.00 b	58.38 abc
	B2	Mo 0	576.6 cdef	2.00 bc	54.86 abcd
	B3	Mo 0	442.9 cdef	2.00 bc	58.14 abc
	B0	Mo1	419.0 cdef	2.33 b	54.62 abcd
	B0	Mo2	703.5 abcd	3.00 b	57.39 abc
0.92	B0	Mo3	344.1 def	2.00 bc	49.22 bcd
	B1	Mo 0	396.3 cdef	2.00 bc	57.29 abc
	B2	Mo 0	740.0 abc	2.33 b	52.00 abcd
	B3	Mo 0	294.6 f	2.00 bc	55.79 abc
DMS[y]			392.64	1.25	13.89

NS; *; **: No significativo y significativo a una (α ≤ 0.05) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una (α ≤ 0.01).

[y]CV Coeficiente de variación

[x]DMS Diferencia mínima significativa

4.5.1.2 Análisis de varianza de las variables de crecimiento

El análisis de varianza del área foliar de brácteas indicaron efectos altamente significativos (α ≤ 0.01), de los factores simples presión osmótica, boro y

molibdeno, de las interacciones simples el área foliar de las brácteas tuvo un efecto altamente significativa para presión osmótica x molibdeno; en el caso del número de inflorescencias el efecto fue altamente significativo para los factores simples de boro y molibdeno; tuvo efecto significativo para la interacción simple de presión osmótica x boro, efecto altamente significativo para la interacción simple de presión osmótica x molibdeno; en el caso de la producción de materia seca de inflorescencias el efecto fue altamente significativo para la presión osmótica, efecto significativo (α= =0.05), para el molibdeno. El efecto fue significativo para la interacción simple de presión osmótica x molibdeno. Para el área foliar de brácteas, número de inflorescencias y producción de materia seca de inflorescencia el efecto fue altamente significativo en la interacción compuestas: presión osmótica x Boro x molibdeno, primera parte del Cuadro 4.8. En todas las variables resultó altamente significativa la interacción compuesta.

4.5.1.2.1 Área foliar de brácteas

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.8. Para el área foliar de brácteas (Cuadro 4.8 y Figura 4.14), se presentan los resultados en donde con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que el área foliar de brácteas se incrementó (1043.1 cm^2) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación al área foliar de brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (429.9 cm^2). Por otra parte al comparar el área foliar de brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (1043.1 cm^2), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (1026.7 cm^2), se obtuvo una disminución estadísticamente no significativa ($\alpha \leq 0.05$).

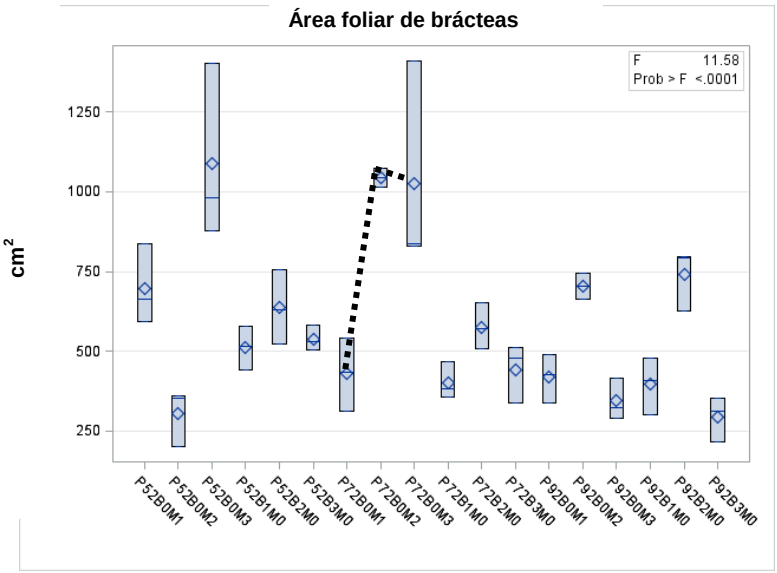

Figura 4.14 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el Área foliar de brácteas en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

El mayor Área foliar de brácteas de 1086.9 cm^2 se presentó con la presión osmótica de 0.52 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel tres y la menor es de 294.6 cm^2, con una presión osmótica de 0.92 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel tres.

Boodley (1969), reporta que con un nivel medio de nitrógeno se puede favorecer el desarrollo de la bráctea, ya que con niveles altos puede ocasionar daño al tejido, caracterizado por áreas necróticas, por lo que en esta investigación, se manejó un nivel adecuado para el desarrollo de la bráctea.

4.5.1.2.2 Número de inflorescencias

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.8. Para el número de inflorescencias (Cuadro 4.8 y Figura 4.15), se presentan los resultados que nos indican que con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo un incremento en el número de inflorescencias de (4.33) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación al número de inflorescencias

correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (2.33). Por otra parte al comparar el número de inflorescencias correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (4.33), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (2.00), se obtuvo una disminución estadísticamente significativa ($\alpha \leq 0.05$).

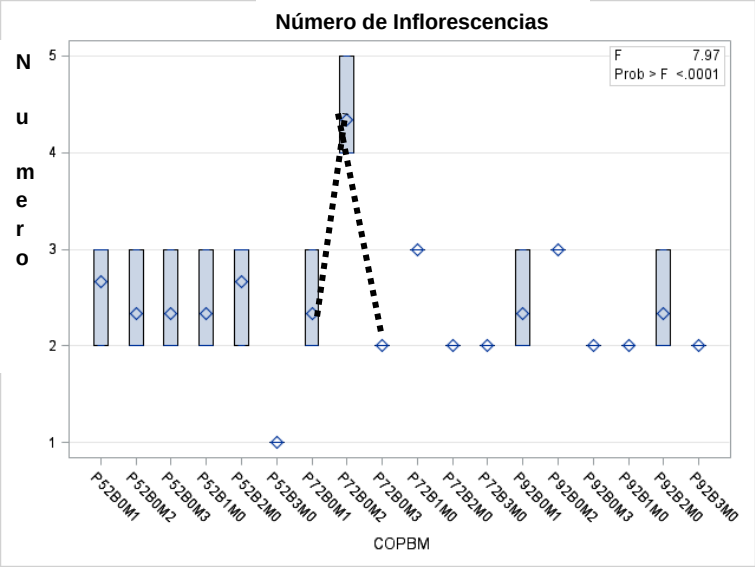

Figura 4.15 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el Número de inflorescencias en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

El mayor número de inflorescencias se obtuvo bajo la interacción de la presión osmótica 0.72 atm con tres inflorescencias, con el boro fijo y el molibdeno en el nivel dos, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre el número de inflorescencias con la misma presión osmótica el boro fijo y el nivel uno, ni el nivel tres de molibdeno, lo cual indica que no son determinantes ninguna de las interacciones.

El mayor número de inflorescencias fue de 4.33 con la presión osmótica de 0.72 atm con el boro fijo y el molibdeno con nivel dos y el menor incremento se registró con 1 inflorescencia con la presión osmótica de 0.52 atm con el molibdeno fijo y el nivel tres de boro.

Al respecto Bidwell (1993) indica que para la diferenciación de estructuras reproductivas, es necesario que la planta sea inducida y que cuente con las

reservas necesarias para poder entrar a la etapa de floración, siendo el nitrógeno el nutrimento que optimice la cantidad adecuada de reservas.

.4.5.1.2.3Producción de materia seca de inflorescencias

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.8. Para producción de materia seca de inflorescencias (Cuadro 4.8 y Figura 4.16), Los resultados del Cuadro 4.8 nos muestran que la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la producción de materia seca de inflorescencias fue (61.33 %) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la producción de materia seca de inflorescencias correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (55.33%). Por otra parte al comparar la producción de materia seca de inflorescencias correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (61.33 %), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (61.76 %), es estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$).

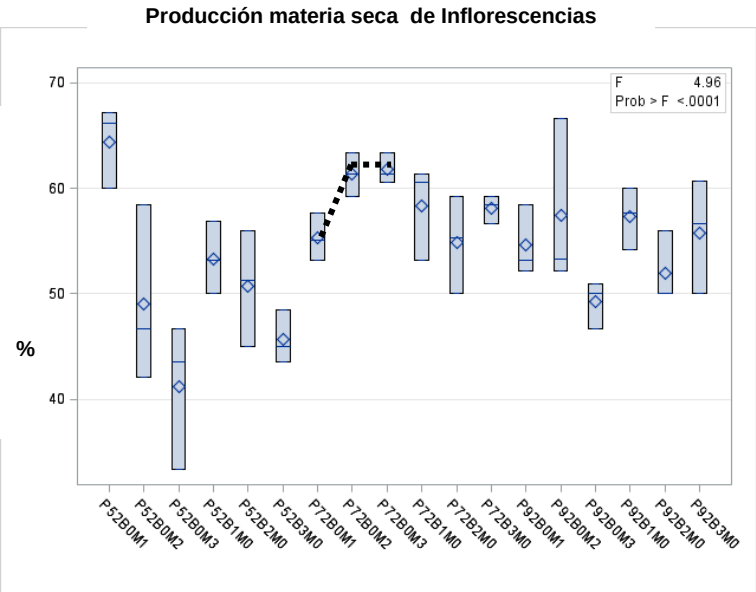

Figura 4.16 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el producción de materia seca de inflorescencias en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

En la Figura 4.17, se observa una curva similar a una curva de Gauss, que se asemeja a la curva de crecimiento de la planta donde hay una etapa de iniciación, desarrollo y llega a una etapa donde el crecimiento se detiene ya que, con el nivel alto de Molibdeno Mo (Mo_3), ya no promueve el incremento de la producción de materia seca de las inflorescencias.

4.5.1.3 Análisis de varianza de pigmentos en brácteas

El análisis de varianza del contenido de antocianinas en las brácteas fue altamente significativo para presión osmótica x boro y para la interacción compuesta presión osmótica x boro x molibdeno; el análisis de varianza de carotenoides en las brácteas indicaron efectos altamente significativos ($\alpha \leq 0.01$), de los factores simples presión osmótica y boro y para las interacciones simples el efecto fue significativo ($\alpha = = 0.05$), para presión osmótica x boro, y en la interacción compuesta: presión osmótica x boro x molibdeno. El efecto fue altamente significativo para antocianinas y carotenoides Cuadro 4.9.

4.5.1.3.1. Antocianinas

El ANVA resulto altamente significativo (Cuadro 4.11), es diferente en el contenido de antocianinas en las brácteas de la planta., se observa un coeficiente de variación pequeño del 12%. y una $R^2 = 0.71$.

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.9. Para el contenido de antocianinas en brácteas (Cuadro 4.9 y Figura 4.17), los datos indican que la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo un incremento en el contenido de antocianinas de (450.59 mg g^{-1} de tejido fresco) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación al contenido de antocianinas en brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (398.08 mg g^{-1} de tejido fresco). Por otra parte al comparar el contenido de antocianinas en brácteas

correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (450.59 mg g^{-1} de tejido fresco), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (365.35 mg g^{-1} de tejido fresco), se obtuvo un descenso estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$) .

Cuadro 4.9 Contenido de antocianinas y carotenoides. en las brácteas debidas al efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	Antocianinas	Carotenoides
Presión osmótica	ns	**
Boro	ns	**
Molibdeno	ns	ns
Presión osmótica x boro	**	*
Presión osmótica x Molibdeno	ns	ns
Presión osmótica x boroxmolibdeno	****	****
CV[x]	12.31	10.40

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica atm	Boro	Mo	mg g-1 de tejido fresco	
	B0	Mo1	414.53 abcd[z]	2.21 cdef
	B0	Mo2	393.67 abcd	2.69 abc
0.52	B0	Mo3	412.31 abcd	2.49 bcde
	B1	Mo0	242.74 e	3.40 a
	B2	Mo0	299.92 cde	1.68 fg
	B3	Mo0	363.61 abcde	2.28 bcdef
	B0	Mo1	398.08 abcd	2.72 abc
	B0	Mo2	450.59 ab	2.46 bcde
0.72	B0	Mo3	365.82 abcde	1.88 defg
	B1	Mo0	288.08 de	2.99 ab
	B2	Mo0	393.35 abcd	2.38 bcdef
	B3	Mo0	335.68 bcde	2.62 bcd
	B0	Mo1	395.53 abcd	1.76 efg
	B0	Mo2	414.12 abcd	1.42 g
0.92	B0	Mo3	371.40 abcde	1.88 defg
	B1	Mo0	442.34 abc	2.69 abc
	B2	Mo0	380.07 abcde	2.49 bcde
	B3	Mo0	502.76 a	2.45 bcde
DMS[y]			143.78	0.76

NS; *; **: No significativo y significativo a una ($\alpha \leq 0.05$) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($\alpha \leq 0.01$).

[y]CV Coeficiente de variación

[x]DMS Diferencia mínima significativa

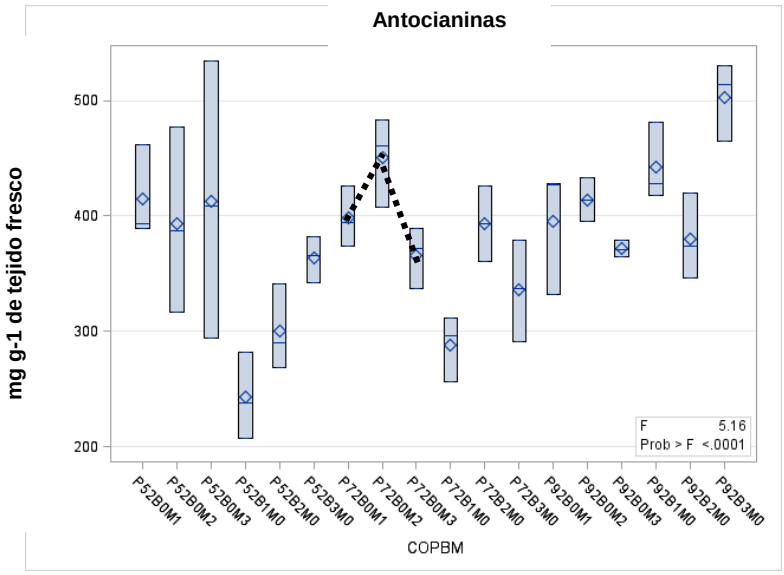

Figura 4.17 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de antocianinas en las brácteas

El mayor contenido de antocianinas fue de 502.76 mg g^{-1} de tejido fresco con la presión osmótica de 0.92 atm el molibdeno fijo y el boro en el nivel tres y el menor contenido es de 242.74 mg g^{-1} de tejido fresco, con una presión osmótica de 0.72 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno.

Para la síntesis de antocianinas, la planta necesita un buen abastecimiento de fotoasimilados y el nitrógeno es el nutrimento indispensable para que la planta tenga mayor disponibilidad y producción de estos pigmentos) Navarro y Navarro, 2000), se puede atribuir una relación directa entre el contenido de nitrógeno y el contenido de estos pigmentos.

4.5.1.3.2 Carotenoides

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.9. Para el contenido de carotenoides en brácteas (Cuadro 4.9 y Figura 4.18), se presentan los resultados de la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que el contenido de carotenoides es de (2.46 mg g^{-1} de tejido fresco) en términos estadísticamente

no significativos (α ≤ 0.05) con relación contenido de carotenoides en brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (2.72 mg g^{-1} de tejido fresco). Por otra parte al comparar el contenido de carotenoides en brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (1.42 mg g^{-1} de tejido fresco), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (1.88 mg g^{-1} de tejido fresco), se obtuvo una diferencia estadísticamente no significativo (α ≤ 0.05).

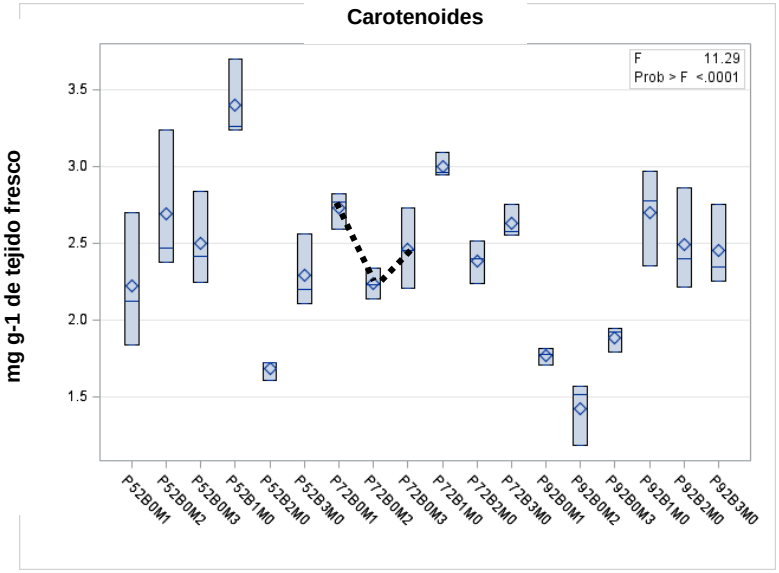

Figura 4.18 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de carotenoides en las brácteas

El mayor contenido de carotenoides es de 3.4 mg g^{-1} de tejido fresco con la presión osmótica de 0.72 atm el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno y el menor contenido es de 01.42 mg g^{-1} de tejido fresco, con una presión osmótica de 0.52 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel tres.

En el 2004 Ayala, investigó sobre la Influencia de calcio, boro y molibdeno en la aplicación foliar en el desarrollo vegetativo, floración, calidad de flor y vida poscosecha de plantas de nochebuena del cultivar Subjibi roja. Se muestrearon hojas y brácteas, evaluándose área foliar, peso fresco, seco y específico de hoja, contenido de clorofilas a, b y total en hojas y brácteas, además de carotenoides y antocianinas en brácteas. Estas variables se evaluaron en poscosecha junto con la caída de hojas, brácteas y ciatios. Del 5 de noviembre al 5 de diciembre, la

clorofila disminuyó en 95% y los carotenoides en 89%, en tanto que las antocianinas se incrementaron en 12.85%. Al final del período de posproducción el B (0.5 mgL-1) favoreció la altura de los brotes, número de brácteas dañadas por

Navarro y Navarro, (2000) menciona que se puede atribuir una relación directa entre el contenido de nitrógeno y contenido de pigmentos como la antocianina y carotenoides, lo cual no se presentó en esta investigación.

4.5.1.4 Análisis de varianza de la Luminosidad, Pureza e Intensidad

Se realizó un muestreo final en donde se determinaron las variables de luminosidad L, pureza de color C e la intensidad de color H; de acuerdo a los valores mostrados en (Cuadro 4.10).

El análisis de varianza de las variables de color la luminosidad e intensidad en las brácteas indicaron efectos altamente significativos ($\alpha \leq 0.01$), de los factores simples presión osmótica, boro y molibdeno, en el caso de la pureza el efecto fue altamente significativo para boro y molibdeno y de las interacciones simples para las luminosidad, pureza e intensidad el efecto fue altamente significativo para presión osmótica x boro y presión osmótica x molibdeno y en la interacción compuesta: presión osmótica x Boro x molibdeno , el efecto fue altamente significativo Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10 Variables componentes del color de las brácteas debidas al efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	L	C	H
Presión osmótica	**	ns	**
Boro	**	**	**
Molibdeno	**	**	**
Presión osmótica x boro	**	**	**
Presión osmótica x Molibdeno	**	**	**
Presión osmótica x boro x molibdeno	**	**	**
CV[x]	1.20	0.87	0.65

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica atm	Boro	Mo			
	B0	Mo1	38.04 abc[z]	57.78 bcd	33.70 cd
	B0	Mo2	35.98 efg	52.97 fg	34.01 cd
0.52	B0	Mo3	36.27 def	52.75 fg	33.40 d
	B1	Mo0	34.53 h	55.03 e	38.56 a
	B2	Mo0	34.37 h	52.58 fg	34.20 bc
	B3	Mo0	37.30 bcde	57.65 bcd	33.70 cd
	B0	Mo1	36.75 cde	54.71 e	33.72 cd
	B0	Mo2	38.89 a	59.71 a	33.84 cd
0.72	B0	Mo3	35.02 fgh	55.00 e	34.55 b
	B1	Mo0	34.96 fgh	54.61 e	34.58 b
	B2	Mo0	34.81 gh	49.28 h	34.59 b
	B3	Mo0	37.90 abc	59.09 ab	34.16 bc
	B0	Mo1	37.31 bcde	57.61 cd	34.30 bc
	B0	Mo2	37.87 abc	53.80 ef	32.59 e
0.92	B0	Mo3	38.28 ab	51.84 g	31.56 f
	B1	Mo0	34.48 h	52.30 g	34.29 bc
	B2	Mo0	37.53 bcd	58.30 abc	33.85 cd
	B3	Mo0	35.35 fgh	56.73 d	33.62 cd
DMS[y]			1.34	1.47	0.68

NS; *; **: No significativo y significativo a una ($\alpha \leq 0.05$) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($\alpha \leq 0.01$).

[y]CV Coeficiente de variación

4.5.1.4.1 Luminosidad (L)

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.10. Para la luminosidad

del color de las brácteas (Cuadro 4.10 y Figura 4.19), se muestran que con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la luminosidad del color de las brácteas ascendió (38.89) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación la luminosidad del color de las brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (36.75). Por otra parte al comparar la luminosidaad de las brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (38.89), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (35.02), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$)).

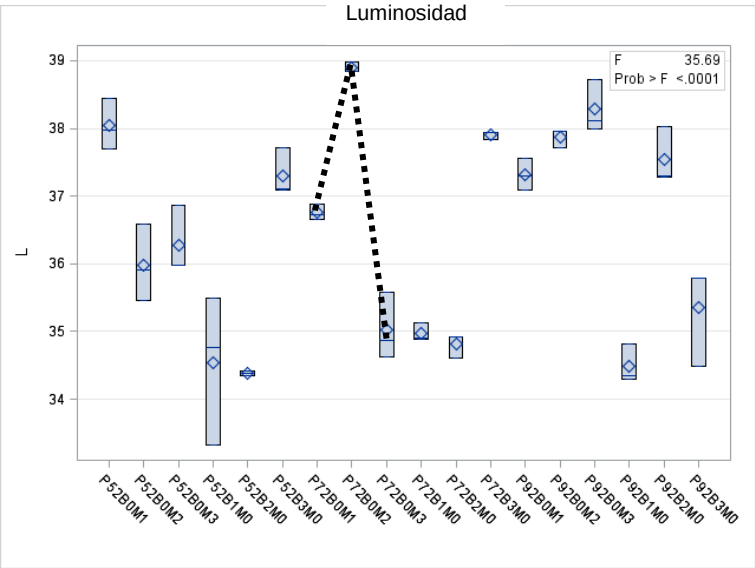

Figura 4.19 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la luminosidad del color de las brácteas

La mayor luminosidad es de 38.89 lo cual representa un color oscuro con la presión osmótica de 0.72 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel dos y la menor luminosidad es de 34.37, con una presión osmótica de 0.52 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel dos. Existe una correlación entre la luminosidad y las antocianinas de 0.29.

4.5.1.4.2 Pureza (C)

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.10. Para la pureza del

color de las brácteas (Cuadro 4.10 y Figura 4.20), se observa que con la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la pureza del color de las brácteas ascendió (59.71) en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación la luminosidad de brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (54.71). Por otra parte al comparar la pureza del color de las brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (59.71), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (55.00), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

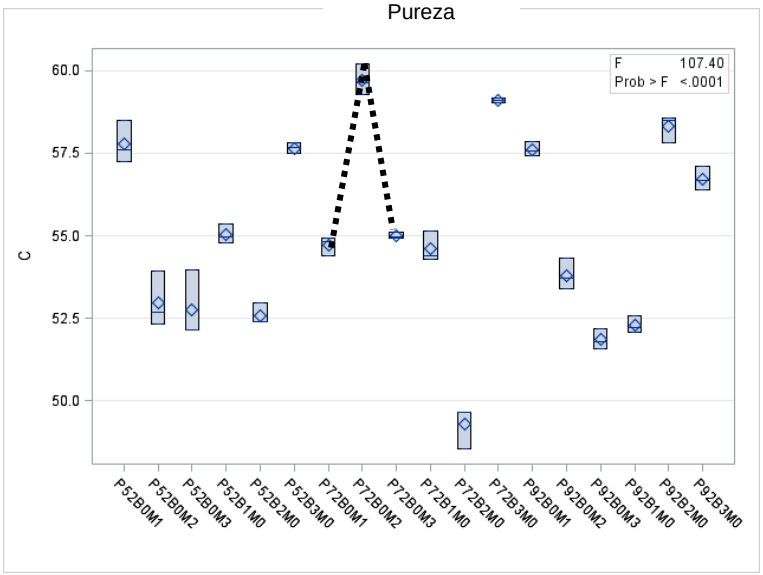

Figura 4.20 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la pureza del color de las brácteas

Representa el croma o concentración del color el valor mayor fue de 59.71 por lo cual es un color puro se obtuvo con la presión osmótica de 0.72 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel dos y la menor pureza es de 49.28, con una presión osmótica de 0.72 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno.

Para esta variable no se encontró una Correlación de Pearson significativa.

4.5.1.4.3 Intensidad (H)

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.10. Para la intensidad del color de las brácteas (Cuadro 4.10 y Figura 4.21), se muestra que con la

interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la intensidad del color de las brácteas fue (33.84) no fue estadísticamente significativa ($\alpha \leq 0.05$) con relación la intensidad de brácteas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (33.72). Por otra parte al comparar la intensidad del color de las brácteas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (34.59), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (34.55), no se encuentran diferencias estadísticas ($\alpha \leq 0.05$).

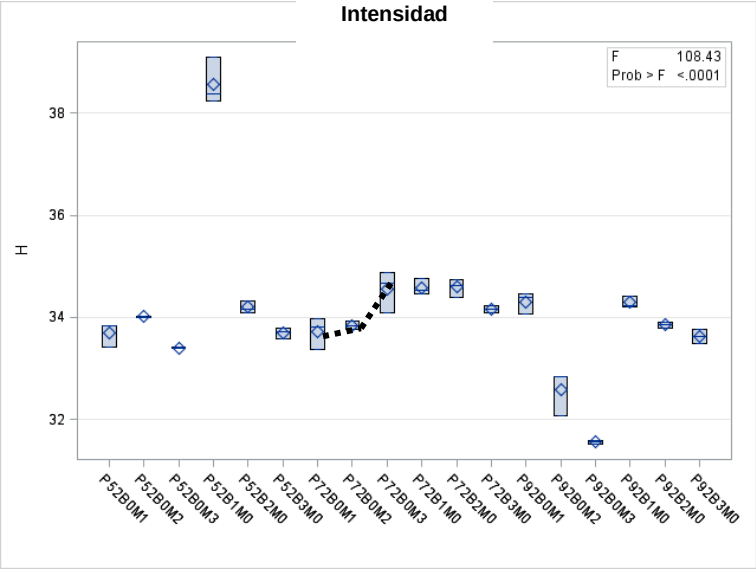

Figura 4.21 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la intensidad del color de las brácteas

Representa la intensidad del color rojo siendo el valor mayor de 38.56 con la presión osmótica de 0.52 atm, el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno y la menor intensidad es de 31.56 el cual también es rojo, con una presión osmótica de 0.92 atm con el boro fijo y el molibdeno en el nivel tres.

4.5.2. Resultados período vegetativo

4.5.2.1 Concentración de nutrimental en hojas

4.5.2.1.1 Análisis de varianza de macronutrimentos en hojas

El análisis de varianza de las concentraciones N, Ca y Mg en hojas indicaron efectos altamente significativos ($\alpha \leq 0.01$), de los factores simples presión osmótica , boro y molibdeno, de las interacciones simples el efecto fue altamente

significativo para presión osmótica x molibdeno y presión osmótica x boro, en el caso del P indico el efecto significativo (α= =0.05), para los factores simples de presión osmótica y boro, de las interacciones simples el efecto fue significativo para presión osmótica x boro. Para K fue significativa la presión osmótica, y las interacciones simples presión osmótica x boro y presión osmótica por molibdeno, fueron altamente significativas. Cuadro 4.11.

Cuadro 4.11 Macronutrimentos en hojas por el efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	N	P	K	Ca	Mg
Presión osmótica	**	*	*	**	*
Boro	**	*	ns	**	**
Molibdeno	**	ns	ns	**	**
Presión osmótica x boro	*	*	**	**	**
Presión osmótica x Molibdeno	**	ns	**	**	**
Presión osmóticaxboroxmolibdeno	**	**	**	**	**
CV[x]	15.44	16.01	20.39	22.71	16.07

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica atm	Boro	Mo	g 100^{-1}g			
	B0	Mo1	2.75 ab[z]	0.56 bcdef	1.41 cd	1.63 a	0.47 a
	B0	Mo2	2.29 ab	0.83 ab	1.61 cd	1.49 ab	0.45 ab
0.52	B0	Mo3	2.96 a	0.37 fgh	1.56 cd	1.33 abcd	0.35 abc
	B1	Mo0	2.96 a	0.47 defgh	1.41 cd	0.83 cdef	0.25 cd
	B2	Mo0	3.47 a	0.88 a	1.88 c	1.43 ab	0.35 abc
	B3	Mo0	2.83 ab	0.59 bcdef	1.85 c	0.62 def	0.18 de
	B0	Mo1	2.85 ab	0.76 abc	2.05 c	1.21 abcde	0.38 abc
	B0	Mo2	3.53 a	0.67 abcde	1.56 cd	1.21 abcde	0.39 abc
0.72	B0	Mo3	3.25 a	0.55 bcdef	1.86 c	0.66 cdef	0.05 e
	B1	Mo0	2.84 ab	0.52 cdefg	1.39 cd	1.35 abc	0.44 ab
	B2	Mo0	3.17 a	0.46 efgh	8.00 a	0.26 f	0.07 e
	B3	Mo0	3.62 a	0.76 abcd	1.74 cd	1.35 abc	0.45 ab
	B0	Mo1	2.83 ab	0.65 abcdef	3.55 b	1.31 abcd	0.35 abc
	B0	Mo2	2.85 ab	0.25 gh	4.10 b	0.43 f	0.04 e
0.92	B0	Mo3	2.67 ab	0.62 abcdef	1.53 cd	1.46 ab	0.32 bcd
	B1	Mo0	3.45 a	0.73 abcde	1.73 cd	1.21 abcde	0.35 abc
	B2	Mo0	3.33 a	0.19 h	0.43 d	0.28 f	0.06 e
	B3	Mo0	1.56 b	0.54 cdef	1.49 cd	0.0.58 ef	0.38 abc
DMS[y]			1.4	0.28	1.36	0.72	0.14

NS; *; **: No significativo y significativo a una (α ≤ 0.05) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una (α ≤ 0.01).

[y]CV Coeficiente de variación

[x]DMS Diferencia mínima significativa

En la interacción compuesta: presión osmótica x boro x molibdeno, el efecto fue altamente significativo para N, P, K, Ca y Mg Cuadro 4.11.

4.5.2.1.1.1 Nitrógeno

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.11. Para nitrógeno (Cuadro 4.11 y Figura 4.23), se observa que la interacción PO x B x Mo dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de nitrógeno en las hojas de nochebuena se incrementó (3.53 g 100 g $^{-1}$) pero sin diferencias estadísticas ($\alpha \leq 0.05$) con relación con la concentración de nitrógeno en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (2.85 g 100 g $^{-1}$). Por otra parte al comparar la concentración de nitrógeno en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (3.53 g 100 g $^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (3.25 g 100 g $^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$).

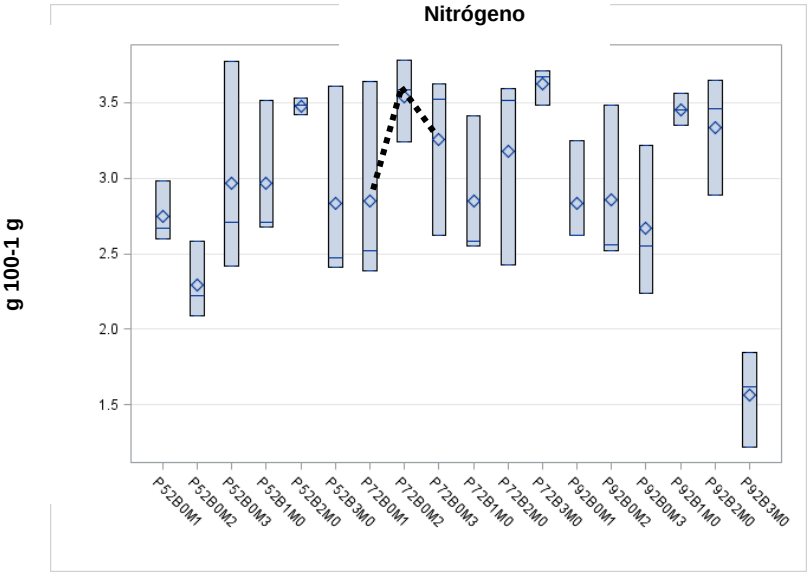

Figura 4.22 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la concentración de nitrógeno en las hojas de nochebuena

Malcom, (2000) menciona que con dosis muy elevadas de potasio el suministro de nitrógeno es bajo, como en esta investigación, por lo tanto el potasio ejerció un efecto antagónico con el nitrógeno.

Cabe mencionar que el efecto del boro en el nivel tres, favoreció la mayor absorción en hojas de Nochebuena con una presión osmótica media de 0.72 atm, este efecto puede estar relacionado con lo mencionado por Epstein *et al.*, 2004 sobre el papel del boro en los puntos de crecimiento de las raíces y los brotes se detiene la elongación cuando el boro es deficiente y si la deficiencia es severa continúa, decolorarse, desorganizado, y mueren el tejido vegetativo.

Esto es aparentemente relacionado con un efecto de boro con el metabolismo. del ácido ribonucleico (ARN), Albert *et al*, (1961) encontraron que la elongación de tallos de tomate se presentó con el boro es deficiente lo que provoca que se detenga antes de su contenido de ARN disminuya.

Esto podría sugerir que el efecto de la deficiencia de boro en el metabolismo del RNA es indirecto o secundario. Sin embargo, el suministro de las bases de nitrógeno, timina, guanina, citosina o evitado tanto el paro de la elongación y la disminución del contenido de RNA que normalmente se sigue (Johnson y Albert, 1967). La respuesta a las bases de nitrógeno implica ARN en el efecto del boro.

4.5.2.1.1.2 Fósforo

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.11. Para fósforo (Cuadro 4.11 y Figura 4.23). La interacción PO x Mo x B dentro del nivel menor de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de fósforo en las hojas de nochebuena se incrementó (0.67g 100 g $^{-1}$) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) en relación con la concentración de P en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel menor de B (B_1) (0.76 g 100 g $^{-1}$). Por otra parte al comparar la

concentración de fósforo en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel medio de B (B_2) (0.67 g 100 g $^{-1}$), con la del nivel alto de B (B_3) (0.52 g 100 g $^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente no significativo (α ≤ 0.05).

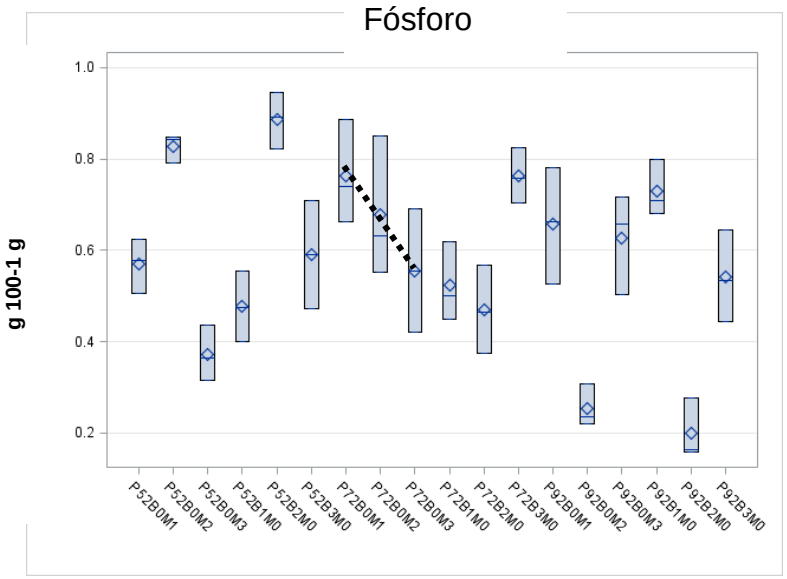

Figura 4.23 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de fósforo en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

4.5.2.1.1.3 Potasio

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.11. Para potasio (Cuadro 4.11 y Figura 4.25). Se muestran los datos que nos indican que la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de potasio en las hojas de nochebuena es (1.56 g 100 g $^{-1}$) en términos estadísticamente no significativos (α ≤ 0.05) con relación con la concentración de K en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (2.05 g 100 g $^{-1}$). Por otra parte al comparar la concentración de K en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (1.56 g 100 g $^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (1.39 g 100 g $^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente no significativo (α ≤ 0.05).

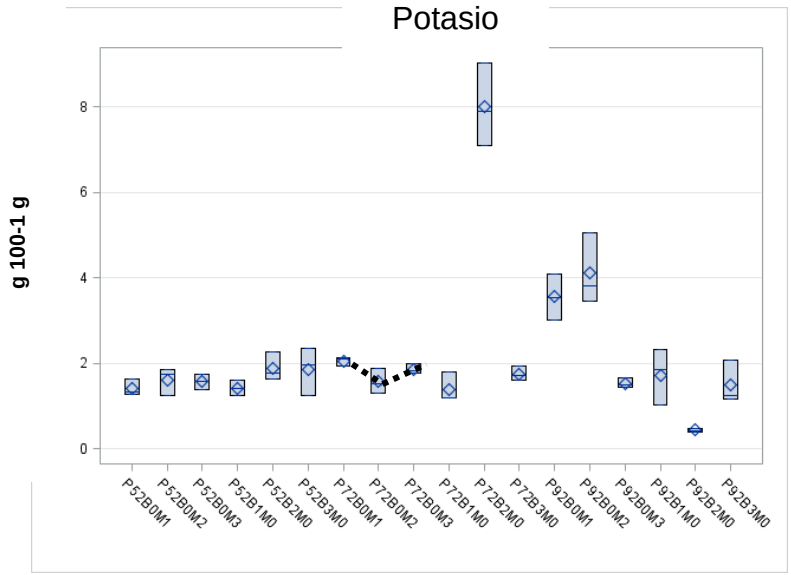

Figura 4.24 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de potasio en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

4.5.2.1.1.4 Calcio

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.11. Para calcio (Cuadro 4.11 y Figura 4.25). Se obtiene que la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de calcio en las hojas de nochebuena fue (1.21 g 100 g $^{-1}$) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación con la concentración de Ca en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (1.21g 100 g $^{-1}$). Por otra parte al comparar la concentración de Ca en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (1.21 g100 g $^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (0.66 g 100 g $^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$).

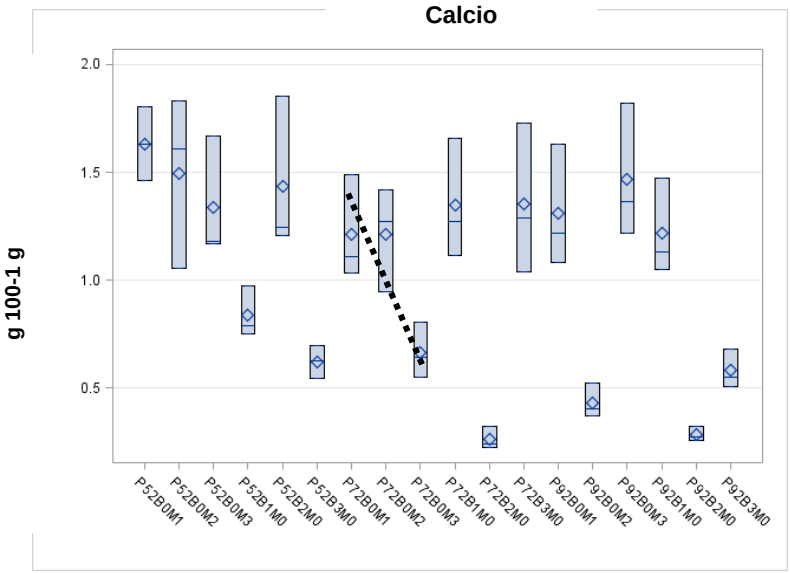

Figura 4.25 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de calcio en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

Sobre este macronutrimento coincide los reportado por los investigadores Wissemeier y Marienfeld (1998) encontraron que en nochebuena cultivar (Angélica) el contenido de los cationes de calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg) se determinó en brácteas y hojas a intervalos semanales durante el desarrollo de la bráctea hasta que las plantas alcanzaron su calidad comercial. Los contenidos de Ca de las brácteas son inferiores que los contenidos en las hojas.

De acuerdo a los índices de Ecke *et al.*, (2000), las concentraciones de calcio en hoja se encuentran un rango de suficiencia.

4.5.2.1.1.5 Magnesio

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.11. Para magnesio (Cuadro 4.11 y Figura 4.26), se encuentran los resultados de la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de magnesio en las hojas de nochebuena ascendió (0.39 g 100 g $^{-1}$) en términos

estadísticamente no significativos (α ≤ 0.05) con relación con la concentración de Mg en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (0.38 g 100 g $^{-1}$). Por otra parte al comparar la concentración de Mg en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel medio de B (B_2) (0.35 g100 g $^{-1}$), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (0.05 g 100 g $^{-1}$), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo (α ≤ 0.05).

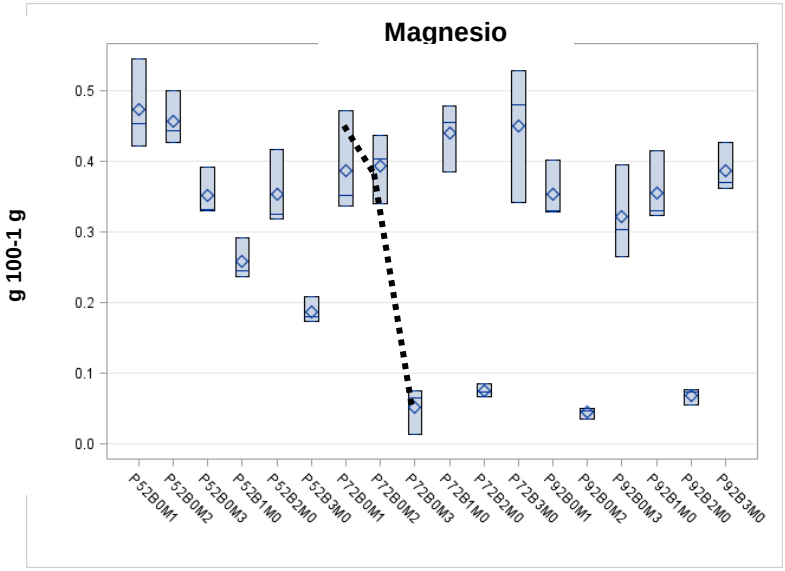

Figura 4.26 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de magnesio en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

4.5.2.1.2 Análisis de varianza de micronutrimentos

El análisis de varianza de las concentraciones B, Cu, Fe y Zn en hojas indicaron efectos altamente significativos (α ≤ 0.01), de los factores simples presión osmótica , boro y molibdeno, de las interacciones simples se obtuvo efecto altamente significativo para presión osmótica x boro y presión osmótica x molibdeno, en el caso del Mn se obtuvo efecto significativo(α= =0.05), para los factores simples de presión osmótica ; el Mo se obtuvo efecto significativo del factor simple presión osmótica y altamente significativo para el efecto de boro.

En la interacción compuesta: presión osmótica x boro x molibdeno, el efecto fue altamente significativo para B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn Cuadro 4.12.

Cuadro 4.12 Micronutrimentos en las hojas por el efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Presión osmótica	**	**	**	*	*	**
Boro	**	**	**	ns	**	**
Molibdeno	**	**	**	ns	ns	**
Presión osmótica* boro	**	**	**	ns	ns	**
Presión osmótica* Molibdeno	**	**	**	ns	*	**
CV[x]	12.69	11.33	44.25	36.23	17.02	15.75
Presión osmótica boro molibdeno	**	**	**	**	**	**

Pruebas de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica X boro x molibdeno

mg kg $^{-1}$

Presión osmótica atm	Boro	Mo						
	B0	Mo1	180.30 b[z]	7.83 bcd	251,65 a	147.45 a	2.72 d	26.30 cd
	B0	Mo2	184.79 b	7.34 bcd	278.54 a	127.88 ab	4.01 c	29.07 cd
0.52	B0	Mo3	157.88 bcd	9.18 b	240.82 a	110.25 abcd	10.20 a	33.18 bc
	B1	Mo 0	119.49 de	3.66 f	251.69 a	70.66 abcde	1.11 ef	18.54 def
	B2	Mo 0	184.64 b	6.40 cde	282.92 a	85.84 abcde	0.54 f	27.41 cd
	B3	Mo 0	185.80 b	4.32 ef	184.93 a	57.26 bcde	0.00 f	54.72 a
	B0	Mo1	168.15 bcd	8.57 bcd	249.86 a	85.40 abcde	1.99 d	29.63 cd
	B0	Mo2	199.75 b	7.34 bcd	225.50 a	110.61 abcd	0.88 ef	24.46 cd
0.72	B0	Mo3	38.22 f	8.16 bcd	177.55 a	71.63 abcde	5.66 b	8.12 f
	B1	Mo 0	163.31 bcd	6.31 de	226.72 a	80.80 abcde	0.00 f	26.56 cd
	B2	Mo 0	24.84 f	9.14 b	109.61 a	23.51 e	0.79 ef	6.49 f
	B3	Mo 0	267.71 a	7.00 bcd	300.95 a	88.92 abcde	0.00 f	34.71 bc
	B0	Mo1	168.50 bcd	6.85 bcde	239.15 a	62.35 abcde	4.12 c	24.72 cd
	B0	Mo2	37.53 f	8.96 bc	88.65 a	32.05 de	0.08 f	11.53 ef
0.92	B0	Mo3	175.86 b	13.49 a	231.09 a	126.10 abc	9.05 a	42.46 b
	B1	Mo 0	159.71 bcd	9.14 b	137.56 a	57.92 bcde	0.83 ef	25.07 cd
	B2	Mo 0	63.68 ef	2.30 f	43.16 a	19.49 e	0.04 f	7.16 f
	B3	Mo 0	123.37 cd	8.40 bcd	98.50 a	41.03 cde	0.68 f	22.74 cde
DMS[y]			56.20	2.59	272.44	86.25	1.23	12.14

NS; *; **: No significativo y significativo a una (α ≤ 0.05) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una (α ≤ 0.01).

[y]CV Coeficiente de variación

[x]DMS Diferencia mínima significativa

4.5.2.1.2.1 Boro

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.12. Para boro (Cuadro

4.12 y Figura 4.27). Se registra la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo

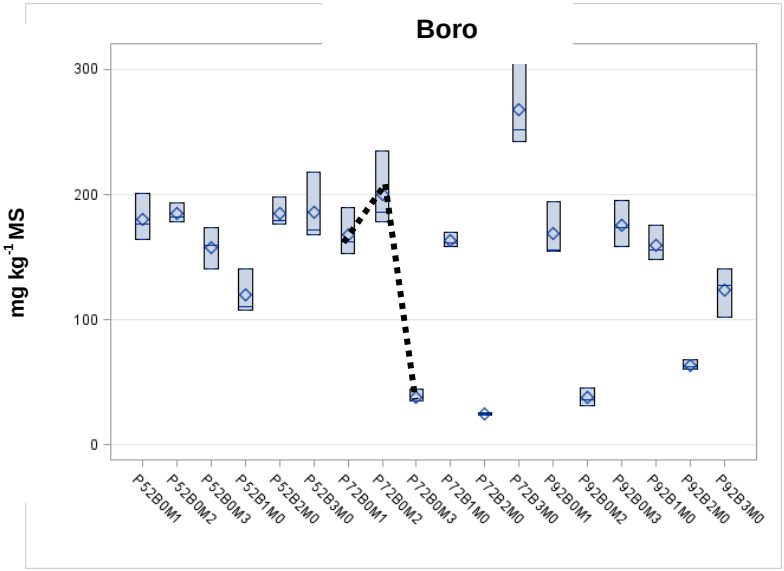

Figura 4.27 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de boro en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

(Mo_2) se obtuvo que la concentración de boro en las hojas de nochebuena ascendió (199.75 mg kg^{-1}) en términos estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$) con relación con la concentración de B en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (168.15 mg kg^{-1}). Por otra parte al comparar la concentración de B en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (199.75 mg kg^{-1}), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (38.22 mg kg^{-1}), se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

4.5.2.1.2.2 Cobre

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.12. Para cobre (Cuadro 4.12 y Figura 4.28). Se observa la interacción PO x Mo xB dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de cobre en las hojas fue de (7.34 mg kg^{-1}) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la

concentración de cobre en hojas correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) 8.57 mg kg^{-1} Por otra parte al comparar la concentración de Cu en la bráctea correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 7.34 mg kg^{-1}, con la del nivel alto de Mo (Mo_3) 8.16 mg kg^{-1}, se obtuvo un ascenso estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$) por lo que se infiere que existe una relación directa entre el incremento de los niveles de molibdeno y las concentraciones de cobre en las hojas, por lo que se encontró que la máxima absorción de cobre se promovió bajo este tratamiento con el nivel tres de molibdeno.

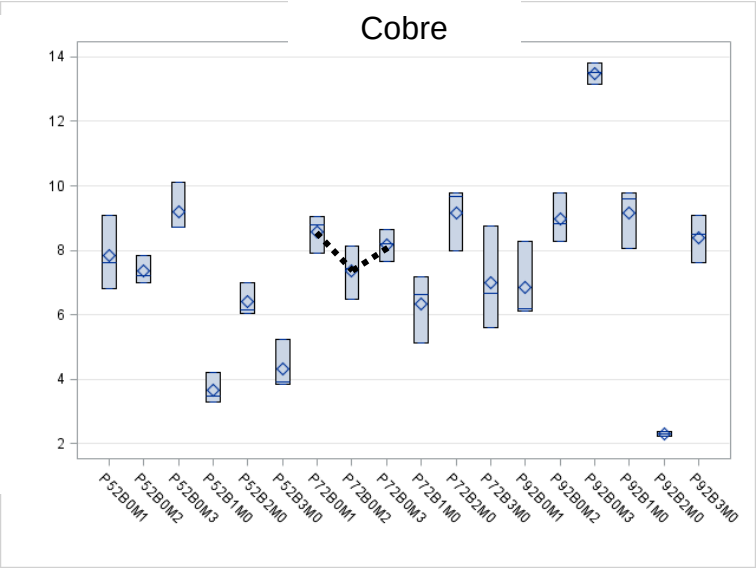

Figura 4.28 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de cobre en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

4.5.2.1.2.3 Hierro

El ANAVA resulto significativo (α= 0.05), (Cuadro 4.18), hay poca influencia de los tratamientos en cuanto al contenido de hierro en las hojas. El coeficiente de variación es de 44 % lo cual es un poco alto y con una R^2= 0.50.

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.12. Para hierro (Cuadro 4.12 y Figura 4.29), se observa que la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de hierro en las hojas de

nochebuena es de (282.92 mg kg^{-1}) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación con la concentración de Fe en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel menor de B (B_1) (251.69 mg kg^{-1}). Por otra parte al comparar la concentración de Fe en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel medio de B (B_2) (282.92mg kg^{-1}), con la del nivel alto de B (B_3) (184.93 mg

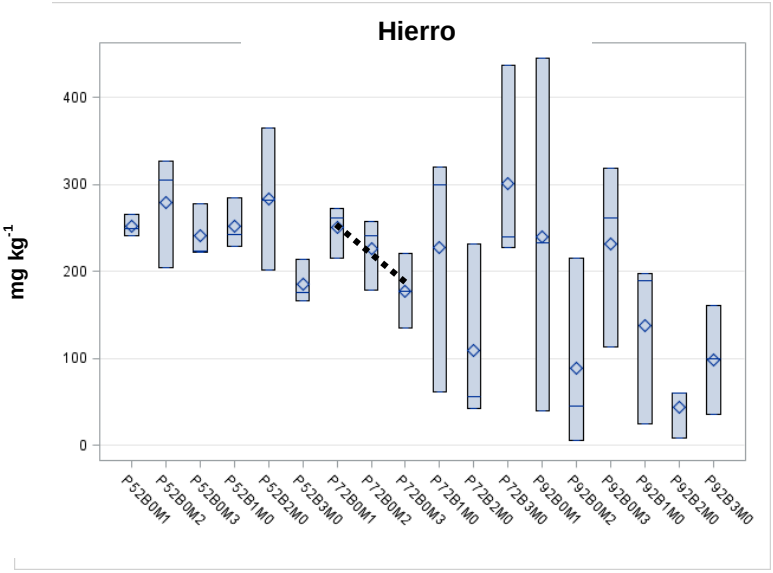

Figura 4.29 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de hierro en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

kg^{-1}), se obtuvo un descenso estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$) El coeficiente de variación es alto de 44 % una $R^2 = 0.50$.

Con base a los rangos presentados por Ecke et al., (2000), el hierro se encuentra en rango de suficiencia que va de 100 a 300 mg kg^{-1}. Castellanos *et al*. (2000) reporta que el potasio incrementa el nivel de hierro en la planta, no coincide en esta investigación se da una relación entre estos elementos de – 76 % mediante la correlación de Pearson, sin embargo Fageria (2001) indica que se puede dar una relación antagónica entre el potasio y el hierro lo cual se corrobora mediante la correlación anterior.

4.5.2.1.2.4 Manganeso

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.12. Para manganeso (Cuadro 4.12 y Figura 4.30). Se destaca la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que la concentración de manganeso en las hojas de nochebuena se incrementó (110.61 mg kg^{-1}) en términos estadísticamente no

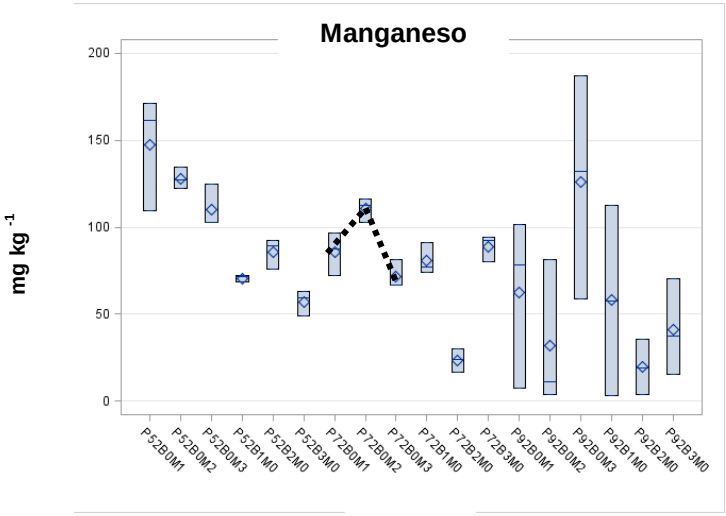

Figura 4.30 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de manganeso en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

significativos (α ≤ 0.05) con relación con la concentración de Mn en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (85.40 mg kg^{-1}). Por otra parte al comparar la concentración de Mn en las hojas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (110.61mg kg^{-1}), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (71.63 mg kg^{-1}), se obtuvo un descenso estadísticamente no significativo (α ≤ 0.05).

Castellanos *et al* (2000) indican una relación sinérgica entre nitrógeno y manganeso lo cual se corrobora con la relación de 34% entre el nitrógeno y el manganeso obtenido mediante el análisis de correlación de Pearson.

4.5.2.1.2.5 Molibdeno

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.12. Para molibdeno (Cuadro 4.12 y Figura 4.31). Se muestran los resultados donde destaca la interacción PO x Mo x B dentro del nivel media de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel menor de Mo (Mo_1) se obtuvo que la concentración de molibdeno fue de 1.99 mg kg^{-1} en términos estadísticamente significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de molibdeno en las hojas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 0.88 mg kg^{-1} Por otra parte al comparar la concentración de Mo en la hoja correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 1.99 mg kg^{-1}, con la del nivel alto de Mo (Mo_3) 5.66 mg kg^{-1}, se obtuvo un aumento estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$)), es decir que existe una relación directa entre el incremento de los niveles de molibdeno y las concentraciones de molibdeno en las hojas, por lo que se encontró que la máxima absorción de molibdeno se promovió bajo este tratamiento con el nivel tres de molibdeno.

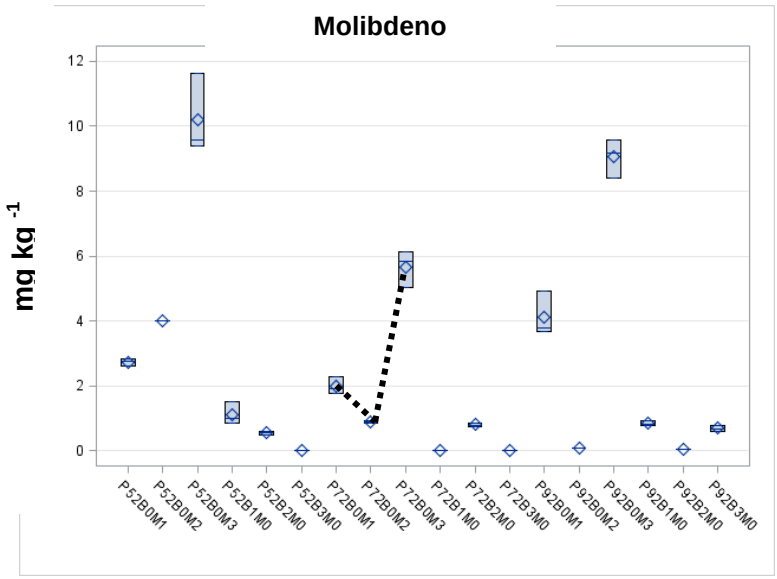

Figura 4.31 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de molibdeno en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

4.5.2.1.2.6 Cinc

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.12. Para cinc (Cuadro

4.12 y Figura 4.32). En los resultados la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel menor de Mo (Mo_1) se obtuvo que la concentración de cinc fue de 29.63 mg kg^{-1} en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la concentración de cinc en las hojas correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 24.46 mg kg^{-1} Por otra parte al comparar la concentración de Zn en la hoja correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 29.63 mg kg^{-1}, con la del nivel alto de Mo (Mo_3) 8.12 mg kg^{-1}, se obtuvo un descenso estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$), es decir que existe una relación directa entre el incremento de los niveles de molibdeno y las concentraciones de cinc en las hojas, por lo que se encontró que la máxima absorción de cinc se promovió bajo este tratamiento con el nivel tres de molibdeno.

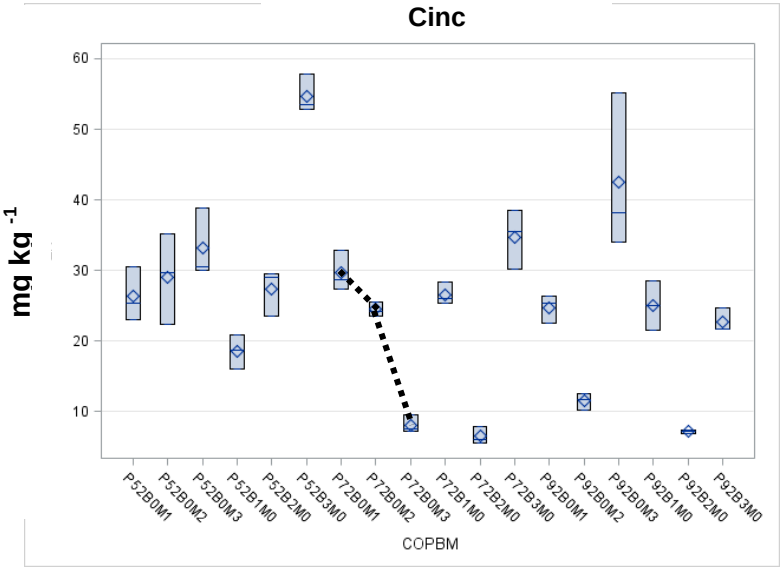

Figura 4.32 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el concentración de cinc en hojas de nochebuena c.v. Valenciana

Con base a los rangos reportados por Ecke *et al.*, (2000) las concentraciones mayores se encuentran en un nivel de suficiencia y las menores en un rango bajo. Castellanos *et al*. (2000) reportan que nitrógeno y potasio incrementan la utilización del cinc, en esta investigación se encontró una relación entre el cinc y potasio de - 67% obtenido por el análisis de correlación de Pearson, por lo que se da un efecto antagónico entre ellos.

4.5.2.2 Análisis de varianza de las variables de crecimiento

En el análisis de varianza de las variables de crecimiento solamente se encontraron diferencias significativas en el incremento de ramas, fueron altamente significativos ($\alpha \leq 0.01$), los factores simples boro y molibdeno, las interacciones simples presión osmótica x molibdeno, para el efecto de la interacción compuesta de presión osmótica x boro x molibdeno fue significativa ($\alpha = 0.05$), Cuadro 4.13.

En el caso del área foliar se encontró efecto significativo($\alpha = 0.05$), para los factores simples de presión osmótica y molibdeno , las interacciones simples fue significativo para presión osmótica x boro y para presión osmótica x molibdeno; la interacción compuesta: presión osmótica x boro x molibdeno , el efecto fue altamente significativo ($\alpha \leq 0.01$) Cuadro 4.13.

En el incremento de diámetro la interacción compuesta presión osmótica x boro x molibdeno fue altamente significativa ($\alpha \leq 0.01$) Cuadro 4.13.

4.5.2.2.1 Incremento de altura de la planta

Para el incremento de la altura Cuadro 4.13 y Figura 4.33, en la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), con el nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) descendió la altura de la planta a 34.83 cm en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la altura de la planta correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) 46.90 cm. Por otra parte al comparar la altura de la planta correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) 34.83 cm, con la del nivel alto de Mo (Mo_3) 46.83 cm, se obtuvo un ascenso estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$).

Cuadro 4.13 Variables de crecimiento: Incremento altura, diámetro, de ramas y Área foliar de hojas por el efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	Incremento Altura*	Incremento Diámetro*	Incremento Ramas	AFH
Presión osmótica	**ns**	**ns**	**ns**	*****
Boro	**ns**	**ns**	******	**ns**
Molibdeno	**ns**	**ns**	******	*****
Presión osmótica x boro	**ns**	**ns**	**ns**	*****
Presión osmótica x Molibdeno	**ns**	**ns**	******	*****
Presión osmótica x boro x molibdeno	**ns**	******	*****	******
CV[x]	24.62	19.42	46.66	16.91

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica Atm	Boro	Mo	cm	mm	N°	cms[z]
	B0	Mo1	51.67 a[z]	0.01 e	3.33 ab	300.12 abcd
	B0	Mo2	39.67 a	0.27 e	2.33 ab	333.27 abc
0.52	B0	Mo3	34.33 a	0.10 e	1.33 ab	148.19 e
	B1	Mo 0	38.50 a	1.39 c	1.66 ab	207.51 cde
	B2	Mo 0	41.50 a	1.58 bc	2.33 ab	249.95 abcde
	B3	Mo 0	51.83 a	1.57 bc	1.00 b	212.33 cde
	B0	Mo1	46.90 a	1.72 bc	2.00 ab	361.05 a
	B0	Mo2	34.83 a	1.67 bc	3.00 ab	145.05 e
0.72	B0	Mo3	46.83 a	0.35 e	2.33 ab	346.29 ab
	B1	Mo 0	32.00 a	1.08 cd	4.33 a	297.66 abcd
	B2	Mo 0	34.67 a	1.16 cd	3.00 ab	194.85 de
	B3	Mo 0	49.00 a	1.34 c	2.00 ab	373.03 a
	B0	Mo1	51.50 a	1.58 bc	2.33 ab	213.34 cde
	B0	Mo2	45.67 a	0.62 de	2.00 ab	151.13 e
0.92	B0	Mo3	44.00 a	2.19 b	1.66 ab	222.72 bcde
	B1	Mo 0	50.67 a	3.31 a	2.00 ab	173.70 de
	B2	Mo 0	29.33 a	0.63 de	3.33 ab	250.46 abcde
	B3	Mo 0	36.17 a	0.25 e	1.33 ab	230.57 bcde
DMS[y]			31.79	0.69	3.28	126.95

NS; *; **: No significativo y significativo a una (α ≤ 0.05) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una (α ≤ 0.01).

[y]CV Coeficiente de variación

[x]DMS Diferencia mínima significativa

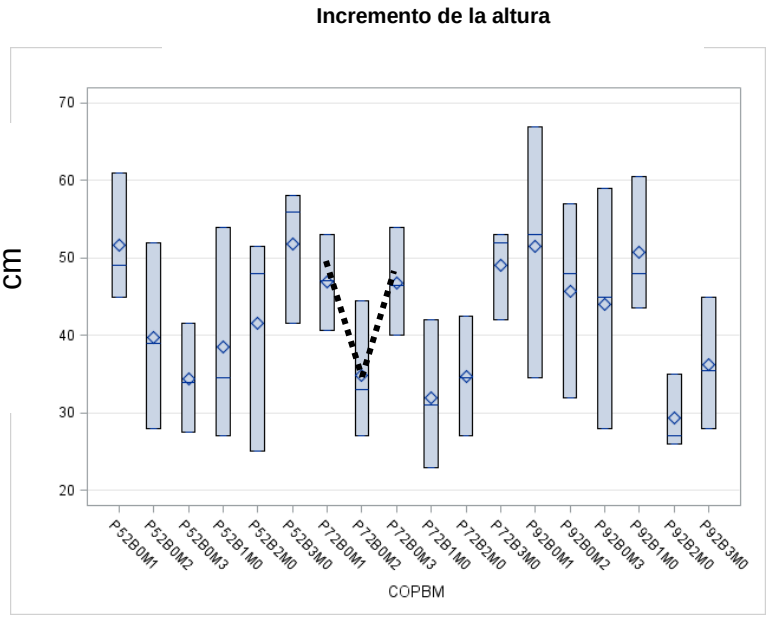

Figura 4.33 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el incremento en la altura de plantas de nochebuena c.v. Valenciana

El análisis de varianza con ($\alpha \leq 0.05$), de la interacción entre factores principales no son estadísticamente significativo, ni para los factores simples ni para las interacciones evaluadas, los resultados se presentan en el Cuadro 4.8.

Esta variable aunque no presenta diferencias significativas, durante la etapa de crecimiento, el aumento en la altura fue ascendente, hasta la etapa reproductiva de la nochebuena donde empezó a estabilizarse.

4.5.1.2.2.2. Incremento del Diámetro de tallo

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.13. Para el incremento de diámetro (Cuadro 4.13 y Figura 4.34), se muestran los resultados de la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm). Dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que el incremento del diámetro de las plantas de nochebuena se incrementó (1.67 mm) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación con el incremento del diámetro de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de M (Mo_1)

(1.72 mm). Por otra parte al comparar el incremento del diámetro de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (1.67 mm), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (0.35 mm), se obtuvo una disminución estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$)

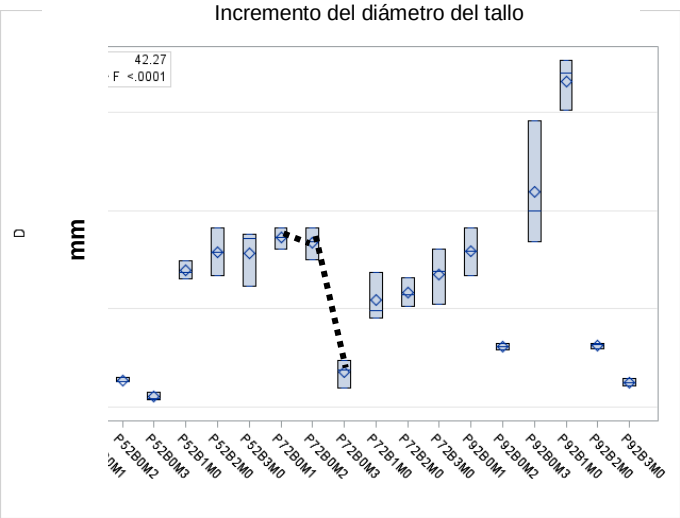

Figura 4.34 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el incremento del diámetro en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

El mayor incremento del diámetro fue de 3.31 mm con el tratamiento presión osmótica de 0.92 atm el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno y el menor incremento en el diámetro es de 0.01 mm con el tratamiento con una presión osmótica de 0.52 atm boro fijo y nivel tres de molibdeno.

Bidwell,(1993), reporta que conforme la etapa de diferenciación floral, avanza, el crecimiento va deteniéndose.

4.5.2.2.3 Incremento ramas

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.13. Para el incremento de ramas (Cuadro 4.13 y Figura 4.35), en la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B(B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo que el incremento de ramas de las plantas de

nochebuena se incrementó (3.00) en términos estadísticamente no significativos (α ≤ 0.05) con relación con el incremento de ramas de las plantas de nochebuena

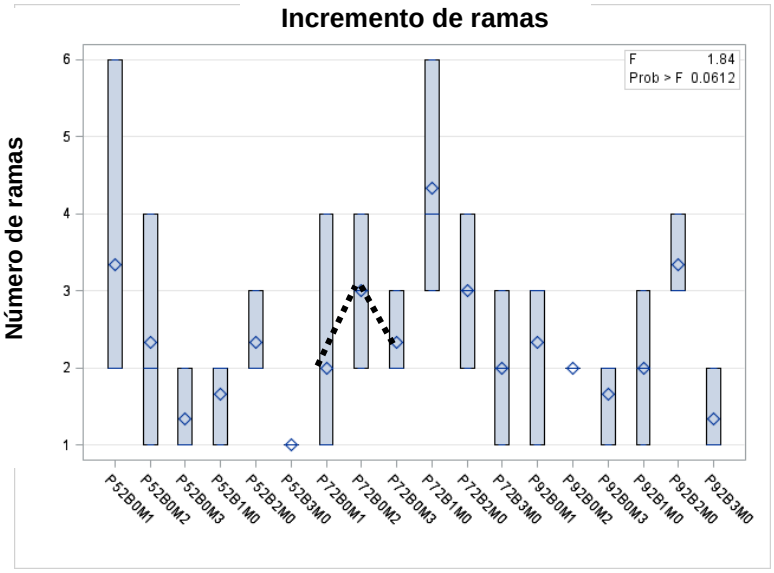

Figura 4.35 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el incremento de ramas en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

Correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (2.00). Por otra parte al comparar el incremento de ramas de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (2.33), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (2.33), se obtuvo un descenso estadísticamente no significativo (α ≤ 0.05) (Cuadro 4.13 y Figura 4.32).

El mayor incremento de ramas fue de 4.33 con la presión osmótica de 0.72 atm con el molibdeno fijo y el boro con nivel uno y el menor incremento que se registró fue una rama con la presión osmótica de 0.52 atm con el boro fijo y el nivel uno de molibdeno.

4.5.2.2.4. Área foliar

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.13. Para el área foliar (Cuadro 4.13 y Figura 4.36), se presentan los resultados de la interacción PO x Mo

x B dentro del nivel medio de PO (PO_2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) las diferencias fueron significativas ($\alpha \leq 0.05$) con relación al área foliar de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (361.05 cm^2).

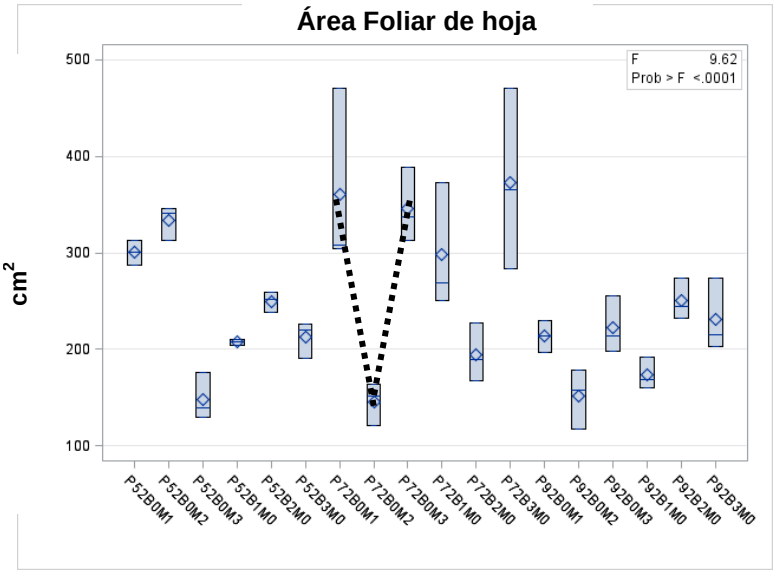

Figura 4.36 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el Área foliar en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

Por otra parte al comparar el área foliar de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de B (B_2) (145.05 cm^2), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (346.29 cm^2), se observa que hubo una disminución estadísticamente significativo ($\alpha \leq 0.05$).

La mayor superficie en cm es de 373.03 con la presión osmótica de 0.72 atm, el molibdeno fijo y el boro en el nivel tres, y la menor es de 145.05 cm con la presión osmótica 0.72 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel tres.

4.5.2.3 Análisis de Varianza de producción de materia seca

El análisis de varianza de producción de materia seca de ramas indico un efecto significativo (α= =0.05), de las interacciones simples de la presión osmótica x boro Cuadro 4.14.

El análisis de varianza de la producción de materia seca de hoja indico el efecto altamente significativo (α ≤ 0.01) del factor simple presión osmótica y de la interacción compuesta de presión osmótica x boro x molibdeno Cuadro 4.14.

En el caso de la producción de materia seca del tallo el análisis de varianza indico efectos altamente significativos (α ≤ 0.01), de los factores simples presión osmótica y boro y efecto significativo (α =0.05) para el molibdeno, las interacciones simples se obtuvo efecto altamente significativo para presión osmótica x boro y presión osmótica x molibdeno y la interacción compuesta el efecto fue altamente significativo para la presión osmótica x boro x molibdeno Cuadro 4.14.

.

En el caso de producción de materia seca de raíz el análisis de varianza indico un efecto altamente significativo (α ≤ 0.01) del factor simple presión osmótica y significativo (α =0.05) de los factores simples de boro y molibdeno y altamente significativo de la interacción simple presión osmótica x boro, y de la interacción compuesta: presión osmótica x boro x molibdeno Cuadro 4.14.

El efecto de la interacción compuesta fue altamente significativo para producción de materia seca de ramas, hojas tallo y raíz Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14 Variables de crecimiento: Producción de materia seca de ramas, hojas, tallo y raíz de hojas Macronutrimentos en las hojas como resultado del efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	Ramas	Hojas	Tallo	Raíz
Presión osmótica	ns	**	**	**
Boro	ns	ns	**	*
Molibdeno	ns	ns	*	*
Presión osmótica x boro	*	ns	**	**
Presión osmótica x Molibdeno	ns	**	**	ns
Presión osmótica xboroxmolibdeno	**	**	**	**
CV[x]	8.70	5.84	5.70	13.56

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica atm	Boro	Mo			%	
	B0	Mo1	22.43 a[z]	56.80 ab	34.11 bc	13.06 abc
	B0	Mo2	20.98 ab	54.85 ab	31.76 bcd	10.48 bc
0.52	B0	Mo3	22.23 ab	44.19 def	32.29 bcd	18.56 a
	B1	Mo0	23.31 a	44.89 def	40.97 a	15.85 ab
	B2	Mo0	22.76 a	48.83 bcde	36.17 ab	14.37 ab
	B3	Mo0	21.88 ab	53.66 abc	34.91 bc	14.46 ab
	B0	Mo1	21.68 ab	42.02 efg	31.64 bcd	14.67 ab
	B0	Mo2	16.55 b	42.33 defg	32.15 bcd	13.20 abc
0.72	B0	Mo3	20.68 ab	49.47 abcde	34.86 bc	12.80 bc
	B1	Mo0	23.02 a	46.48 cde	33.09 bcd	11.36 bc
	B2	Mo0	22.95 a	32.36 h	35.22 abc	12.96 bc
	B3	Mo0	22.93 a	57.37 a	36.26 ab	12.23 bc
	B0	Mo1	21.96ab	50.44 abcd	32.39 bcd	11.23 bc
	B0	Mo2	19.81 ab	37.29 fgh	29.80 cd	8.41 c
0.92	B0	Mo3	20.81 ab	43.23 defg	35.33 abc	12.49 bc
	B1	Mo0	21.83 ab	43.09 defg	32.55 bcd	15.45 ab
	B2	Mo0	19.77 ab	43.58 def	28.16 d	14.24 ab
	B3	Mo0	20.80 ab	35.15 gh	31.93 bcd	15.19 ab
DMS[y]			5.72	8.22	5.85	5.56

NS; *; **: No significativo y significativo a una (α ≤ 0.05) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una (α ≤ 0.01).

[y]CV Coeficiente de variación

[x]DMS Diferencia mínima significativa

4.5.2.3.1 Producción de materia seca de Ramas

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.14. Para la producción de materia seca de ramas (Cuadro 4.14 y Figura 4.37), se muestran los resultados de la interacción PO x Mo x B dentro del nivel media de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo una producción de materia seca de ramas de las plantas de nochebuena de (16.55 %) sin diferencias estadísticas ($\alpha \leq 0.05$) con relación a la producción de materia seca de ramas de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (21.68 %). Por otra parte al comparar la producción de materia seca de ramas de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (16.55%), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (20.68 %), se obtuvo un incremento sin significancia estadística ($\alpha \leq 0.05$).

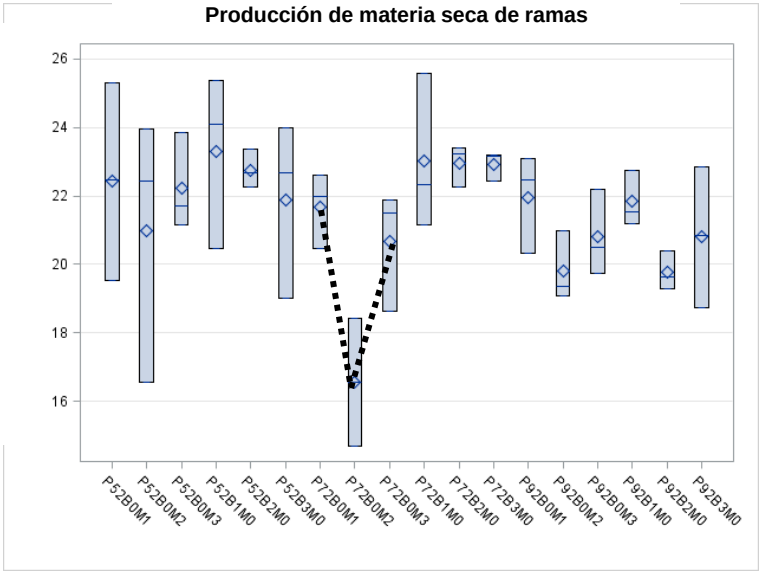

Figura 4.37 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la producción de materia seca de ramas en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

Esto indica que existe una relación directa entre el incremento de los niveles de boro y la producción de materia seca de las hojas, se encontró que la máxima producción de materia seca de hoja se promovió bajo este tratamiento con el nivel tres de boro.

En el presente estudio los resultados obtenidos en la producción de materia seca de ramas de la plantas durante el período evaluado son muy variados en los tratamientos considerados presentan una producción máxima de 22.43 % y una mínima de 16.55 % con una ($\alpha \leq 0.05$).

El análisis de varianza con ($\alpha \leq 0.05$), de la interacción entre factores principales no muestran diferencias significativas, ni para los factores simples ni para las interacciones evaluadas, los resultados se presentan en el Cuadro 4.8.
Para esta variable no se encontró una Correlación de Pearson significativa.

Whipker y Hammer en 1997, encontraron que en el cultivar Supjibi, cultivando en un sistema hidropónico durante 15 semanas en soluciones nutritivas con 100-15-100, 200-30-200 o 300-46-300 (en mg L^{-1} de N-P-K) . Los resultados indican que las dosis de fertilización creciente desde 100 a 300 mgL^{-1} de N y K no influyó significativamente en la planta en la producción de materia seca.

4.5.2.3.2 Producción de materia seca de Hoja

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.14. Para la producción de materia seca de hojas (Cuadro 4.14 y Figura 4.38), se presentan los resultados de la interacción PO x Mo x B dentro del nivel media de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo la mayor producción de materia seca de hoja de las plantas de nochebuena de (42.33 %) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación con a producción de materia seca de hoja de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (42.02%). Por otra parte al comparar la producción de materia seca de hojas de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (42.33%), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) 49.47 %), se obtuvo un ligero incremento que no fue significativo ($\alpha \leq 0.05$) Lo cual indica que existe una relación directa entre el incremento de los niveles de

boro y la producción de materia seca de las hojas, por lo que se encontró que la máxima producción de materia seca de hoja se promovió bajo este tratamiento con el nivel tres de boro.

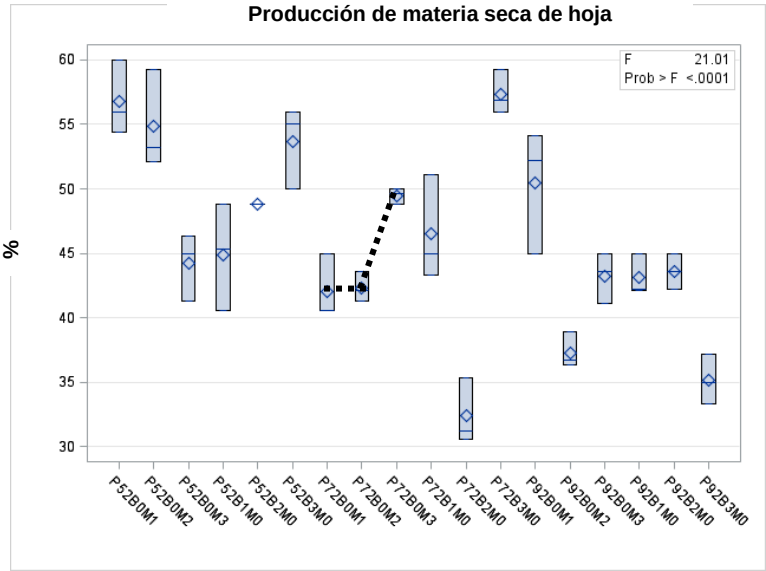

Figura 4.38 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la producción de materia seca de hoja en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

4.5.2.3.3 Producción de Materia seca de tallo

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.14. Para la producción de materia seca de tallo (Cuadro 4.14 y Figura 4.39), se presentan los resultados de la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_1) se obtuvo que la producción de materia seca de tallo de las plantas de nochebuena (31.64 %) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación con la producción de materia seca de tallo de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (32.15 %). Por otra parte al comparar la producción de materia seca de hojas de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (32.15%), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (34.86 %), se obtuvo un ligero incremento estadísticamente no significativo

(α ≤ 0.05) lo cual indica que existe una relación directa entre el incremento de los niveles de molibdeno y la producción de materia seca de las tallo. Se encontró que la máxima producción de materia seca de tallo se promovió bajo este tratamiento con el nivel tres de molibdeno. El ANVA (α = 0.05) resultó altamente significativo, es diferente en la producción de materia seca del tallo de la planta.

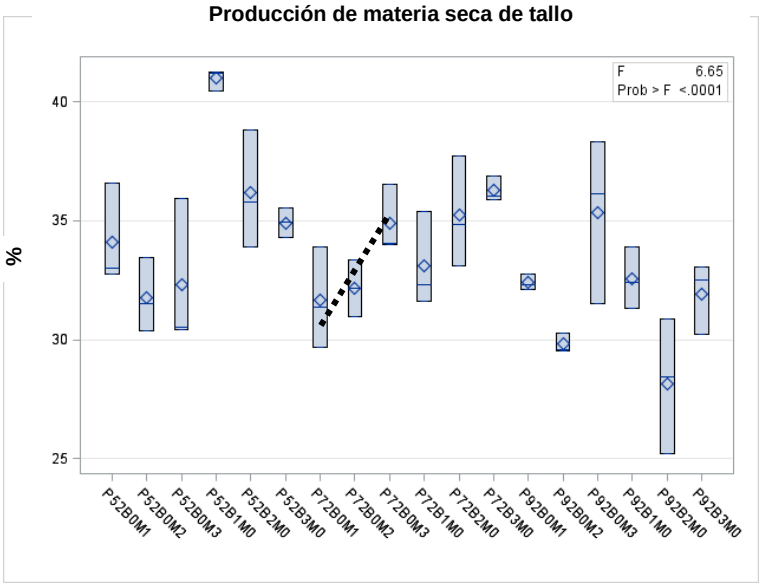

Figura 4.39 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en la producción de materia seca de tallo en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

4.5.2.3.4. Producción de materia seca de raíz

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.14. Para la producción de materia seca de raíz (Cuadro 4.14 y Figura 4.40), se presentan los resultados de la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm). Dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo una producción de materia seca de raíz de las plantas de nochebuena de (13.20 %) en términos estadísticamente no significativos (α ≤ 0.05) con relación con a la producción de materia seca de raíz de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (14.67 %). Por otra parte al comparar la producción de materia seca de raíz de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (13.20 %), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (12.80 %), se obtuvo una disminución estadísticamente no significativo (α ≤ 0.05).

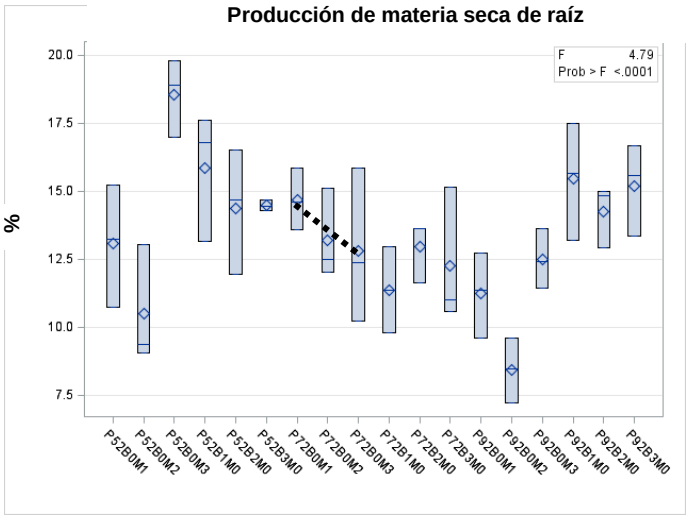

Figura 4.40 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en producción de materia seca de raíz en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

4.5.2.4. Análisis de varianza de pigmentos y unidades spad en hoja

Los análisis de varianza de los contenidos de clorofila b y clorofila total en las hojas indicaron efectos altamente significativos (α ± ≤0.01) de los factores simples presión osmótica y boro, mientras que para molibdeno el efecto fue significativo (α= 0.05), y de las interacciones simples para el contenido de clorofila b indicaron efectos altamente significativos para presión osmótica x boro, para clorofila total fue significativo y altamente significativo para la interacción simple de la presión osmótica x molibdeno. Cuadro 4.15

El efecto de la interacción compuesta: presión osmótica x boro x molibdeno fue altamente significativo de la clorofila a, clorofila b, clorofila total y unidades spad Cuadro 4.15.

Cuadro 4.15 Contenido de clorofila a, b y total y Unidades spad en las hojas debidas al efecto de tres niveles de presión osmótica, de boro y de molibdeno en la solución nutritiva obtenidos con el ANVA del factorial incompleto

Fuentes de variación	Clo a	Clo b	Cl tot	Unidades Spad
Presión osmótica	**ns**	**	**	**ns**
Boro	**ns**	**	**	**ns**
Molibdeno	**ns**	*	*	**ns**
Presión osmótica x boro	**ns**	**	*	**ns**
Presión osmótica x Molibdeno	**ns**	**ns**	**	**ns**
Presión osmótica x borox molibdeno	**	**	**	**
CV[x]	22.71	9.5	1.33	10.31

Prueba de medias de contrastes ortogonales en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno

Presión osmótica atm	Boro	Mo	mg g-1 de tejido fresco			
	B0	Mo1	1.63 a[z]	0.41 bcde	0.40 ab	43.33 a
	B0	Mo2	1.49 ab	0.44 bcde	0.41 ab	39.07 ab
0.52	B0	Mo3	1.34 abcd	0.50 abc	0.40 ab	41.73 a
	B1	Mo0	0.83 bcdef	0.63 a	0.41 ab	40.03 ab
	B2	Mo0	1.43 ab	0.52 ab	0.40 ab	38.67 ab
	B3	Mo0	0.62 def	0.45 bcde	0.39 b	29.06 b
	B0	Mo1	1.21 abcde	0.40 bcde	0.40 ab	42.87 a
	B0	Mo2	1.21 abcde	0.36 de	0.40 ab	38.97 ab
0.72	B0	Mo3	0.66 cdef	0.38 cde	0.40 ab	36.70 ab
	B1	Mo0	1.35 abc	0.51 abc	0.41 ab	42.20 a
	B2	Mo0	0.26 f	0.46 bcde	0.41 a	42.30 a
	B3	Mo0	1.35 abc	0.48 bcd	0.41 ab	38.47 ab
	B0	Mo1	1.31 abcd	0.47 bcde	0.41 ab	39.600 ab
	B0	Mo2	0.43 f	0.35 e	0.40 ab	35.70 ab
0.92	B0	Mo3	1.46 ab	0.44 bcde	0.40 ab	42.00 a
	B1	Mo0	1.22 abcde	0.43 bcde	0.40 ab	33.96 ab
	B2	Mo0	0.28 f	0.36 de	0.40 ab	38.06 ab
	B3	Mo0	0.58 ef	0.44 bcde	0.40 ab	42.57 a
DMS[y]			0.72	0.13	0.01	12.33

NS; *; **: No significativo y significativo a una ($\alpha \leq 0.05$) y 0.01, respectivamente

[z]Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($\alpha \leq 0.01$).

[y]CV Coeficiente de variación

[x]DMS Diferencia mínima significativa

4.5.2.4.1 Clorofila a

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.15. Para el contenido de clorofila a (Cuadro 4.15 y Figura 4.41), los resultados permiten destacar la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm). Dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo un contenido de clorofila a de (1.21 mg g^{-1} de tejido fresco) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación con al contenido de clorofila a de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (1.21 mg g^{-1} de tejido fresco). Por otra parte al comparar el contenido de clorofila a de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (1.21 mg g^{-1} de tejido fresco), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (0.66 mg g^{-1} de tejido fresco), se obtuvo una disminución estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$).

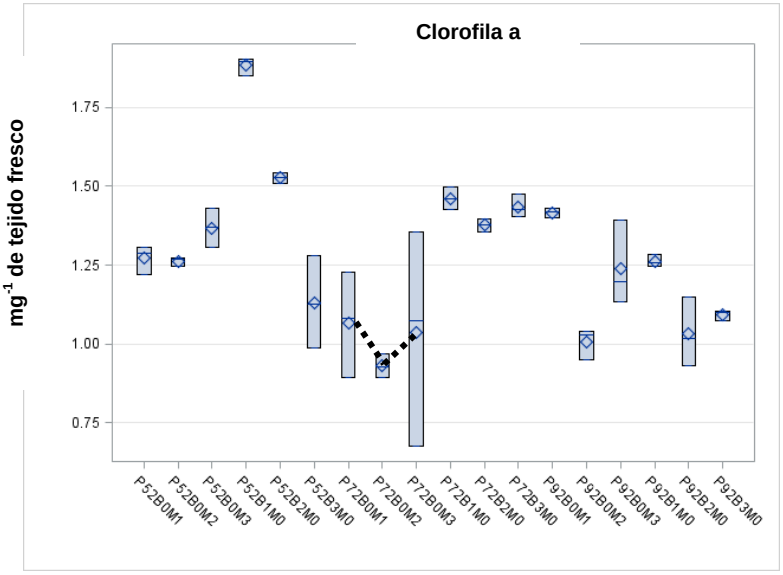

Figura 4.41 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de clorofila a en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

En el presente estudio los resultados obtenidos en el contenido de clorofila a de la plantas durante el período evaluado son muy variados en los tratamientos considerados presentan un máximo contenido de clorofila a de 1.63 mg g^{-1} de

tejido fresco y un contenido de clorofila a mínimo de 0.26 1.63 mg g^{-1} de tejido fresco, con una ($\alpha \leq 0.05$).

Para el análisis de varianza con ($\alpha \leq 0.05$), de la interacción entre factores principales no son estadísticamente significativos, ni para los factores simples ni para las interacciones evaluadas, los resultados se presentan en el Cuadro 4.12. Para esta variable no se encontró una Correlación de Pearson significativa.

El mayor contenido de clorofila a es de 1.63 mg g^{-1} de tejido fresco con la presión osmótica de 0.52 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel uno y el menor contenido es de 0.26 mg g^{-1} de tejido fresco, con una presión osmótica de 0.72 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel dos.

El nitrógeno es constituyente de la clorofila y enzimas del grupo de citocromos indispensables para la fotosíntesis y respiración (Navarro y Navarro, 2000).

4.5.2.4.2 Clorofila b

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.15. Para el contenido de clorofila a (Cuadro 4.15 y Figura 4.42), se observan los resultados correspondientes a la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo un contenido de clorofila b de (0.36 mg g^{-1} de tejido fresco) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación con al contenido de clorofila b de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (0.40 mg g^{-1} de tejido fresco). Por otra parte al comparar el contenido de clorofila b de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (0.36 mg g^{-1} de tejido fresco), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (0.38 mg g^{-1} de tejido fresco), se obtuvo un ascenso estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$)

En el presente estudio los resultados obtenidos en el contenido de clorofila b de la plantas durante el período evaluado son muy variados en los tratamientos considerados presentan un máximo contenido de clorofila b de 0.63 mg g^{-1} de tejido fresco y un contenido de clorofila b mínimo de 0.35 mg g^{-1} de tejido fresco, con una ($\alpha \leq 0.05$).

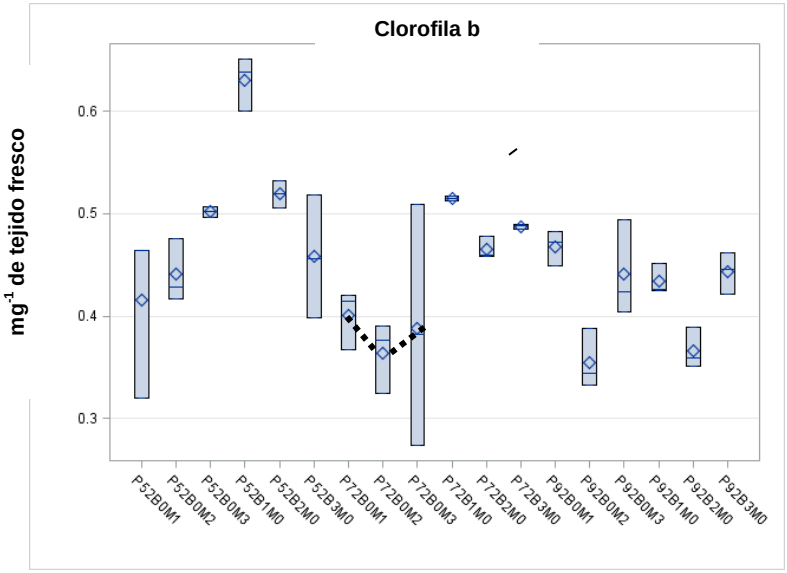

Figura 4.42 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de clorofila b en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

Para el análisis de varianza con ($\alpha \leq 0.05$), de la interacción entre factores principales no son estadísticamente significativos, ni para los factores simples ni para las interacciones evaluadas, los resultados se presentan en el Cuadro 4.12. Para esta variable no se encontró una Correlación de Pearson significativa.

4.5.2.4.3 Clorofila total

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.15. Para el contenido de clorofila total (Cuadro 4.15 y Figura 4.43).

Se presentan los resultados de la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo

(Mo_2) se obtuvo un contenido de clorofila total de (0.40 mg g^{-1} de tejido fresco) en términos estadísticamente no significativos (α ≤ 0.05) con relación con al contenido de clorofila total de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (0.40 mg g^{-1} de tejido fresco). Por otra parte al comparar el contenido de clorofila total de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (0.40 mg g^{-1} de tejido fresco), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (0.40 mg g^{-1} de tejido fresco), es estadísticamente no significativo (α ≤ 0.05).

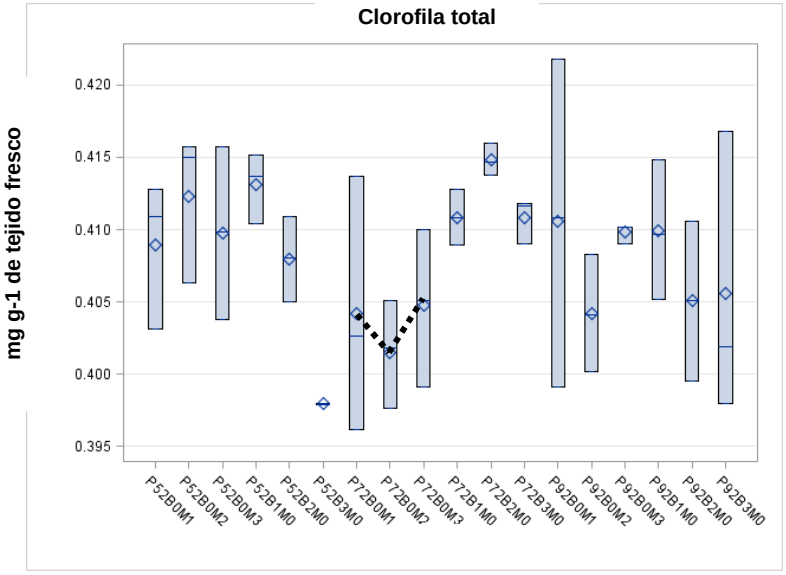

Figura 4.43 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno en el contenido de clorofila total en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

En el presente estudio los resultados obtenidos en el contenido de clorofila total de la plantas durante el período evaluado son muy variados en los tratamientos considerados presentan un máximo contenido de clorofila total de 41 mg g^{-1} de tejido fresco y un contenido de clorofila total mínimo de 39 mg g^{-1} de tejido fresco, con una (α ≤ 0.05).

Para el análisis de varianza con (α ≤ 0.05), de la interacción entre factores principales no son estadísticamente significativos, ni para los factores simples ni para las interacciones evaluadas, los resultados se presentan en el Cuadro 4.15.

4.5.2.4.4 Unidades Spad

La prueba de medias de contrastes en la interacción presión osmótica x boro x molibdeno se presenta en la segunda parte del Cuadro 4.15. Para el contenido de clorofila total (Cuadro 4.15 y Figura 4.46), la interacción PO x Mo x B dentro del nivel medio de PO (2) (0.72 atm), dentro del nivel menor de B (B_0) y con el nivel medio de Mo (Mo_2) se obtuvo una lectura de unidades Spad de (38.97) en términos estadísticamente no significativos ($\alpha \leq 0.05$) con relación con al contenido de la lectura spad de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel menor de Mo (Mo_1) (42.87).

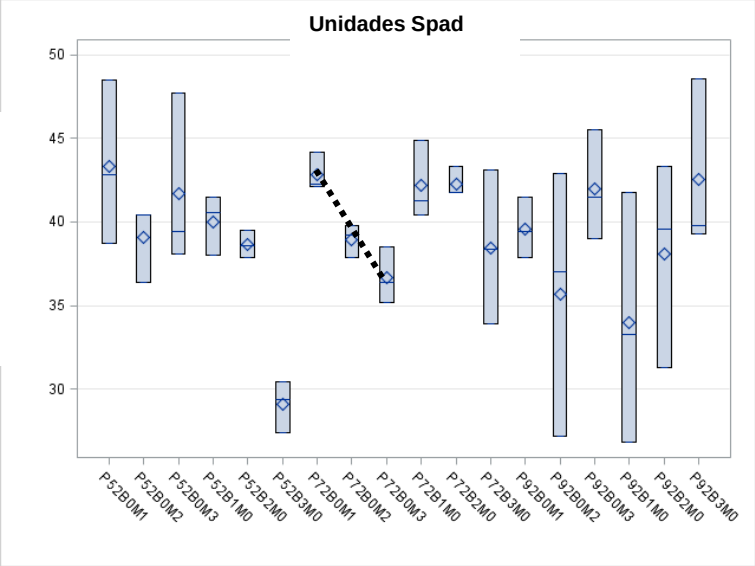

Figura 4.46 Efecto interactivo de la presión osmótica boro y molibdeno para las unidades Spad en plantas de nochebuena c.v. Valenciana

Por otra parte al comparar el contenido de clorofila total de las plantas de nochebuena correspondiente al nivel medio de Mo (Mo_2) (38.97), con la del nivel alto de Mo (Mo_3) (36.70), es estadísticamente no significativo ($\alpha \leq 0.05$).

En el presente estudio los resultados obtenidos en el contenido de unidades spad de la plantas durante el período evaluado son muy variados en los tratamientos considerados presentan un máxima lectura de unidades spad de 43.33 mg g^{-1} de tejido fresco y un contenido de clorofila total mínimo de 29.06 mg g^{-1} de tejido fresco, con una ($\alpha \leq 0.05$). El coeficiente de variación es pequeño de 10% una R^2 =0.53.

En el Análisis de varianza con (α = 0.05) de la interacción entre factores principales son altamente significativos, el efecto interactivo de la presión osmótica, boro y molibdeno, Cuadro 4.12.

4.5.3 Análisis de regresión con "stepwise"

Se conoce como regresión por pasos, es una versión modificada del proceso de regresión hacia adelante en la que en cada nuevo paso, cuando se incluye una nueva variable, además se reconsidera el mantener las que ya se habían añadido previamente, es decir que no sólo puede entrar una nueva variable en cada paso sino que puede salir alguna de las que ya estaban en la ecuación. El proceso final cuando ninguna variable de las que están en la ecuación cumple la condición para entrar y de las incorporadas a la ecuación ninguna cumple la condición de salir.

4.5.3.1 Período reproductivo

Cuadro 4.16 Variables significativas resultantes del Análisis de Regresión Múltiple y Métodos de selección Stepwise (α=0.05) en el período reproductivo.

	Variables que influyen la respuesta
Antocianinas	Mo
Carotenoides	Mo K Fe
Área foliar brácteas	Niveles de Mo Zn N Mn B
Número de Inflorescencias	P
Producción de materia seca de inflorescencias	Mo Zn
Luminosidad	Fe Niveles de Molibdeno Mg P Zn Niveles de Boro Mn
Pureza	Zn N Presión osmótica
Intensidad	Mo Niveles de Molibdeno

4.5.3.2 Período vegetativo

Cuadro 4.17 Variables significativas resultantes del Análisis de Regresión Múltiple y Métodos de selección Stepwise (α=0.05) en el período vegetativo

	Variables que influyen la respuesta
Diámetro	K
Unidades Spad	Mn Presión osmótica
Incremento de ramas	B Cu
Producción de Materia seca de ramas	Niveles de B Zn N B Presión osmotica
Producción de materia seca de hoja	Zn Niveles de B
Producción de materia seca de tallo	Cu presión osmótica molibdeno
Producción de materia seca de raíz	Presión osmotica
Área foliar	Zn Mo N
Clorofila b	Mo, niveles de B
Clorofila total	Mo
Unidades Spad	Presión osmótica

4.5.4 Análisis de Correlación de Pearson

4.5.4.1Análisis de Correlación de Pearson (α=0.05) periodo reproductivo

Cuadro 4.18 Relaciones entre variables periodo reproductivo

Variables	ρ	Pr>F	Significancia
Nitrógeno (N)			
N- Incremento inflorescencias	70.25%	<0.0001	**
N – Magnesio	27.69%	0.0426	*
N- Cobre	33.18 %	0.0142	*
N- Hierro	39.95 %	0.0028	*
N- Manganeso	33.93 %	0.0121	*
N – área foliar de brácteas	38.90 %	0.0040	*
N- Producción de materia seca de inflorescencias	27.30 %	0.0460	*
N - Luminosidad	31.96 %	0.0184	*
N- Pureza	35.22%	0.0090	*
Fósforo (P)			
P-Potasio	-83.00 %	<0.0001	**
P-Calcio	91.71 %	<0.0001	**
P-Magnesio	96.03 %	<0.0001	**
P-Boro	92.00 %	<0.0001	**
P- Hierro	89.34 %	<0.0001	**
P-Manganeso	94.00 %	<0.0001	**
P-Cinc	84.60 %	<0.0001	**
P-Pureza	53.70 %	<0.0001	**
P-Cobre	- 32.19 %	0.0176	*
Potasio (K)			
K-Calcio	-83.74 %	<0.0001	**
K- Magnesio	-85.77 %	<0.0001	**
K-Boro	-89.00 %	<0.0001	**
K- Hierro	76.00 %	<0.0001	**
K-Manganeso	88.42 %	<0.0001	**
K- Cinc	-67.00 %	<0.0001	**
K-Cobre	30.14 %	0.0229	*
K- Carotenoides	-41.39 %	0.0019	*
Calcio (Ca)			
Ca- Magnesio	94.42 %	<0.0001	**
Ca-Boro	90.00 %	<0.0001	**
Ca- Hierro	90.33 %	<0.0001	**
Ca- Manganeso	94.00 %	<0.0001	**
Ca-Cinc	78.60 %	<0.0001	**
Ca- Molibdeno	26.14 %	0.05	*
Ca- Producción de Materia seca de inflorescencias	34.10 %	0.012	*
Ca- Pureza	44.13 %	0.0008	*
Magnesio (Mg)			
Mg-Hierro	90.33 %	<0.0001	**
Mg-Manganeso	97.49 %	<0.0001	**
Mg-Cinc	79.90 %	<0.0001	**
Mg- Producción de materia seca	28.50 %	0.0370	*

inflorescencias			
Mg- Pureza	48.64%	0.0002	*
Boro (B)			
B- Hierro	83.42 %	<0.0001	**
B- Manganeso	91.48 %	<0.0001	**
B- Cinc	77.80 %	<0.0001	**
B-Cobre	-41.40 %	0.0019	*
B- Molibdeno	-28.14 %	0.0392	*
B- Luminosidad	27.81 %	0.0417	*
B- Pureza	49.11 %	0.0002	*
Cobre (Cu)			
Cu- Molibdeno	51.28 %	<0.0001	**
Cu- Hierro	-26.57 %	0.0521	*
Cu- Manganeso	-27.18 %	0.0468	*
Cu- Antocianinas	-34.70 %	0.0100	*
Cu- número de inflorescencias	38.30 %	0.0040	*
Cu- Intensidad	39.27 %	0.0033	*
Hierro (Fe)			
Fe- Manganeso	91.97 %	<0.0001	**
Fe- Cinc	84.40 %	<0.0001	**
Fe- Pureza	55.18 %	<0.0001	**
Fe- Producción de materia seca de inflorescencias	31.60 %	0.0200	*
Fe- Luminosidad	47.22 %	0.0003	*
Manganeso (Mn)			
Mn-Cinc	78.90%	<0.0001	**
Mn- Pureza	50.40 %	<0.0001	**
Mn-Molibdeno	-26.46%	0.0531	*
Mn- Producción de Materia seca inflorescencias	30.30 %	0.0260	*
Mn- Luminosidad	28.89 %	0.0341	*
Molibdeno (Mo)			
Mo- Intensidad	82.00 %	<0.0001	**
Mo- Carotenoides	46.64 %	0.0004	*
Mo- Luminosidad	-30.47 %	0.0251	*
Cinc (Zn)			
Zn- Pureza	56.80 %	<0.0001	**
Zn- Producción de materia seca inflorescencias	30.10 %	0.0270	*
Carotenoides (CAR)			
CAR- Intensidad	60.51 %	<0.0001	**
Area foliar brácteas (AFB)			
AFB-Número de inflorescencias	37.70 %	0.0050	*
Producción de materia seca de inflorescencias (MSI)			
MSI- Número de inflorescencias	41.30 %	0.0020	*
MSI- Pureza	30.19 %	0.0265	*
Luminosidad- Pureza	56.00 %	<0.0001	**

ρcoeficiente de correlación
Altamente significativo** casi cero sin ser cero
Significativo * $<\alpha=0.05$ y muy cerca de ese valor

4.5.4.2 **Análisis de Correlación de Pearson (α=0.05) Periodo vegetativo**

Cuadro 4.19 Relaciones entre variables periodo reproductivo

Variables	ρ	Pr>F	Significancia
Nitrógeno (N)			
N-Diámetro	33.10 %	0.0441	*
Fósforo (P)			
P-Calcio	60.89%	<0.0001	**
P-Magnesio	64.24 %	<0.0001	**
P- Hierro	57.70 %	<0.0001	**
P- Altura	30.32 %	0.0258	*
P- Diámetro	40.09 %	0.0027	*
P- Manganeso	44.94 %	0.0007	*
P-Zinc	46.19 %	0.0004	*
Potasio (K)			
K-Boro	-46.03 %	0.0005	*
K-Cobre	26.07 %	0.0568	*
K- Manganeso	-38.42 %	0.0005	*
K- Zinc	-34.00 %	0.0119	*
Calcio (Ca)			
Ca-Materia seca de hoja	50.75 %	<0.0001	**
Ca-Magnesio	80.13 %	<0.0001	**
Ca-Boro	75.54 %	<0.0001	**
Ca- Hierro	68.69 %	<0.0001	**
Ca- Manganeso	74.74 %	<0.0001	**
Ca-Zinc	49.87 %	<0.0001	**
Ca- Número de inflorescencias	26.76%	0.0500	*
Ca- Molibdeno	35.17 %	0.0091	*
Magnesio (Mg)			
Mg-Boro	82.04 %	<0.0001	**
Mg- Hierro	57.27 %	<0.0001	**
Mg-Manganeso	61.71 %	<0.0001	**
Mg- Zinc	51.65 %	<0.0001	**
Mg-Unidades Spad	26.81 %	0.05	*
Boro (B)			
B- producción de materia seca de hoja	57.17 %	<0.0001	**
B- Hierro	58.70 %	<0.0001	**
B- Manganeso	56.73 %	<0.0001	**
B-Zinc	73.99 %	<0.0001	**
B-Diametro	30.48 %	0.0250	*
Cobre (Cu)			
Cu- Molibdeno	54.56 %	<0.0001	**
Cu- Manganeso	26.82 %	0.0498	*
Hierro (Fe)			
Fe-Boro	58.70 %	<0.0001	**
Fe- Manganeso	72.90 %	<0.0001	**
Fe- Zinc	42.58 %	0.0013	*
Fe- Producción de materia seca de hoja	46.49 %	0.0004	*
Fe- Clorofila a	30.70 %	0.0239	*
Fe- Clorofila b	26.85 %	0.0496	*
Manganeso (Mn)			
Mn- Molibdeno	44.42 %	0.0008	*
Mn- Zinc	43.58 %	0.0010	*
Molibdeno (Mo)			

Mo- Cobre	54.56 %	<0.0001	**
Mo-Manganeso	44.42 %	0.0008	*
Mo-Calcio	35.16 %	0.0091	*
Zinc (Zn)			
Zn- Altura	26.23 %	0.0553	*
Zn-Diámetro	30.12 %	0.0257	*
Diámetro (D)			
D-Unidades Spad	-27.13	0.0470	*
Incremento número de ramas (IR)			
IR- Altura	-28.79 %	0.0347	*
IR- Incremento inflorescencias	36.32 %	0.0060	*
IR- materia seca inflorescencias	33.62 %	0.0128	*
Incremento número de inflorescencias (IF)			
IF- Materia seca de inflorescencias	41.31 %	0.0019	*
Producción de materia seca de ramas (MSR)			
MSR-clorofila a	55.29 %	<0.0001	****
MSR- clorofila b	47.27 %	0.0003	***
MSR- clorofila total	41.76 %	0.0017	***
Producción de materia seca de hoja (MSH)			
MSH-Calcio	50.75 %	<0.0001	**
MSH-Boro	57.17 %	<0.0001	**
MSH-Hierro	46.49 %	0.0004	*
MSH-Area foliar hoja	45.90 %	0.0005	*
MSH- Cinc	43.15 %	0.0011	*
MSH- Manganeso	42.14 %	0.0015	*
MSH- Magnesio	39.82 %	0.0029	*
MSH- Fósforo	37.27 %	0.0050	
MSH- Altura	35.11 %	0.0092	*
Producción de materia seca de tallo (MST)			
MST- clorofila a	57.25 %	<0.0001	****
MST- clorofila b	53.36 %	<0.0001	****
Producción de materia seca de raíz (MSIZ)			
MSIZ- Clorofila b	27.50 %	0.0441	***
Clorofila a (CLA)			
CLA-Clorofila b	91.15 %	<0.0001	**
CLA- Clorofila total	52.49 %	<0.0001	**
CLA- Producción de materia seca ramas	55.29 %	<0.0001	**
CLA-Producción de materia seca de tallo	57.25%	<0.0001	**
Clorofila b (CLB)			
CLB- Producción de materia seca de tallo	53.36%	<0.0001	**
CLB- Clorofila total	35.13%	0.0092	*
CLB- Producción de materia seca de ramas	47.27 %	0.0003	*
CLB-Producción de materia seca de raíz	27.50%	0.0410	*
Clorofila total (CLT)			
CLT-Unidades Spad	27.12 %	0.0472	*
CLT- Producción de materia seca	41.76 %	0.0017	*

ramas			
Unidades spad (S)			
S-Clorofila total	27.12 %	0.0472	*

4.5.5 CONTRASTE DE HIPOTESIS

Con la presión osmótica de 0.72 atm en la solución nutritiva de Steiner se incrementan los contenidos nutrimentales en los tejidos foliar y brácteas de plantas de nochebuena, por lo que esta hipótesis no se rechaza, debido a que los valores nutrimentales obtenidos en hoja y brácteas para la mayoría de los nutrimentos, se obtuvieron con esta presión osmótica.

- La interacción de la presión osmótica con el boro y molibdeno aumenta la calidad de la inflorescencia se concluye que no se rechaza la hipótesis ya que en el desarrollo de la inflorescencia se registraron diferencias significativas mayores sobre la calidad de la inflorescencia de Color: Pureza, Luminosidad e Intensidad se registraron favorecidos por la interacción de estos factores.
- El efecto interactivo de la presión osmótica con el molibdeno fijo y la variación de boro se refleja en los parámetros de crecimiento, por lo que se concluye que la hipótesis no se rechaza, ya que bajo esta interacción, se registró un incremento en los valores de estas variables.
- La nochebuena desarrollada en cultivo en solución nutritiva con oxigenación permite que la planta se desarrolle normalmente hasta la inflorescencia por lo que se concluye que esta hipótesis que no se rechaza ya que el cultivo se desarrolló completamente hasta su etapa reproductiva sin presentar pudriciones en el tronco semileñoso.
- Existe por lo menos una relación significativa positiva o negativa entre los pigmentos, la concentración nutrimental y las variables de crecimiento, por lo que esta hipótesis no se rechaza ya que el existen varias relaciones positivas y negativas entre las variables
- Mediante el análisis estadístico se podrá conocer el efecto de los factores principales, donde por lo menos uno de los factores influirá para que al menos uno de las variables sea diferente o igual, se concluye que esta hipótesis no se rechaza, ya que existe relación en los análisis de Correlación de Pearson.

- Se registraron diferencias significativas mediante el análisis de varianza con un $\alpha \geq .0001$, con las cuales fueron categorizadas por las pruebas de Tukey mediante la comparación de medias.
- Mediante el análisis de regresión por la técnica stepwise, se seleccionaron diez parámetros con los valores más críticos que influyen en un parámetro con un $\alpha<0.0001$

Con base en la hipótesis general, el efecto de la interacción de tres presiones osmóticas, tres niveles de boro y tres niveles de molibdeno influyen en la absorción nutrimental y calidad de la nochebuena cultivar Valenciana, se concluye que no se rechaza con base en los resultados obtenidos en la concentración nutrimental de hojas y brácteas.

4.5.6 DISCUSIÓN

4.5.6.1 Análisis de varianza de las variables

Los factores de estudio fueron la presión osmótica y las concentraciones de boro y molibdeno de la solución nutritiva, éstos tuvieron entre otros efectos variaciones en las concentraciones de nutrimentos en las brácteas de las plantas de nochebuena. Su efecto fue interactivo entre sí, de tal manera que las concentraciones de los nutrimentos se mostraron en una forma similar a la curva de Gauss, es decir hubo un incremento en la concentración del nutrimento en cuestión, a partir del nivel más bajo, en este caso de molibdeno hacia el nivel intermedio y una disminución a partir de este nivel con el nivel mayor de este elemento. Otro aspecto relevante de los resultados fue que la interacción siempre se manifestó dentro del nivel 0.72 atm de presión osmótica, dentro del nivel cero de boro y para los tres niveles de molibdeno (0.1, 0.3 y 0.7 mg L^{-1}) en la solución nutritiva. Cabe señalar que sería conveniente realizar el estudio del diseño factorial completo correspondiente para precisar el rol del boro.

Los nutrimentos que mostraron la antes mencionada curva similar a Gauss fueron nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, boro, hierro, manganeso y cinc. El potasio, cobre, y el molibdeno tuvieron el efecto ascendente antes mencionado, pero no el efecto descendente.

El número de inflorescencias, la luminosidad y la pureza del color de las brácteas, también se manifestaron en forma de la curva similar a la de Gauss y se dieron con los niveles de los factores de la interacción compuesta antes mencionada. Por lo que se considera que estas respuestas se debieron a la absorción y translocación de los nutrimentos antes indicados.

La respuesta del área foliar de las brácteas mostró el efecto ascendente antes mencionado, pero no el efecto descendente y se dio con los niveles de los factores de la interacción compuesta antes mencionada, en términos prácticos, la respuesta de ésta variable, se suma a las antes indicadas con la forma similar a la curva de Gauss.

Las concentraciones de carotenos y antocianinas no mostraron efectos significativos en la interacción compuesta, se infiere que la calidad de la nutrición no las altera, porque se deben a factores genéticos. La materia seca de las inflorescencias no mostró efectos significativos en la interacción compuesta, es posible que se deba a que fue prematura la fecha en la cual dio por terminado el experimento.

El hecho de que se tuvieran efectos altamente significativos en las concentraciones de nutrimentos en las brácteas, mientras que en las hojas no se observaron efectos significativos a la interacción compuesta, implica que hubo translocación de nutrimentos de la hoja a la bráctea como respuesta al cambio de estado fenológico de vegetativo a reproductivo. Por lo mismo se considera que las respuestas de las variables correspondientes al periodo vegetativo no aportan información importante (éstos son los casos de las clorofilas).

4.5.6.1.1 Efecto de la interacción en los macronutrimentos del periodo reproductivo

4.5.6.1.1.1 Nitrógeno

Con base en el análisis de varianza, el contenido de nitrógeno en las brácteas hubo un incremento de la concentración como efecto de la interacción compuesta con el nivel medio de la PO (PO_2) el nivel menor de boro y el nivel medio de Mo (Mo_2), ya que este efecto interactivo promovió la máxima absorción de nitrógeno.

Al respecto Bidwell (1993) indica que para la diferenciación de estructuras reproductivas, es necesario que la planta sea inducida y que cuente con las reservas necesarias para poder entrar a la etapa de floración, siendo el nitrógeno el nutrimento que optimice la cantidad adecuada de reservas.

En relación con los resultados del análisis de regresión por pasos selección de stepwise, este nutrimento influyo en el área foliar de las brácteas, y sobre la pureza del color de las brácteas.

En el caso de nitrógeno existe una relación significativa de entre el nitrógeno y el número de inflorescencias de 70.25 %, con el magnesio de 27.69%, con el cobre de 33.18 %, con el hierro de 39.95%, con el manganeso de 33.93 %, con el área foliar de brácteas de 38.90 % y con la materia seca de inflorescencias de 27.30%, así con la luminosidad de 31.96 % y la pureza de 35.22 %.

Con base a los rangos presentados por Ecke *et al.*, (2000), el magnesio se encuentra en un rango de suficiencia. La mayor concentración de nitrógeno en hoja, también tiene la mayor concentración de magnesio, coincidiendo con Castellanos *et al*. (2000), quienes indican que existe una relación sinérgica entre nitrógeno y magnesio, corroborándose con la relación de 28 % dada por la correlación de Pearson entre el nitrógeno y magnesio

Esta relación, coincide con lo mencionado por Marschner,(1995) sobre los compuestos nitrogenados llamados poliaminas, que participan como mensajeros secundarios en la iniciación floral. La influencia de este elemento se debe a que este nutrimento forma parte de la estructura de todas las proteínas y es componente de los ácidos nucleicos (ADN y ARN), básicos para la síntesis proteica. Marschner, (1995).

Boodley (1969), reporta que con un nivel medio de nitrógeno se puede favorecer el desarrollo de la bráctea, ya que con niveles altos puede ocasionar daño al tejido, caracterizado por áreas necróticas, por lo que en esta investigación, se manejó un nivel adecuado para el desarrollo de la bráctea.

Con lo que se puede inferir que al translocarse el nitrógeno a los brotes florales se presenta la inducción floral, lo cual se confirma con la correlación del área foliar de la bráctea de 37% y a su vez la relación de ésta con el nitrógeno de 39%, esto es relevante, debido a que la arginina es precursor de las poliaminas, putrescina, espermidina y espermina que son un grupo de compuestos reguladores del crecimiento, que participan en numerosos procesos de desarrollo de las plantas, entre los que se incluyen la división celular, la diferenciación de flores y el desarrollo de la flor , (Tiburcio, *et al* 1993). Por otra parte Marschner, (1995) indica que la formación de flores se ve afectada. Menciona que los mayores contenidos de cobre se presentan en la flor cuando se están desarrollando los ovarios y el polen en las anteras, esto se confirma con la correlación entre el cobre y el número de inflorescencias que es de 0.38%, lo anterior resultó altamente significativo

4.5.6.1.1.2 Fosforo

Los resultados arrojados por el análisis de varianza nos indican que dentro del efecto de los factores la interacción de la presión osmótica del nivel alto (0.92 atm), el nivel de Mo menor (Mo_0) que en conjunto con el nivel medio de B (B_2),

promovió la mayor absorción de fósforo, con 0.69 g 100 g $^{-1}$, seguida por la extracción de 0.62 g 100 g $^{-1}$ con el nivel alto de boro (B_2), con lo cual se puede inferir que el efecto del boro y la solución más concentrada promueve esta absorción.

Esto coincide con lo mencionado por Steiner, (1973) que señala que soluciones nutritivas con presión osmótica alta favorecen una mayor absorción de fósforo por las plantas.

Gil, (1995), menciona que dentro de las fases vegetativas de crecimiento, la floración requiere mayor cantidad de potasio y fósforo, y dentro de los niveles mencionados por Ecke, 2004, el fósforo se encuentra en rango aceptable.

López, (2000) menciona que el factor concentración causó que las concentraciones de fósforo de todos los órganos en mango, fueran las más altas cuando se emplearon soluciones nutritivas con concentraciones altas con respecto a las concentraciones bajas y medias.

Con relación a la selección por stepwise de l análisis de regresión por pasos el fósforo influyo sobre el número de inflorescencias, lo que coincide con lo antes citado, además influye en la luminosidad de las brácteas.

Se apreció una relación entre el fósforo y el calcio de 92%, con el magnesio fue de 96.03 %, con el boro de 92 %,con hierro de 89%, con manganeso de 94%, con cinc de 85% y con la pureza del color de 54%, lo anterior resultó altamente significativo.
Presento una relación antagónica con el potasio de – 83% y con el cobre de -32.19 %.

4.5.6.1.1.3 Potasio

El análisis de varianza nos refleja que la concentración del potasio, son altamente significativos como respuesta al efecto de los factores simples, a las interacciones simples y a la interacción compuesta, lo cual se muestra en el Cuadro 4.6, más sin embargo no presentó la respuesta similar a la curva de Gauss, ya que no hubo un descenso en la concentración.

En relación al análisis de regresión por pasos stepwise este nutrimento influyo significativamente sobre el contenido de carotenoides,

Con base al análisis de correlación presento una relación positiva con boro de 89%, con hierro de 76%, con manganeso de 88.42% y con cobre de 30.14%, presento relaciones negativas con calcio de -83.74%, así como con magnesio de -85.77 %, con cinc de -67 %, y con los carotenoides de -41.39 %.

Con esta investigación coincide con Fageria (2001) reporta una relación antagónica entre el potasio y magnesio con la relación de -85%.

Asi mismo en esta investigación coincide con Fageria, (2001) menciona una relación antagónica entre el boro y el potasio, con una relación de -89% entre estos nutrimentos.

4.5.6.1.1.4 Calcio

El análisis de varianza muestra que para el calcio tuvo efectos altamente significativos en la concentración de este nutrimento tanto a los factores simples, las interacciones simples y a la interacción compuesta esto lo observamos en el Cuadro 4.6, donde su máxima concentración se reporta con la interacción compuesta con el nivel medio de molibdeno (Mo_2).

En el análisis de correlación de Pearson se apreció una relación entre el calcio y magnesio de 94%, con boro 90%, con hierro 90%, con manganeso 94% y con cinc 78%, lo anterior resultó altamente significativo.

4.5.6.1.1.5 Magnesio

El análisis de varianza nos muestra que la concentración de este nutrimento presento efectos altamente significativos a los factores simples, a la interacción simple y compuesta, por lo que presenta su mayor concentración al nivel medio de molibdeno (Mo_2).
En relación a los resultados del análisis de regresión por pasos este nutrimento influyo en la luminosidad.

En el análisis de Correlación de Pearson se distinguió una relación entre magnesio y hierro de 90.33%, con manganeso de 97.49 %, con cinc de 79.90 %, en forma significativa con la producción de materia seca de inflorescencias de 28.50 %, con la pureza de 48.64%

4.5.6.1.2 Efecto de la interacción en los Micronutrimentos del periodo reproductivo

4.5.6.1.2.1 Boro

Con base al análisis de varianza indicaron efectos altamente significativos a los factores simples, a las interacciones simples y a la interacción compuesta, en relación a la concentración mayor de este nutrimento fue con el nivel medio de molibdeno (Mo_2).
Como resultado del análisis de regresión con la selección stepwise se distingue que este nutrimento tuvo una influencia altamente significativa en el área foliar de las brácteas, luminosidad.

En el análisis de Correlación de Pearson se distinguió una relación altamente significativa entre boro y hierro de 83%,, con manganeso de 91.48 %, con cinc

de 77.80 %, con la luminosidad en forma significativa de 27.81 %, así como con la pureza de 49.11 % lo anterior resultó altamente significativo.
También se distinguieron relaciones negativas entre el boro y el cobre de -41.40 %, y entre boro y molibdeno de -28.14%.

4.5.6.1.2.2 Cobre

El análisis de varianza para este nutrimento nos indica efectos altamente significativos a los factores simples, a las interacciones simple y compuesta, en el caso de la presión osmótica no fue significativa Cuadro 4.7.

En relación a la respuesta el efecto de la concentración fue ascendente de forma continua con respecto al incremento de los niveles de molibdeno.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación altamente significativa entre cobre y molibdeno de 51%, de manera significativa entre el cobre y el número de inflorescencias y con la intensidad de 39.27 %. Además se presentan relaciones negativas entre cobre y hierro de -26.57 %, cobre y manganeso de -27.18 %, y cobre con antocianinas de -34.70 %.

Los rangos de Ecke *et al.*, (2000) están considerados como altos los mayores valores y como suficientes los valores menores, esto puede deberse a la relación entre el cobre y el boro de - 41%, la que resulta antagónica, mientras que para cobre y molibdeno es de 51 % lo que resulta en sinérgica al igual que la relación del cobre con el nitrógeno que es de 33%.

4.5.6.1.2.3 Hierro

Como resultado del análisis de varianza la concentración de hierro indico un efecto altamente significativo de los factores simples, interacciones simples, y a la interacción compuesta, presentando su mayor concentración con el nivel medio de molibdeno (Mo_2), en la interacción compuesta.

Con base en el análisis de regresión por pasos sugiere que este nutrimento influye en la respuesta de los carotenoides, y en la luminosidad.

En el análisis de Correlación de Pearson se detectó una relación altamente significativa entre el hierro y manganeso de 91.97 %, con cinc de 84.40 %, y con la pureza del color de 55%, en forma significativa con la producción de materia seca de inflorescencias de 31.60 %, con la lamuninosidad de 47.22 %.

4.5.6.1.2.4 Manganeso

El análisis de varianza muestra que hubo efectos altamente significativos de los factores simples, a las interacciones simples y a la interacción compuesta Cuadro 4.7, mostrando la mayor concentración de este nutrimento con el nivel medio de molibdeno (Mo_2).

Del análisis de regresión por pasos se indica que este nutrimento influyo en la respuesta del área foliar de las brácteas en forma altamente significativa.

En el análisis de Correlación de Pearson se determinó una relación altamente significativa entre manganeso y cinc de 78%, con la pureza del color de 50.40 % y en forma significativa con la producción de materia seca de las inflorescencias de 30.30 %, con la luminosidad del color de brácteas de 28.89 %. Y se presenta una relación negativa con el molibdeno de -26.46 %.

4.5.6.1.2.5 Molibdeno

Con base en el análisis de varianza la concentración de este micronutrimento indicó efectos altamente significativos de los factores simples, de las interacciones simples y de la interacción compuesta, su mayor concentración se obtuvo con el nivel mayor de molibdeno (Mo_3).

En relación con el análisis de regresión por pasos, se distingue que influye en forma altamente significativa en la respuesta de las antocianinas, carotenoides, área foliar de las brácteas, producción de materia seca de inflorescencias, luminosidad e intensidad del color.

En el análisis de Correlación de Pearson se detectó una relación altamente significativa con la intensidad del color de 82 % y una relación con carotenoides de 46.64 % y una relación negativa con la luminosidad de -30.47 %.

Ecke *et al.,* (2004) menciona que en las Nochebuenas el molibdeno es requerido como catalizador en la reducción del nitrógeno, además de ser el componente de varios sistemas enzimáticos.

4.5.6.1.2.6 Cinc

El análisis de varianza de la concentración de este nutrimento en las brácteas indicó un efecto altamente significativo de los factores simples, las interacciones simples y la interacción compuesta, y su mayor concentración se obtuvo con el nivel medio de molibdeno (Mo_2).

Con base al análisis de regresión por pasos se distingue en forma altamente significativa que influye sobre la respuesta de la variable área foliar de brácteas, en la producción de materia seca de inflorescencias y en la luminosidad y pureza del color de las brácteas.

En el análisis de Correlación de Pearson se distinguió una relación altamente significativa entre el cinc y la pureza del color de la bráctea de 57%. Y significativa con la producción de materia seca de las inflorescencias de 30.10 %.

En relación con la concentración de cinc, Jones *et al ,* (1991), mencionan que los rangos de suficiencia son de 25 a 100 $mgkg^{-1}$. En brácteas la concentración fue

de 39.87 $mgkg^{-1}$, que se encuentra dentro del rango reportado, obteniéndose con la presión osmótica alta (PO_3) (0.92 atm) el menor nivel de Mo (Mo_0) y el nivel medio de boro (B_2).

4.5.6.1.3 Efecto de la interacción en los índices de crecimiento en el periodo reproductivo

4.5.6.1.3.1 Área foliar de brácteas

El análisis de varianza indicó un efecto altamente significativo de los factores simples, de la interacción simple presión osmótica x molibdeno y la interacción compuesta Cuadro 4.8, teniendo la mayor área foliar con el nivel medio del molibdeno (Mo_2).

En relación al análisis de regresión por pasos las variables que influyeron en la respuesta del área foliar de las brácteas fueron los niveles de molibdeno, cinc, nitrógeno, manganeso y boro.

Para esta variable existe una Correlación de Pearson significativa, entre el área foliar de brácteas y el número de inflorescencias del 37.70 %.

4.5.6.1.3.2 Número de inflorescencias

Con base al análisis de varianza, indicó efectos altamente significativos de los factores simples boro y molibdeno, significativo para la interacción presión osmótica x boro, mientras que para la interacción presión osmótica x molibdeno fue altamente significativa, así como para la interacción compuesta. (Cuadro 4.8). En relación a la respuesta a la interacción compuesta, mostró un mayor número de inflorescencias con el nivel medio del molibdeno (Mo_2).

Para esta variable el análisis de regresión múltiple con pruebas de selección stepwise eligió al fósforo con un $\alpha < 0.0001$, como el factor más crítico que influye en el número de inflorescencias.

El análisis de Correlación de Pearson indicó una relación altamente significativa entre el número de inflorescencias y nitrógeno de 70% con cobre de 38 % y con el área foliar de brácteas de 37.70 %

4.5.6.1.3.3 Producción de materia seca de inflorescencias

Con base al análisis de varianza indicaron efectos altamente significativos del factor simple presión osmótica y significativo para el molibdeno, en relación a las interacciones simples indicó ser altamente significativo presión osmótica x molibdeno, así como para la interacción compuesta de presión osmótica x boro x molibdeno. La mayor producción de materia seca de inflorescencias se encontró con los niveles de molibdeno medio y alto. (Cuadro 4.8).

En relación al análisis de regresión por pasos la variable que influyo en la respuesta fue el molibdeno y el cinc, de manera altamente significativa.

Se distingue una relación significativa entre producción de materia seca de inflorescencias y nitrógeno de 27.30 %, con calcio de 34.10%, con el magnesio de 29.50 %, con hierro de 31.60%, con manganeso de 30.30%, con el número de inflorescencias de 41.30 %, con la pureza del color de 30.19 %.

4.5.6.1.4 Efecto de la interacción en los pigmentos en brácteas

4.5.6.1.4.1 Antocianinas

Con base en el análisis de varianza el contenido de antocianinas en las brácteas fue altamente significativo para la interacción simple presión osmótica x boro y para la interacción compuesta presión osmótica x boro x molibdeno (Cuadro 4.9), no se mostraron efectos significativos en el contenido de antocianinas.

En relación al análisis de regresión por pasos la variable que afecto en la respuesta de manera altamente significativa fue el molibdeno. Este micronutrimento participa en la reducción del nitrato, y en consecuencia en estos

pigmentos , que pertenecen a un grupo conocido como flavonoides (Harborne, 1994). Estos pigmentos se encuentran como glucósidos.

Se distingue una relación significativa negativa entre las antocianinas y el cobre de -34.70 %.

Para la síntesis de antocianinas, la planta necesita un buen abastecimiento de fotoasimilados y el nitrógeno es el nutrimento indispensable para que la planta tenga mayor disponibilidad y producción de estos pigmentos) Navarro y Navarro, 2000), se puede atribuir una relación directa entre el contenido de nitrógeno y el contenido de estos pigmentos.

4.5.6.1.4.2 Carotenoides

El análisis de varianza de carotenoides en las brácteas indicó efectos altamente significativos de los factores simples presión osmótica y boro, para la interacción simple de presión osmótica x boro, así como para la interacción compuesta presión osmótica x boro x molibdeno Cuadro 4.9, sin embargo no mostraron respuesta con efectos significativos en cuánto al contenido de carotenos.

El mayor contenido de carotenoides es de 3.4 mg^{-1}.g de tejido fresco con la presión osmótica de 0.72 atm el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno y el menor contenido es de 01.42 mg^{-1} de tejido fresco, con una presión osmótica de 0.52 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel tres.

En el 2004 Ayala Investigó sobre la Influencia de calcio, boro y molibdeno en aplicación foliar en el desarrollo vegetativo, floración, calidad de flor y vida poscosecha de plantas de nochebuena del cultivar Subjibi roja. Se muestrearon hojas y brácteas, evaluándose área foliar, peso fresco, seco y específico de hoja, contenido de clorofilas a, b y total en hojas y brácteas, además de carotenoides y antocianinas en brácteas. Estas variables se evaluaron en poscosecha junto con la caída de hojas, brácteas y ciatios. Del 5 de noviembre al 5 de diciembre, la

clorofila disminuyó en 95% y los carotenoides en 89%, en tanto que las antocianinas se incrementaron en 12.85%. Al final del período de posproducción el B (0.5 mgL-1) favoreció la altura de los brotes, número de brácteas dañadas por frío e incrementó el contenido de B, Mn y vida poscosecha de las plantas al disminuir en 54.93 y 8.67 % la caída de hojas y ciatios.
Navarro y Navarro, (2000) menciona que se puede atribuir una relación directa entre el contenido de nitrógeno y contenido de pigmentos como la antocianina y carotenoides, lo cual no se presentó en esta investigación.

Para esta variable el análisis de regresión múltiple con pruebas de selección stepwise se distingue como variable que afecto en forma altamente significativa la respuesta potasio, molibdeno y hierro.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación significativa negativa entre el contenido de carotenoides con potasio de -41.39 %, con el molibdeno de 46.64%, una relación altamente significativa con la intenidad del color de 60.51 %.

4.5.6.1.5 Efecto de la interacción en el color de brácteas: Luminosidad, Pureza e Intensidad

4.5.6.1.5.1 Luminosidad (L)

El análisis de varianza indicó un efecto altamente significativo de los factores simples, para las interacciones simples y para la interacción compuesta (Cuadro 4.10), la mayor luminosidad es de 38.89 lo cual representa un color oscuro con la presión osmótica de 0.72 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel dos y la menor luminosidad es de 34.37, con una presión osmótica de 0.52 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel dos.
Con base al análisis de regresión por pasos las variables que influyeron en la respuesta de luminosidad de manera latamente significativa fue el hierro, los tres

niveles de molibdeno, magnesio, fósforo, cinc, los tres niveles de boro y manganeso.

Existe una relación significativa entre la luminosidad y nitrógeno de 31.96 %, con boro de 27.81 %, con el hierro de 47.22 %, con manganeso de 28.89 % con el molibdeno una relación negativa de -30.47, y una relación altamente significativa con la pureza de 56 %.

4.5.6.1.5.2 Pureza (C)

Representa el croma o concentración del color, el análisis de varianza indicó efectos altamente significativos de los factores simples para boro y molibdeno así como de las interacciones simples, además de ser altamente significativa a la interacción compuesta (Cuadro 4.10), el valor mayor es de 59.71 por lo cual es un color puro se obtuvo con la presión osmótica de 0.72 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel dos.

Para esta variable el análisis de regresión múltiple con pruebas de selección stepwise mostró un efecto altamente significativo para las variables que influyeron en la respuesta al valor de pureza eligió al cinc , nitrógeno, y presión osmótica.

Se distinguió una relación altamente significativa con fósforo de 53.70 %, con hierro de 55.18 %, con cinc de 56.80 %, con lluminosidad de 56 %, y significativa entre la pureza y nitrógeno de 35.22 %, con calcio de 44.13 %, con el magnesio de 48.64 %, con boro de 49.11 %, con la producción de materia seca de inflorescencias de 30.19 %.

4.5.6.1.5.3 Intensidad (H)

Representa la intensidad del color rojo en relación con el análisis de varianza indicó efectos altamente significativos de los factores simples. Interacciones

simples y en la interacción compuesta (Cuadro 4.10), el valor mayor de 38.56 con la presión osmótica de 0.52 atm, el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno y la menor intensidad es de 31.56 el cual también es rojo, con una presión osmótica de 0.92 atm con el boro fijo y el molibdeno en el nivel tres.

Para esta variable el análisis de regresión múltiple con pruebas de selección stepwise las variables que afectan la respuesta de la intensidad en forma altamente significativa molibdeno y los tres niveles de molibdeno dentro de las interacciones.

Se distinguió una relación altamente significativa con carotenoides de 60.51 % y significativa entre intensidad y cobre de 39.27 %.

4.5.6.1.2 Efecto de la interacción en el período vegetativo

4.5.6.1.2.1 Efecto de la interacción en los macronutrimentos del periodo vegetativo

En el Análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas ($\alpha \leq 0.05$) entre los efectos interactivos con la Presión osmótica en su nivel medio (PO_2) 0.72 atm, el boro en su nivel menor B (B_0), y los tres niveles de Molibdeno se presentó la misma tendencia que las siguientes variables del período reproductivo: La concentración de nitrógeno (Figura 4.23), boro (Figura 4.28) y manganeso (Figura 4.31), Incremento en ramas (Figura 4.36) en período vegetativo.

4.5.6.1.2.1.1 Nitrógeno

En el análisis de varianza de la concentración de nitrógeno en hojas indicó un efecto altamente significativo de los factores simples, de las interacciones simples y en la interacción compuesta (Cuadro 4.11), no se encontró diferencias significativas en la concentración de nitrógeno en hojas.

El crecimiento de la planta está directamente influenciado por el nitrógeno ya que ha sido demostrado que es el factor limitante más común del crecimiento de las plantas, ya que es constituyente de los compuestos orgánicos, de la estructura de todas las proteínas y de las moléculas tan importantes como las purinas y pirimidas que son indispensables para el desarrollo de la planta (Jones, 2003; Bidwell, 1993; Salisbury y Ross 1994; Marschner, 1995; Navarro y Navarro, 2000; Epstein *et al.*, 2004)

En relación al análisis de regresión por pasos el nitrógeno influyo de manera altamente significativa la respuesta de la producción de materia seca de ramas y área foliar.

Se distinguió una relación significativa con el diámetro de 33.10 %.

4.5.6.1.2.1.2 Fósforo

El análisis de varianza indicó efectos significativos para los factores simples presión osmótica y boro, para la interacción simple de presión osmótica x boro y a la interacción compuesta, (cuadro 4. 12), no se encontró diferencias significativas en la concentración de fósforo.

En el análisis de Correlación de Pearson se distinguió una relación altamente significativa entre el fósforo y el calcio de 60.89 %, con magnesio de 64.24 %, con hierro de 57.70 %, en forma significativa con altura de 30.32 %, diámetro 40.09 %, con manganeso de 44.94 % y con zinc de 46.19 %.

Con relación a la concentración de fósforo y magnesio coincide con lo señalado por Bugarín *et al* (1988), donde reporta que en un experimento con crisantemo en cultivo hidropónico, encontraron que la mayor extracción de potasio en las hojas se alcanzó con una presión osmótica 0.54 atm, lo cual coincide con esta

investigación, bajo las mismas condiciones de manejo se obtuvo la mayor extracción de fósforo y magnesio en hojas con una presión osmótica de 0.52 atm al igual que la concentración de calcio, en el caso de la investigación de Bugarín *et al*. Se registró la mayor extracción de calcio con una presión osmótica de 0.92 atm.

Se puede inferir que estos resultados coinciden por los citado por Marschner, (1995) sobre la translocación de nutrimentos, metabolitos primarios y secundarios en la transción floral. Así como lo que menciona Bidwell, (1993) reporta que conforme la etapa de diferenciación floral, avanza, el crecimiento va deteniéndose.

4.5.6.1.2.1.3 Potasio

El análisis de varianza indicó un efecto significativo para presión osmótica, altamente significativas para las interacciones simples y para la interacción compuesta, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la concentración de potasio en las hojas. (Cuadro 4.11).

Con base al análisis de regresión por pasos se distinguó que influye de manera altamente significativa en el diámetro.

En el caso del potasio se encontró una relación significativa entre el potasio y boro de – 46.03 %, lo cual refiere una relación antagónica con el boro, conforme la concentración de potasio de cada tratamiento se iba incrementando, el nivel de boro en la hoja iba disminuyendo, coincidiendo con la relación antagónica entre estos nutrimentos mencionada por Fageria (2001) y Castellanos *et al*. (2000).

Con base a lo reportado por Ecke *et al.*, (2000), los rangos de B para los mayores concentraciones es alto mientras que las menores están en rango de suficiencia.

También tiene una relación significativa entre potasio y cobre de 26.07 %, con el manganeso de -38.42%, y con el zinc de -34 %.

4.5.6.1.2.1.4 Calcio

En el análisis de varianza indicó efectos altamente significativos de los factores simples, interacciones simples y de la interacción compuesta (Cuadro 4.11), aunque no se encontraron diferencias significativas en la concentración de calcio en las hojas.

En el análisis de Correlación se distinguieron relaciones altamente significativas entre el calcio y producción de materia seca de hojas de 50.75 %, se apreció una relación de 80% entre el calcio con magnesio, con boro de 75. 54 % con hierro de 68.69 %, y con manganeso de 74.74 %, con cinc de 49.87 % y relaciones significativas entre calcio y número de inflorescencias de 26.76 %, y con molibdeno de 35.17 %.

4.5.6.1.2.1.5 Magnesio

Con base al análisis de varianza indicó un efecto altamente significativo de los factores simples, de las interacciones simples y de la interacción compuesta, (Cuadro 4.11), su mayor concentración se encuentra en el nivel menor de molibdeno (Mo_1).

En el análisis de Correlación de Pearson se distinguió una relación altamente significativa entre magnesio y boro de 82%, con hierro de 57.27 %, con manganeso de 61.71 % y con cinc de 51.65 %, y una relación significativa con las unidades spad de 26.81 %.

4.5.6.1.3 Efecto de la interacción en los micronutrimentos del periodo vegetativo

4.5.6.1.3.1 Boro

El análisis de varianza de la concentración de boro indicó efecto altamente significativo de los factores simples, de las interacciones simples y de la

interacción compuesta, (Cuadro 4.12), presentando la mayor concentración con el nivel medio de molibdeno (Mo_2).
Con base al análisis de regresión por pasos el boro influyo en forma altamente significativa en la respuesta del incremento de ramas, producción de materia seca de ramas y de hoja.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación altamente significativa entre boro y producción de materia seca de 57.17 %, entre boro y hierro de 58.70 %, con el manganeso de 56.73 % y con cinc de 73.99 %, y de manera significativa con el diámetro de 38.48 %.

4.5.6.1.3.2 Cobre

Con base al análisis de varianza se indicó un efecto altamente significativo de los factores simples, interacciones simples y la interacción compuesta (Cuadro 4.12), aunque no se encontraron diferencias significativas en la concentración de este nutrimento.

En relación al análisis de regresión por pasos se distinguió que este nutrimento influyo en forma altamente significativa en la respuesta del incremento de ramas,y en la producción de materia seca del tallo.

En el análisis de Correlación de Pearson se distinguió una relación altamente significativa entre el cobre y molibdeno de 54.56 % y una relación significativa con el manganeso de 26.82 %.

4.5.6.1.3.3 Hierro

El análisis de varianza indicó un efecto altamente significativo de los factores simples, interacción simple y de la interacción compuesta (Cuadro 4.12), pero no hubo efectos significativos en la concentración de hierro en hojas.

Se distingue una relación altamente significativa entre hierro y boro de 58.70 %, con manganeso de 72.90 %, y una relación significativa entre hierro y cinc de 42.58 %, producción de materia seca de hoja de 46.49 %, con clorifila a de 30.70 %, y con la clorofila b de 26.85 %.

4.5.6.1.3.4 Manganeso

Con base en el análisis de varianza indico un efecto significativo para el factor simple de presión osmótica y para la interacción compuesta (Cuadro 4.12), aunque no hubo diferencias significativas en la concentración de manganeso en la hoja, dentro de la interacción compuesta la mayor concentración se obtuvo con el nivel medio de molibdeno.

En el análisis de regresión por pasos se distinguió un efecto altamente significativo sobre la variables Unidades Spad, donde este nutrimento influyo en la respuesta de las lecturas.

Se encontró una relación significativa entre el manganeso con el molibdeno de 44.42 % y con cinc de 43.58 %.

4.5.6.1.3.5 Molibdeno

El análisis de varianza indicó un efecto significativo para el factor simple presión osmótica y altamente significativo para el boro, para la interacción simple presión osmótica x molibdeno con un efecto significativo, para la interacción compuesta presento un efecto altamente significativo, la mayor concentración se presento con el nivel menor de molibdeno (Mo_1). (Cuadro 4.12).

En relación al análisis de regresión por pasos stepwise, se distinguió una influencia del molibdeno altamente significativa sobre la respuesta del área foliar.

Se encontró una relación altamente significativa entre molibdeno con el cobre de 54.56 %, y una relación significativa con manganeso de 44.42 % y con calcio de 35.16 %.

4.5.6.1.3.6 Cinc

El análisis de varianza indicó un efecto altamente significativo de los factores simples, de las interacciones simples y de la interacción compuesta (Cuadro 4.12), encontrándose la mayor concentración de este nutrimento con el nivel menor de molibdeno (Mo_1).

Con base en el análisis de regresión por pasos este nutrimento influyo en forma altamente significativa en la respuesta de la producción de materia seca de ramas, hoja y en el área foliar de hoja.

Se aprecia una relación significativa entre zinc y altura de 26.23 %, con el diámetro de 30.12 %.
Estos micronutrimentos son de vital importancia para el período vegetativo, sobre todo el molibdeno, para la nochebuena, influyendo para la obtención de una inflorescencia de calidad.

4.5.6.1.4 Efecto de la interacción en los índices de crecimiento en el período vegetativo

4.5.6.1.4.1 Altura

La altura de la planta es considerada una variable de respuesta importante en la investigación de plantas ornamentales, puesto que es determinante en los indicadores de calidad comercial que el mercado demanda.

En relación con los resultados del análisis de varianza de la altura de la planta no son estadísticamente significativos, lo cual coincide por lo reportado por Whipker y Hammer 1998 estudiaron los efectos de la variación de las dosis de aplicación de fertilizante [100-15-100 o 300-46-300 mg L^{-1} de nitrógeno (N) - fósforo (P) - potasio (K)] y las fechas de pinchado de las plantas sobre patrones de absorción de nutrientes de nochebuenas. Durante las primeras siete semanas después del trasplante, se aplicaron dosis de fertilización de N-P-K de 100-15-100 a 300-46-300 mg L^{-1} N-P-K la cuales no tuvieron efecto sobre la altura de la planta.

Rosas, (2005) reportó una Correlación de Pearson de -0.37 entre la altura y el número de brotes, lo cual coincide en esta investigación donde se obtuvo una correlación entre estos mismos parámetros de -0.28.

Estos resultados coinciden por los citado por Marschner, (1995) sobre la translocación de nutrimentos, metabolitos primarios y secundarios en la transición floral.
Se distinguió una relación significativa entre la altura y el zinc de 26.23 %.

4.5.6.1.4.2 Diámetro de la planta

El análisis de varianza indicó un efecto altamente significativo para la interacción compuesta (Cuadro 4.13), se distingue el mayor diámetro con el nivel menor de molibdeno (Mo_1) dentro de la interacción compuesta.

El mayor incremento del diámetro fue de 3.31 mm con el tratamiento presión osmótica de0.92 atm el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno y el menor incremento en el diámetro es de 0.01 mm con el tratamiento con una presión osmótica de 0.52 atm boro fijo y nivel tres de molibdeno.

Bidwell, (1993) reporta que conforme la etapa de diferenciación floral, avanza, el crecimiento va deteniéndose.

Juárez *et al*, 2010, reportan que la solución nutritiva con potencial osmótico de -50 Kpa, propició el mayor diámetro medio y basal del tallo de las plantas de Lilium hibrido Asiático ´Brunelo´, lo cual coincide con lo encontrado en esta investigación sobre el diámetro de las plantas.

Con base en el análisis de regresión por pasos esta variable en forma altamente significativa la respuesta es debida al potasio.

Se distinguió una relación significativa entre la altura y el zinc de 26.23 %.

4.5.6.1.4.3 Incremento de ramas

El mayor incremento de ramas fue de 4.33 con la presión osmótica de 0.72 atm con el molibdeno fijo y el boro con nivel uno y el menor incremento que se registró fue una rama con la presión osmótica de 0.52 atm con el boro fijo y el nivel uno de molibdeno.

4.5.6.1.4.4 Área Foliar

La mayor Área foliar de brácteas superficie en cm es de 373.03 con la presión osmótica de 0.72 atm, el molibdeno fijo y el boro en el nivel tres, y la menor es de 145.05 cm con la presión osmótica 0.72 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel tres.

Para esta variable el análisis de regresión múltiple con pruebas de selección stepwise eligió al nitrógeno con un α =0.0004, como el factor más crítico que influye en el área foliar.

4.5.6.1.4.5 Producción de materia seca

La producción de materia seca de las ramas de la planta, el tratamiento P52B1M0 resulto el de mayor promedio en la producción de materia seca de las ramas por

lo que se encontraron diferencias estadísticas, en la producción de materia seca de hojas el tratamiento P72B3M0, materia seca del tallo de la planta el tratamiento P52B1M0, la producción de materia seca de la raíz el tratamiento P52B0M3 por el efecto de la interacción de la presión osmótica boro y molibdeno, a diferencia de esta investigación.

Whipker y Hammer en 1997, encontraron que en el cultivar Subjibi, cultivando en un sistema hidropónico durante 15 semanas en soluciones nutritivas con 100-15-100, 200-30-200 o 300-46-300 (en mg L^{-1} de N-P-K) . Los resultados indican que las dosis de fertilización creciente desde 100 a 300 mgL^{-1} de N y K no influyó significativamente en la planta en la producción de materia seca.

El crecimiento de la planta está directamente influenciado por el nitrógeno ya que ha sido demostrado que es el factor limitante más común del crecimiento de las plantas, ya que es constituyente de los compuestos orgánicos, de la estructura de todas las proteínas y de las moléculas tan importantes como las purinas y pirimidas que son indispensables para el desarrollo de la planta (Jones, 2003; Bidwell, 1993; Salisbury y Ross 1994; Marschner, 1995; Navarro y Navarro, 2000; Epstein *et al.*, 2004).

4.5.6.1.4.5.1 Producción de materia seca de Ramas

El análisis de varianza de producción de materia seca de ramas indicó un efecto significativo de la interacción simple de la presión osmótica x boro y un efecto altamente significativo para la interacción compuesta (Cuadro 4.14), no hubo diferencias significativas entre los valores de producción de materia seca de ramas, distinguiéndose el mayor valor mayor dentro de la interacción compuesta con el nivel menor de molibdeno (Mo_1).

Con base en el análisis de regresión por pasos la respuesta de esta variable con un efecto altamente significativa esta influida por los niveles de boro dentro de la interacción, por el zinc, nitrógeno, boro, y por la presión osmótica.

En el análisis de Correlación de Pearson se distinguió una relación altamente significativa de 55% entre la producción de materia seca de ramas y la clorofila a, y una relación significativa con la clorofila b de 47.27 %,, con la clorofila total 41.76 %.

4.5.6.1.4.5.2 Producción de materia seca de hoja

El análisis de varianza indico efecto altamente significativo del factor simple presión osmótica y de la interacción compuesta (Cuadro 4.14), no se encontraron diferencias significativas entre los valores de esta variable.

Con base en el análisis de regresión por pasos la respuesta de esta variable con un efecto altamente significativa esta influida por cinc, y los niveles de boro de la interacción.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación altamente significativa entre la producción de materia seca de hoja y calcio de 50.75 %, con boro 57.17 %, y una relación significativa con hierro de 46.49 %, con área foliar de 45.90 %, con cinc de 43.15 %, con manganeso 42.14 %, con magnesio de 39.82 %y con altura de 35.11 %.

4.5.6.1.4.5.2 Producción de Materia seca de tallo

En relación con el análisis de varianza indicó efecto s altamente significativos de los factores simples presión osmótica y boro y significativo para el molibdeno, para las interacciones simples se obtuvo un efecto altamente significativo, así como para la interacción compuesta (Cuadro 4.14), no hay diferencias significativas entre los valores de esta variable.

Con base en el análisis de regresión por pasos la respuesta de esta variable con un efecto altamente significativa esta influida el cobre, presión osmótica y molibdeno.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación altamente significativa entre producción de materia seca de tallo y clorofila a de 57%, con la clorofila b de 53%.

4.5.6.1.4.5.3 Producción de materia seca de raíz

El análisis de varianza indico un efecto altamente significativo del factor simple presión osmótica y significativo de para boro y molibdeno, la interacción simple fue altamente significativa para presión osmótica x boro, así como para la interacción compuesta (Cuadro 4.14), los valores de esta variable no presentan diferencias significativas.

Con base en el análisis de regresión por pasos la respuesta de esta variable con un efecto altamente significativa esta influida la presión osmótica.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación significativa entre producción de materia seca de raíz y clorofila b de 27. 50%.

4.5.6.1.5 Efecto de la interacción en los pigmentos y unidades spad en el periodo vegetativo

4.5.6.1.5.1 Clorofila a

El análisis de varianza indico un efecto altamente significativo para la interacción compuesta (Cuadro 4.15), los valores de esta variable no presentan diferencias significativas.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación altamente significativa entre clorofila a y clorofila b de 91.15 %, con clorofila total de 52.49 %,

con la producción de materia seca de ramas de 55.29%y con la producción de materia seca de tallo de 57.25 %.

El mayor contenido de clorofila a es de 1.63 mg^{-1}.g de tejido fresco con la presión osmótica de 0.52 atm el boro fijo y el molibdeno en el nivel uno y el menor contenido es de 0.26 mg^{-1} de tejido fresco, con una presión osmótica de 0.72 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel dos.

El nitrógeno es constituyente de la clorofila y enzimas del grupo de citocromos indispensables para la fotosíntesis y respiración (Navarro y Navarro, 2000).

4.5.6.1.5.2 Clorofila b

El análisis de varianza indico un efecto altamente significativo de los factores simples presión osmótica y boro, y significativo para molibdeno, la interacción simple fue altamente significativa para presión osmótica x boro, así como para la interacción compuesta (Cuadro 4.15), los valores de esta variable no presentan diferencias significativas.

Con base en el análisis de regresión por pasos la respuesta de esta variable con un efecto altamente significativo esta influida por molibdeno y los tres niveles de boro de la interacción compuesta.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación altamente significativa entre clorofila b y producción de materia seca de tallo de 53.36 % y una relación significativa con clorofila total de 35.13 %. Con la producción de materia seca de ramas de 47.27 % y con la producción de materia seca de raíz de 27.50 %.

El mayor contenido de clorofila b es de 0.63 mg^{-1}.g de tejido fresco con la presión osmótica de 0.52 atm el molibdeno fijo y el boro en el nivel uno y el menor contenido es de 0.35 mg^{-1} de tejido fresco, con una presión osmótica de 0.72 atm con el boro fijo y el molibdeno en el nivel dos.

4.5.6.1.5.3 Clorofila total

El análisis de varianza indico un efecto altamente significativo de los factores simples presión osmótica y boro así como un efecto significativo para molibdeno, de la interacción simple fue significativo para presión osmótica x boro, y altamente significativo para presión osmótica x molibdeno, así como para la interacción compuesta (Cuadro 4.15), los valores de esta variable no presentan diferencias significativas.

Con base en el análisis de regresión por pasos la respuesta de esta variable con un efecto altamente significativa esta influida por molibdeno.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación significativa entre clorofila total y unidades spad de 27.12 % y con la producción de materia seca de ramas de 41.76 %.

El mayor contenido de clorofila total es de 0.41 mg^{-1}.g de tejido fresco con la presión osmótica de 0.72 atm el molibdeno fijo y el boro en el nivel dos y el menor contenido es de 0.39 mg^{-1} de tejido fresco, con una presión osmótica de 0.52 atm con el molibdeno fijo y el boro en el nivel tres.

4.5.6.1.5.4 Unidades Spad

El análisis de varianza indicó un efecto altamente significativo a la interacción compuesta presión osmótica x boro x molibdeno (Cuadro 4.15). No se encontraron diferencias significativas.

Con base en el análisis de regresión por pasos la respuesta de esta variable con un efecto significativo esta influida por la presión osmótica.

En el análisis de Correlación de Pearson se apreció una relación significativa entre unidades spad y clorofila total de 27.12 %.

4.5.6. CONCLUSIONES GENERALES

El objetivo general de esta investigación fue alcanzado. Asimismo, se cumplieron los objetivos particulares.

4.5.6.1 Experimento 1:

- El manejo de la solución nutritiva con el elemento faltante, resultó en una reducción en los variables de crecimiento altura y diámetro de la planta.
- Las plantas del tratamiento con la solución sin nitrógeno presentaron un bajo contenido de clorofilas totales, observándose una mayor reducción en las clorofilas a.
- Se observó una correlación alta entre el contenido de nitrógeno y las unidades SPAD en hojas.
- El menor contenido de carotenoides estuvo asociado con un bajo contenido de nitrógeno.
- El bajo contenido de antocianinas se relaciona con bajos contenidos de nitrógeno y calcio.
- El análisis de varianza que se utilizó como herramienta para el análisis de datos generó diferencias altamente significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados con soluciones carentes de un macronutrimento.

4.5.6.2. Experimento 2:

En las brácteas de nochebuena que se hicieron crecer en cultivo en solución durante un periodo de 180 días, se determinó, dentro de la presión osmótica 0.72 atm de la

solución nutritiva, que con una concentración de molibdeno de 0.3 mg L^{-1} (el nivel medio en la solución nutritiva), en la solución nutritiva, se logró el “consumo óptimo” de dicha solución, dado que se alcanzaron los valores mayores de las concentraciones de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, boro, hierro, manganeso, cinc, cobre y molibdeno.

En la misma forma, con la concentración de molibdeno mayor: 0.7 mg L^{-1}, (el nivel alto en la solución nutritiva), las concentraciones de los antes indicados nutrimentos disminuyeron significativamente, lo que corresponde al llamado “consumo de lujo”. Para este caso, las excepciones fueron el cobre y el molibdeno, donde la concentración correspondiente no disminuyó.

De manera similar con el antes llamado “consumo óptimo”, también se lograron los valores mayores de las variables siguientes: el área foliar de las brácteas, el número de inflorescencias, producción de materia seca de inflorescencias, la luminosidad y la pureza del color de las brácteas. Mientras que con la materia seca y el área foliar de brácteas no hubo disminución en sus valor con la concentración alta de molibdeno, con las otras variables sí la hubo. En las variables: materia seca de las brácteas y concentraciones en las brácteas de antocianinas y carotenos, no hubo efecto significativo dentro de la presión osmótica 0.72 atm de la solución nutritiva, debidos a los niveles de molibdeno de la susodicha solución nutritiva.

Se llevó al cultivo de nochebuena hasta completar su ciclo con el periodo reproductivo hasta el desarrollo completo de la inflorescencia y fue afectada por la interacción presión osmótica- niveles de boro, presión osmótica- niveles de molibdeno, y por el efecto de la interacción presión osmótica- niveles de boro – niveles de molibdeno.

Así mismo, se considera adecuado el diseño de las presiones osmóticas (0.52, 0.72 y 0.92 atm) niveles de boro (0.88 , 1.40 y 1.93 ppm L^{-1}) y niveles de molibdeno

(0.10, 0.30 y 0.70 ppm L^{-1}), que se seleccionaron para esta investigación ya que para la mayoría de las variables se obtuvo una respuesta de la interacción de estos factores, en una zona de carencia, nivel adecuado y un nivel excesivo.

La respuesta de las variables evaluadas para el período reproductivo y período vegetativo de nochebuena *Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch cultivar valenciana, se deben a los efecto de la interacción los tres factores de estudio presión osmótica, boro y molibdeno.

Se distingue para el período reproductivo que la presión osmótica de nivel medio PO (PO_2) de 0.72 atm, manteniendo el boro fijo y variando los niveles de molibdeno tienen un patrón como factor limitante, nivel óptimo y nivel toxico en las siguientes variables: incremento en el número de inflorescencias, área foliar de las brácteas, concentración de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso, cinc, antocianinas y la luminosidad. Por lo que se concluye que el molibdeno es un elemento determinante para el período reproductivo.

El efecto interactivo de los tres factores presión osmótica, boro y molibdeno para el período vegetativo de la nochebuena c.v. Valenciana de 0.52 atm, manteniendo el molibdeno fijo y variando los niveles de Boro presentaron un patrón como factor limitante, nivel óptimo y nivel tóxico en las variables siguientes: Incremento de ramas, área foliar de hoja, concentración de potasio, magnesio, boro, hierro, molibdeno. Por lo que se concluye que el boro es un elemento relevante para el período vegetativo.

El sistema utilizado para el estudio nutrimental en el cultivo de nochebuena se desarrolla adecuadamente en un sistema hidropónico en agua con oxigenación, por lo que para estudiar los efectos de macronutrimentos esta técnica es la más adecuada para evaluar la respuesta de la planta a la carencia de estos.

El uso de la regresión multivariada “stepwise”, es un análisis estadístico útil para conocer el efecto por factor principal y entre variables. Para el período reproductivo se seleccionaron las siguientes:

Período reproductivo:

- La respuesta de la antocianina está afectada por Mo.
- Los Carotenoides están influidos por Mo, K, Fe
- El área foliar de brácteas está afectada por los niveles de Mo, Zn, N, Mn, B
- El número de inflorescencias está influido por el P
- Producción de materia seca de inflorescencias se ve afectada por el Mo, Zn
- La luminosidad se afecto por efecto del Fe, Niveles de Mo, Mg, P, Zn, Niveles de Boro, Mn
- La pureza se vio afectada por Zn, N , presión osmótica
- La intensidad fue influida por Mo y niveles de Molibdeno

Período vegetativo:

- El diámetro fue afectado por el K
- Las unidades Spad fue influido por el Mn Presión osmótica
- El incremento de ramas fue afectado por el B y Cu
- La producción de materia seca de ramas fue afectado por los Niveles de B Zn, N, B, presión osmótica
- La producción de materia seca de hoja esta influido por Zn, y niveles de boro
- La producción de materia seca de tallo fue afectada por el Cu , presión osmótica y molibdeno
- La producción de materia seca de raíz está influida por la presión osmótica
- El Área foliar está afectada por el Zn Mo y N

En el análisis de correlación tanto en período reproductivo como en vegetativo existen relaciones estadísticamente significativas, con estas se concluye que:

- A mayor Nitrógeno mayor número de inflorescencias, materia seca de inflorescencias, luminosidad y pureza del color.
- Relaciones importantes se distinguieron entre nitrógeno, con magnesio, cobre, hierro, manganeso
- A mayor área foliar de brácteas la concentración de nitrógeno aumenta.
- Relaciones importantes se distinguen entre fósforo con potasio, calcio, magnesio, boro, hierro, manganeso, cinc y con la pureza del color.
- Se identifican relaciones entre potasio con calcio, magnesio, boro, hierro, manganeso, cinc, cobre y carotenoides.
- Se distinguen relaciones importantes entre calcio con magnesio, boro, hierro, manganeso, cinc, molibdeno, producción de materia seca de inflorescencias y pureza del color.
- El magnesio con hierro, manganeso, cinc, producción de materia seca de inflorescencias y pureza del color.
- A mayor cantidad de boro, aumenta la concentración de hierro, manganeso, cinc, cobre molibdeno, la luminosidad y pureza del color.
- Relaciones importantes se disnguen entre cobre con molibdeno, hierro, manganeso, número de inflorescencias, antocianinas, e intensidad del color.
- A mayor cantidad de hierro aumenta la concentración de manganeso, cinc, producción de materia seca de inflorescencias, pureza y luminosidad del color.
- Se distinguen relaciones significativas entre el manganeso con cinc, pureza y luminosidad del color, así con la producción de materia seca inflorescencias.
- A mayor concentración de molibdeno aumenta la intensidad y el color de las brácteas y la concentración de carotenoides.
- Se identifican relaciones importantes entre cinc con la pureza del color y la producción de materia seca de inflorescencias.
- A mayor concentración de carotenoides mayor intensidad del color.
- Relación importante se distinguen entre área foliar de brácteas y número de inflorescencias.
- A mayor producción de materia seca de inflorescencias aumenta el número de inflorescencias y la pureza del color.

- A mayor luminosidad mayor pureza del color.

Dentro del período vegetativo se encuentran las siguientes relaciones:

- A mayor concentración de nitrógeno mayor diámetro del tallo.
- Se distinguen relaciones importantes entre fósforo con calcio, magnesio, hierro, altura, diámetro, manganeso y cinc.
- A mayor concentración de potasio aumenta la concentración del cobre.
- A mayor concentración de potasio disminuye la concentración del boro, manganeso y cinc.
- Se identifican relaciones importantes entre calcio con la producción de materia seca de hojas, magnesio, boro, hierro, manganeso, cinc, molibdeno y número de inflorescencias.
- A mayor concentración de magnesio aumenta la concentración de boro, hierro, manganeso, cinc, y las unidades Spad.
- Relaciones importantes se distinguen entre boro con la producción de materia seca de hoja, hierro, manganeso, cinc, y diámetro del tallo.
- A mayor concentración de cobre aumenta la concentración de molibdeno y manganeso.
- Se identifican relaciones importantes entre hierro con el boro, manganeso, cinc, producción de materia seca de hoja, clorofila a y b.
- A mayor concentración de manganeso mayor concentración de molibdeno, cinc.
- El cinc se relaciona con la altura y diámetro del tallo.
- A mayor contenido de clorofila a aumenta el contenido de clorofila b, clorofila total, producción de materia seca de ramas y tallo.
- Relaciones importantes entre se distinguen entre la clorofila b con la producción de materia seca de tallo, ramas, raíz y con la clorofila total.
- A mayor contenido de clorofila total aumentan las lecturas de unidades spad y la producción de materia seca de ramas.
- A mayor incremento del número de ramas disminuye la altura de la planta.

- A mayor incremento del número de ramas aumenta el número de inflorescencias, producción de materia seca de inflorescencias.
- Se distinguen relaciones importantes entre incremento de número de inflorescencias y producción de materia seca de inflorescencias.
- A mayor producción de materia seca de hojas aumenta la altura de la planta.

4.7 Recomendación final

Para el óptimo desarrollo del período reproductivo, de la nochebuena *Euphorbia pulcherr*ima Willd Ex Klotzsch cultivar Valenciana, se recomienda utilizar una solución nutritiva con una presión osmótica media de 0.72 atm el boro a 0.88 ppm L^{-1} y molibdeno en una concentración de 0.30 ppm L^{-1}.

4. 6 REFERENCIAS DOCUMENTALES

Albert, L.S., Willson, C.M. 1961 Effect of Boron on Elongation to Tomato Root Tips. Plant Physiol. 36, 244 - 251

Alcalde, B. A. 1975 Apuntes de clase Nutrición Vegetal. Edafología. Colegio de Postgraduados.

Alcántar, G.G.; Trejo T.L.I. 2007 Nutrición de Cultivos Ed. Mundiprensa, México S.A. de C.V. México pp 454

Allen, H.P. 1997 Nutrition, Tips on Growing Poinsettias. Department of Horticulture. West Lafayette. 2 Ed. U.S.A.

Association of oficial Analytical Chemistry (AOAC) 1980 Official methods of analysis 12 th Ed. Washington, D.C., U.S.A. p. 1018

Ayala, J.A. 2008 Effect of Calcium, Boron and Molybdenum on Plant Growth and braact pigmentation in Poinsettia. Revista Fitotecnia Mexicana .Vol. 31 No 002 abril-junio sociedad Fitogenetica de México A.C. Chapingo, México pp 165-172

Baca, C. G.A. 1966 Estudio de Algunos Aspectos de los Cultivos Sin Suelo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados pp 123

Bidwell, R. G. S. 1993 Fisiología Vegetal. A.G.T. Editor, México, D.F. pp 784

Boodley, J.W. 1969 Nutrient Content of " Paul Mikkelsen" Poinsettia from Juvenile to Mature Growth . Flor Rev.

Bugarín, M. R., G.A. Baca C., J. Martínez H., J.L. Tirado, A. Martínez G. 1988 Amonio/nitrato y concentración iónica total de la solución nutritiva en crisantemo I. crecimiento y floración 16: 113- 124.

Castellanos, J.Z., J. X. Uvalle y A.S. Aguilar 2000 Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas. Instituto de Capacitación para la productividad Agrícola (INCAPA). México

Colinas, L.M.T. 2009 La Nochebuena: Ayer, Hoy y Mañana. In: Séptimo Simposium Internacional de Viverismo. Osuna, C.F. de J.; García, P. F. ; S. Ramírez, R.L.; Granada, C. D.V. y Galindo G. (Comp.) 118.123 pp.

Cox, D.A. 2001 Growth, nutrient content, and growth medium electrical conductivity of poinsettia irrigated by subirrigation or from overhead. Journal of Plant Nutrition Volume 24:523-533

Cruces, C.R. 1987 Lo que México aportó al mundo. Editorial Panorama México. P. 115- 121

Ecke, P., Faust, J.E., Higgins, A., Williams J. 2004 The Ecke Poinsettia Manual. Ball Publishing, Batavia, Illinois. U.S.A. pp 287

Epstein, E., A.J. Bloom 2004 Mineral Nutrition of Plants; principles and Perspectives. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.

Faak M. 1990: Alexander von Humboldt. Reise auf dem Río Magdalena, durch die Anden und Mexico. Teil II. Übersetzung, Anmerkungen, Register. – Berlin: Akademie-Verlag (= Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung 9).

Fageria, V.D. 2001 Nutrient interactions in crop plants. Journal of Plant Nutrition 24(8): 1269- 1290

Fierro, A. A.; Arce, O.C.;González, L.M.M. y Rodriguez A. F. 2006 El cultivo de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd) en Xochimilco D.F., su riego y fetirrigación. Universidad Autónoma Metropolitana México.

Galindo.Garcia, D.V., Alia-Tejacal,I., Andrade-Rodríguez M., Colinas-León, M.T., Canul-Ku, J.; Sainz-Aispuro, M.J. 2012 Producción de nochebuena de sol en Morelos, México Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3, (4): 751-763

García, E. 1998 Climas Clasiicación de Koppen modificado por García, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad CONABIO.

Geo, J.B. 1991 Ball Red Book. Publishing Greenhouse Growing. Ed. 5 Town Road West, Chicago, U.S.A.

Gil, M.F. 1995 Elementos de Fisiología Vegetal, Relaciones Hídricas, Nutrición Mineral, Transporte, Metabolismo. Ediciones Mundi-Prensa México. pp 1147

Harborne J. B. 1994. Comparative Biochemistry of the Flavonoids. Acadmic Press. London, Great Britain

Hauner, A. 1993. Cultivars selection and development. PGA Conferencie Recap. The Poinsettia. The Journal for Poinsettia Professionals. Vol. 6

Havlin, J., Tisdale, S., Nelson, W. & Beaton, J. 1999. Soil Fertility and Fertilizers an Introduction to Nutrient Management. 6 ed. Lori Harvey. pp. 86-298.

Hruneni G. A. 1972 Palmetto Yankee: The public Life and Times of Joel Roberts Poinsett: 1824 – 51. – Ph. D. University of California, Santa Barbara, Ca.

Jones, J.B.Jr., B. Wolf , A. Mills H. 1991 Plant Analysis Handbook. Methods of Plant Analysis and Interpretation. Micro-Macro Publishing Athens, G.A., USA.

Jones Jr. J. B. 2003 Agronomic Handbook Management of Crops, Soils and their Fertility, CRC Press. Boca ratón, Florida, USA.

Jonhson D.L., L.S. Albert. 1967 Effect of Selected Nitrogen- Bases and Boron on the Ribonucleic Acid Content, Elongation, and Visible Deficiency Symptoms of Tomato Root Tips. Plant Physiology 42: 1307 – 1309.

Juárez, H.M.J., Baca- Castillo, G.A., Aceves, N.L. A., Tirado, T. J.L., Sahagún, J. C., Colinas L.M.T. 2006 Propuesta para la Formulación de Soluciones Nutritivas en Estudios de Nutrición Vegetal. Interciencia. 31, N° (4): 246 – 253.

Kannangara, G.G.,M. Hanson. 1998 Arrest of Chlorophyll Accumulation Prior to Anthocyanin Formation in *Euphorbia pulcherrima*. Plant Phiysiolo. Biochem. 36 (12): 843- 848.

Klotzsch J. F. 1834 Beschreibung zweier neuer Euphorbienaus Mexico. – Allg. Gartenzeitung 2: 26 – 28.

Lack H. W. 1984 Link & Ottos “Icones plantarum novarum”.– Zandera 3: 29 – 44.

Lack, H.W. 2011 Discovery, Nomenclature and Classification of *Euphorbia pulcherrima* (Euphorbiaceae). – Willdenowia 41:301-309. Online ISSN 1868-6397; http://dx.doi.org/10.3372/wi.41.41212 fecha de consulta Octubre de 2012

Larsen S. 1967 Soil Phosphorus . Adv. Agron. 19:151-210.

López, O. A. 2000 Efecto de Soluciones Nutritivas y de su Concentración de N, P y K en el Estado Nutrimental y Crecimiento de Mango c.v. Haden. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgrdauados pp 103

Malavolta, E.N., Nogueira G.L., Heinrichs R.; Higashi E.N., Rodríguez V.; Guerra E., de Oliveira S.C., Cabral C.P. 2004. Evaluation of Nutritional Status of the

Cotton Plant with Respect to Nitrogen. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 35(7-8):1007-1019.

Malcom, E.S. 2000 Handbook of soil science. CRC Press Boca Ratón, Florida USA

Marschener, H. 1995 Mineral Nutrition in Higher Plants. 2a edición American Press. Londres.

Martínez, M.F. 1995. Manual de Producción de Nochebuena. Consultoría Oasis, Morelos, México. pp 87

Martínez E. 2010, Euphorbiaceae. – p. 248 – 357 *in*: Mociño J. M. & Sessé M. de, La Real Expedición Botánica a Nueva España 5. – México: Siglo XXI editores.

McAvoy, R., B. Bible 2000. Relationship of Bract Boron Content and Boron Application to Bracts Necrosis of Poinsettia. Hortscience, Vol. 35(3): 376

Medina, J. J. A. 1991. La Empresa MEXFIPEL, S.A. DE C.V. como un Ejemplo de la Rentabilidad Económica y Factibilidad Técnica de la Hidroponía en Geranio y Nochebuena. Tesis profesional de Ing. Agrónomo, Especialista en Fitotecnia. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México.

Mengel, K., Kirby, E. 1979. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute , Bern,Switzerland. pp 593

Mc Guire, R.G. 1992. Reporting of Objetive Color Measurements. HortScience 27)12): 1254 – 1255

Navarro G.G., S.B. Navarro 2000. Química Agrícola. El Suelo y los Elementos Químicos Esenciales para la Vida Vegetal . MundiPrensa. Madrid, España.

Richards, I.A. 1982. Diagnostico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Manual de agricultura número 60. USDA. Estados Unidos de América

Rosas, J.M. 2005 Nitrógeno y Potasio en la Producción de Nochebuena (*Euporbia pulcherrima* Willd) C.V. Subjibi roja. Tesis de Maestria en Ciencias. Departamento de Fitotecnia Universidad Autónoma Chapingo. pp 75

Quintana, A.F. 1961 Las plantas ornamentales (Floricultura) Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. pp 144

Salisbury, F.B., W. Ross 1994 Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F.

SAS, 2001 Procedures Guide Version 9.3 SAS Insitute Cary, North Carolina, USA.

Segal, B.G. 1989 Chemistry experiment and theory. Wiley- Interscience publication. U.S. A.

Shanks, J.B. 1980 Poinsettias-Nochebuenas. In; Introduction to Floriculture. R.A. Larson, (Ed.) Academic Press, New York.USA pp 273-295

SIAP- Sistema integral de Información Agropecuaria y Pesquera 2012 . Avance de Siembras y Cosechas http://www.siap.gob.mx fecha de consulta octubre de 2012

Starkey K. R.,Nielsen N. E. 2001 Reduced N and K Application Increases the Uptake of Ca and Improves the Quality of Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) W. J. Horst *et al*., Plant nutrition – Food security and sustainability of agro-ecosystems. 312-313 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Steiner, A.A. 1961 A Universal Method to Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. Plant and Soil XV (2): 134 -154

Steiner, A.A. 1966 The influence of the Chemical Composition of a Nutrient Solution on the Production of Tomato Plants. Plant Soil. 24: 434-466

Steiner, A.A, 1973 The Selective Capacity of Tomato Plants for Ions in a Nutrient Solution. Proccedings of the 3th International Congress on Soilless Culture. IWOSC. Sassari, Italy pp 19-20

Steiner A.A. 1984 The Universal Nutrient Solution ..In: Procceeding of 6th International Congress on Soilless Culture. ISOSC. Wageningen, The Netherlands. pp 633-649

Steinmann V. W. 2002: Diversidad y Endemismo de la Familia Euphorbiaceae en México. – Acta Bot. Mex.61: 61 – 93

Tiburcio, F. A., **Figueras X., Campos J.L. 1993** Poliaminas Citado en Fisiología y bioquímica vegetal Azcon-Bieto J. y Talón, M. Ed. Interamericana México.

Urban I. 1906: Vitae itineraque collectorum botanicorum, notae collaboratorum biographicae, florae brasiliensis ratio edendi chronologia, systema, index familiarum. – Monachii (= Martius C. P. (ed.), Flora brasiliensis 1(1)).

Urrieta. Velázqquez, J.A., Rodríguez- Mendoza, M.N., Ramírez-Vallejo, P., Baca-castillo G.A., Ruiz-Posada L.M. Cueto-Wong, J.A. 2012 Variables de Producción y calidad de tres selecciones de jitomate de Costilla (*Solanum lycopersicum L.)* Revista Chapingo Serie Hoerticultura 18 (3): 371-381

Villar. D., R. Ortega. 2003. Medidor de clorofila. Bases Teóricas y su Aplicación para la Fertilización Nitrogenada en Cultivos. Agronomía y Forestal UC. 18:4-8.

Wissemeier, A.H., S. Marienfeld. 1998 Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) Bracts: Disadvantaged Organs with Respect to Calcium Nutrition. Journal of Applied Botany Volume 72: 1-6

Witham, F.H., Blaydes D.F., Devlin R.M., 1971. Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold Company. N.Y. pp 16–18 y 55-58

Whipker, B. E., P. A. Hammer. 1997. Nutrient Uptake in Poinsettia During Different Stages of Physiological Development. Journal of the American Society for Horticultural Science 122: 565-573.

Medios electrónicos

Estación meteorológica Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (2010) http://www.cm.colpos.mx/meteoro/reporte/index4.htm fecha de consulta octubre de 2012.

http://www.konicaminolta.com/instruments/products/colormeasurement/chlorophyll-meter/spad502/index.html

4.7 ANEXOS

ANEXO 1 BRACTEAS

Obs	COPBM	PA	BO	M	R	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe
1	P52B0M1	1	0	1	1	1.31	0.606	1.930	0.421	0.385	99.520	13.458	145.796
2	P52B0M1	1	0	1	2	1.39	0.604	1.832	0.453	0.329	96.132	13.944	137.332
3	P52B0M1	1	0	1	3	1.34	0.614	1.999	0.493	0.378	95.537	12.989	130.323
4	P52B0M2	1	0	2	1	1.18	0.324	1.943	0.257	0.216	81.220	12.408	28.947
5	P52B0M2	1	0	2	2	1.22	0.333	1.890	0.225	0.213	81.144	11.280	27.358
6	P52B0M2	1	0	2	3	1.14	0.387	1.813	0.303	0.223	87.056	12.199	29.928
7	P52B0M3	1	0	3	1	1.29	0.187	7.570	0.166	0.066	48.939	14.323	45.803
8	P52B0M3	1	0	3	2	1.27	0.153	7.403	0.139	0.063	46.503	13.580	33.025
9	P52B0M3	1	0	3	3	1.22	0.120	8.198	0.146	0.059	47.091	13.114	33.720
10	P52B1M0	1	1	0	1	1.42	0.145	7.158	0.136	0.071	12.336	34.587	23.248
11	P52B1M0	1	1	0	2	1.43	0.142	6.922	0.123	0.076	14.340	28.384	23.621
12	P52B1M0	1	1	0	3	1.36	0.148	6.530	0.170	0.073	14.357	27.518	31.333
13	P52B2M0	1	2	0	1	1.46	0.293	10.500	0.116	0.068	9.468	19.018	26.421
14	P52B2M0	1	2	0	2	1.44	0.217	11.095	0.110	0.065	9.080	18.984	25.978
15	P52B2M0	1	2	0	3	1.50	0.223	11.950	0.113	0.070	9.040	19.366	26.915
16	P52B3M0	1	3	0	1	1.34	0.643	1.973	0.399	0.344	103.907	12.626	111.581
17	P52B3M0	1	3	0	2	1.36	0.644	2.083	0.392	0.387	108.036	14.413	120.374
18	P52B3M0	1	3	0	3	1.33	0.649	1.995	0.404	0.364	91.486	12.352	110.441
19	P72B0M1	2	0	1	1	1.31	0.385	1.543	0.373	0.268	71.161	8.937	82.529
20	P72B0M1	2	0	1	2	1.28	0.350	1.544	0.343	0.187	68.530	8.742	81.267
21	P72B0M1	2	0	1	3	1.26	0.391	1.483	0.370	0.233	69.190	7.504	80.726
22	P72B0M2	2	0	2	1	2.58	0.565	1.870	0.572	0.407	95.310	22.107	166.432
23	P72B0M2	2	0	2	2	2.32	0.590	1.805	0.585	0.510	93.815	19.097	163.900
24	P72B0M2	2	0	2	3	2.38	0.574	1.796	0.549	0.427	91.688	18.807	163.371

Obs	Mn	Mo	Zn	ANT	CAR	AFB	IF	SI	L	C	H
1	41.000	0.451	41.167	389.063	1.833	592.21	3	67.143	38.44	58.51	33.84
2	41.329	0.414	39.691	392.978	2.699	838.71	3	66.154	37.98	57.61	33.84
3	42.140	0.403	39.626	461.560	2.121	662.70	2	60.000	37.70	57.23	33.42
4	24.040	0.000	9.516	316.770	2.371	201.00	2	42.105	35.45	52.69	34.03
5	23.645	0.000	8.690	386.950	3.237	362.37	2	46.667	35.91	52.31	34.00
6	24.668	0.000	9.413	477.275	2.464	354.09	3	58.491	36.58	53.92	34.01
7	10.649	0.681	15.507	534.355	2.834	1401.86	3	46.667	36.87	53.97	33.41
8	9.348	0.702	16.873	293.844	2.246	878.20	2	43.590	35.98	52.14	33.39
9	9.659	0.675	13.829	408.724	2.413	980.77	2	33.333	35.98	52.14	33.40
10	6.295	15.973	20.355	282.440	3.241	578.67	2	50.000	33.32	54.80	39.09
11	6.611	14.602	21.801	238.436	3.700	441.22	2	53.143	34.77	55.35	38.23
12	6.754	14.208	23.988	207.342	3.262	517.00	3	56.863	35.50	54.96	38.37
13	5.993	0.597	18.597	341.020	1.721	629.61	3	51.250	34.41	52.98	34.17
14	5.886	0.693	18.058	290.533	1.608	757.15	3	56.000	34.34	52.39	34.33
15	5.898	0.650	17.885	268.200	1.716	521.95	2	45.000	34.38	52.39	34.10
16	28.168	3.281	27.523	365.733	2.563	506.00	1	45.000	37.09	57.81	33.80
17	32.329	3.236	28.050	382.470	2.195	581.20	1	43.590	37.71	57.66	33.72
18	35.159	4.179	28.268	342.640	2.104	528.72	1	48.491	37.10	57.48	33.59
19	25.631	0.000	20.651	394.174	2.770	435.19	2	57.692	36.73	54.38	33.38
20	23.803	0.000	19.786	425.680	2.590	540.50	3	55.102	36.88	54.84	33.98
21	26.443	0.000	21.594	374.381	2.823	313.90	2	53.191	36.65	54.93	33.81
22	46.217	1.022	25.999	407.572	2.138	1073.20	5	61.404	38.98	60.21	33.93
23	50.450	0.823	27.196	483.480	2.339	1042.83	4	59.259	38.85	59.65	33.76
24	47.638	0.943	29.413	460.720	2.232	1013.20	4	63.333	38.85	59.27	33.84

Obs	COPBM	PA	BO	M	R	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe
25	P72B0M3	2	0	3	1	1.26	0.267	6.185	0.296	0.194	68.980	20.124	53.139
26	P72B0M3	2	0	3	2	1.25	0.245	7.590	0.254	0.190	65.645	18.124	52.162
27	P72B0M3	2	0	3	3	1.21	0.238	6.073	0.223	0.199	62.843	19.014	52.111
28	P72B1M0	2	1	0	1	1.54	0.546	1.315	0.487	0.357	80.299	26.396	93.874
29	P72B1M0	2	1	0	2	1.58	0.529	1.596	0.460	0.357	81.708	29.132	91.929
30	P72B1M0	2	1	0	3	1.51	0.606	1.109	0.493	0.432	84.605	23.388	95.505
31	P72B2M0	2	2	0	1	1.38	0.613	2.189	0.532	0.418	98.357	10.236	126.688
32	P72B2M0	2	2	0	2	1.36	0.441	2.682	0.558	0.375	95.713	10.433	123.896
33	P72B2M0	2	2	0	3	1.37	0.572	2.058	0.693	0.406	97.442	11.251	124.797
34	P72B3M0	2	3	0	1	1.26	0.630	1.958	0.608	0.306	118.690	9.657	126.410
35	P72B3M0	2	3	0	2	1.30	0.667	2.263	0.600	0.373	128.121	10.733	128.425
36	P72B3M0	2	3	0	3	1.28	0.720	2.050	0.633	0.449	123.210	9.678	126.410
37	P92B0M1	3	0	1	1	1.45	0.153	8.484	0.105	0.069	22.934	15.206	28.265
38	P92B0M1	3	0	1	2	1.41	0.175	8.112	0.118	0.080	24.382	16.694	28.097
39	P92B0M1	3	0	1	3	1.42	0.139	9.548	0.115	0.077	23.934	18.414	28.783
40	P92B0M2	3	0	2	1	1.36	0.151	7.432	0.275	0.069	19.167	26.636	46.772
41	P92B0M2	3	0	2	2	1.40	0.115	7.743	0.200	0.057	18.198	27.401	45.438
42	P92B0M2	3	0	2	3	1.38	0.125	7.753	0.235	0.066	17.967	27.594	44.792
43	P92B0M3	3	0	3	1	1.28	0.151	9.217	0.098	0.069	8.556	16.689	49.396
44	P92B0M3	3	0	3	2	1.29	0.145	10.797	0.094	0.061	7.875	15.517	48.967
45	P92B0M3	3	0	3	3	1.27	0.131	10.284	0.099	0.067	8.767	15.168	49.892
46	P92B1M0	3	1	0	1	1.29	0.148	7.827	0.120	0.063	10.094	10.915	25.119
47	P92B1M0	3	1	0	2	1.21	0.141	7.759	0.140	0.066	10.748	11.488	26.799
48	P92B1M0	3	1	0	3	1.23	0.166	7.477	0.112	0.064	10.698	10.746	26.907

Obs	Mn	Mo	Zn	ANT	CAR	AFB	IF	SI	L	C	H
25	15.920	2.042	22.359	371.630	2.206	1410.00	2	63.333	35.58	54.98	34.09
26	14.016	1.968	21.463	389.060	2.727	831.30	2	60.541	34.63	54.93	34.89
27	14.408	1.869	21.968	336.770	2.455	838.90	2	61.404	34.87	55.11	34.68
28	36.032	0.210	23.518	296.250	2.945	466.11	3	61.404	35.12	55.14	34.47
29	35.403	0.245	23.725	256.084	3.092	383.42	3	60.541	34.88	54.29	34.76
30	39.377	0.218	25.360	311.910	2.959	356.00	3	53.191	34.90	54.41	34.53
31	37.179	0.000	28.240	425.886	2.236	652.00	2	55.328	34.92	48.54	34.63
32	37.192	0.000	27.028	360.820	2.510	506.85	2	50.000	34.60	49.65	34.39
33	38.794	0.000	27.169	393.350	2.400	570.98	2	59.259	34.92	49.65	34.75
34	34.448	0.000	34.694	291.020	2.750	338.51	2	56.667	37.94	59.16	34.10
35	35.313	0.000	34.860	336.804	2.550	512.24	2	59.259	37.83	59.02	34.22
36	36.975	0.000	36.189	379.227	2.577	478.00	2	58.491	37.94	59.09	34.16
37	7.615	0.440	8.570	332.054	1.809	339.50	2	53.191	37.09	57.86	34.46
38	8.871	0.418	9.936	426.588	1.708	489.00	2	58.491	37.55	57.58	34.07
39	8.108	0.411	9.530	427.950	1.771	428.63	3	52.174	37.29	57.41	34.39
40	6.744	0.418	10.708	395.530	1.179	744.00	3	53.333	37.71	54.32	32.84
41	5.535	0.402	9.783	414.120	1.513	703.50	3	52.174	37.96	53.70	32.09
42	5.859	0.391	10.767	432.716	1.568	663.00	3	66.667	37.96	53.39	32.84
43	5.134	0.000	7.368	378.700	1.922	291.18	2	50.000	38.72	52.18	31.52
44	5.094	0.000	7.262	365.010	1.940	415.66	2	51.000	38.00	51.58	31.60
45	4.972	0.000	7.981	370.500	1.791	325.42	2	46.667	38.12	51.78	31.56
46	5.448	1.713	8.126	481.110	2.352	479.21	2	60.000	34.81	52.59	34.24
47	6.017	1.749	9.143	428.138	2.778	407.50	2	57.692	34.35	52.08	34.21
48	5.834	1.721	8.234	417.780	2.967	302.26	2	54.167	34.30	52.23	34.42

Obs	COPBM	PA	BO	M	R	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe
49	P92B2M0	3	2	0	1	1.22	0.740	1.619	0.569	0.478	106.954	11.926	146.146
50	P92B2M0	3	2	0	2	1.28	0.680	1.166	0.495	0.404	107.504	12.501	146.105
51	P92B2M0	3	2	0	3	1.25	0.668	1.511	0.502	0.383	106.434	12.063	145.717
52	P92B3M0	3	3	0	1	1.17	0.644	3.535	0.573	0.392	89.667	16.663	98.771
53	P92B3M0	3	3	0	2	1.18	0.591	4.608	0.525	0.373	88.334	17.753	98.127
54	P92B3M0	3	3	0	3	1.22	0.644	3.766	0.509	0.428	89.391	16.240	98.871

Obs	Mn	Mo	Zn	ANT	CAR	AFB	IF	SI	L	C	H
49	39.665	1.693	40.719	346.254	2.215	628.35	3	50.000	37.28	58.50	33.78
50	38.261	1.609	39.837	419.980	2.860	798.19	2	56.000	38.03	58.58	33.87
51	38.183	1.583	39.053	373.974	2.400	793.50	2	50.000	37.29	57.83	33.90
52	38.696	0.000	26.389	464.340	2.254	312.76	2	56.667	34.48	56.67	33.76
53	37.732	0.000	25.448	513.740	2.754	218.23	2	50.000	35.79	57.12	33.49
54	37.522	0.000	25.981	530.210	2.345	352.72	2	60.714	35.79	56.40	33.62

Procedimiento CORR

19 Variables: N P K Ca Mg B Cu Fe Mn Mo Zn ANT CAR AFB IF SI L C H

Estadísticos simples

Variable	N	Media	Desviación típica	Suma	Mínimo	Máximo
N	54	1.38407	0.27455	74.74000	1.14000	2.58000
P	54	0.39015	0.21825	21.06800	0.11500	0.74000
K	54	4.82465	3.36986	260.53100	1.10900	11.95000
Ca	54	0.33480	0.18719	18.07900	0.09400	0.69300
Mg	54	0.23711	0.15389	12.80400	0.05700	0.51000
B	54	63.37228	38.89159	3422	7.87500	128.12100
Cu	54	16.43550	6.23703	887.51700	7.50400	34.58700
Fe	54	78.30887	47.28685	4229	23.24800	166.43200
Mn	54	23.33519	15.12663	1260	4.97200	50.45000
Mo	54	1.53024	3.41452	82.63300	0	15.97300
Zn	54	21.75711	10.25898	1175	7.26200	41.16700
ANT	54	381.36750	71.73325	20594	207.34200	534.35500
CAR	54	2.38431	0.51426	128.75300	1.17900	3.70000
AFB	54	588.68807	268.76825	31789	201.00000	1410
IF	54	2.37037	0.73449	128.00000	1.00000	5.00000
SI	54	54.47820	6.83421	2942	33.33300	67.14300
L	54	36.42778	1.52749	1967	33.32000	38.98000
C	54	55.09981	2.85142	2975	48.54000	60.21000
H	54	34.06981	1.33156	1840	31.52000	39.09000

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu
N	1.00000	0.16615 0.2298	-0.14764 0.2867	0.25265 0.0653	0.27693 0.0426	0.09274 0.5048	0.33188 0.0142
P	0.16615 0.2298	1.00000	-0.83070 <.0001	0.91709 <.0001	0.96026 <.0001	0.91613 <.0001	-0.32187 0.0176
K	-0.14764 0.2867	-0.83070 <.0001	1.00000	-0.83738 <.0001	-0.85773 <.0001	-0.89333 <.0001	0.30914 0.0229
Ca	0.25265 0.0653	0.91709 <.0001	-0.83738 <.0001	1.00000	0.94417 <.0001	0.89945 <.0001	-0.24114 0.0790
Mg	0.27693 0.0426	0.96026 <.0001	-0.85773 <.0001	0.94417 <.0001	1.00000	0.91539 <.0001	-0.25648 0.0612

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu
B	0.09274	0.91613	-0.89333	0.89945	0.91539	1.00000	-0.41407
	0.5048	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.0019
Cu	0.33188	-0.32187	0.30914	-0.24114	-0.25648	-0.41407	1.00000
	0.0142	0.0176	0.0229	0.0790	0.0612	0.0019	
Fe	0.39954	0.89337	-0.76002	0.90334	0.91051	0.83428	-0.26575
	0.0028	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0521
Mn	0.33930	0.94002	-0.88419	0.94001	0.97499	0.91488	-0.27184
	0.0121	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0468
Mo	0.02351	-0.23509	0.13639	-0.26144	-0.23263	-0.28149	0.51276
	0.8660	0.0870	0.3254	0.0562	0.0905	0.0392	<.0001
Zn	0.13180	0.84599	-0.66723	0.78649	0.79859	0.77837	-0.17797
	0.3421	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1979
ANT	0.04068	0.14472	-0.11418	0.18884	0.18793	0.16986	-0.34697
	0.7703	0.2964	0.4110	0.1715	0.1736	0.2195	0.0102
CAR	-0.10120	0.17862	-0.41387	0.18396	0.20375	0.25720	-0.00005
	0.4665	0.1963	0.0019	0.1830	0.1395	0.0605	0.9997
AFB	0.38866	-0.02691	0.04398	0.04758	0.02826	0.08695	0.14173
	0.0037	0.8468	0.7522	0.7326	0.8393	0.5318	0.3066
IF	0.70253	0.00318	-0.06710	0.13848	0.09127	-0.03172	0.38345
	<.0001	0.9818	0.6297	0.3180	0.5116	0.8199	0.0042
SI	0.27274	0.23018	-0.24542	0.34127	0.28538	0.18097	0.15813
	0.0460	0.0940	0.0737	0.0116	0.0365	0.1903	0.2534
L	0.31983	0.25389	-0.22801	0.24307	0.23598	0.27815	-0.17987
	0.0184	0.0640	0.0973	0.0765	0.0858	0.0417	0.1931
C	0.35219	0.53702	-0.41647	0.44131	0.48640	0.49112	0.01998
	0.0090	<.0001	0.0017	0.0008	0.0002	0.0002	0.8860
H	0.05912	-0.06197	-0.06166	-0.04251	-0.03931	-0.06567	0.39276
	0.6711	0.6562	0.6578	0.7602	0.7778	0.6371	0.0033

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	Fe	Mn	Mo	Zn	ANT	CAR	AFB
N	0.39954	0.33930	0.02351	0.13180	0.04068	-0.10120	0.38866
	0.0028	0.0121	0.8660	0.3421	0.7703	0.4665	0.0037
P	0.89337	0.94002	-0.23509	0.84599	0.14472	0.17862	-0.02691
	<.0001	<.0001	0.0870	<.0001	0.2964	0.1963	0.8468
K	-0.76002	-0.88419	0.13639	-0.66723	-0.11418	-0.41387	0.04398
	<.0001	<.0001	0.3254	<.0001	0.4110	0.0019	0.7522
Ca	0.90334	0.94001	-0.26144	0.78649	0.18884	0.18396	0.04758
	<.0001	<.0001	0.0562	<.0001	0.1715	0.1830	0.7326
Mg	0.91051	0.97499	-0.23263	0.79859	0.18793	0.20375	0.02826
	<.0001	<.0001	0.0905	<.0001	0.1736	0.1395	0.8393
B	0.83428	0.91488	-0.28149	0.77837	0.16986	0.25720	0.08695
	<.0001	<.0001	0.0392	<.0001	0.2195	0.0605	0.5318
Cu	-0.26575	-0.27184	0.51276	-0.17797	-0.34697	-0.00005	0.14173
	0.0521	0.0468	<.0001	0.1979	0.0102	0.9997	0.3066
Fe	1.00000	0.91976	-0.23574	0.84406	0.20517	0.06060	0.19704
		<.0001	0.0861	<.0001	0.1367	0.6634	0.1533
Mn	0.91976	1.00000	-0.26467	0.78855	0.22094	0.21241	0.06229
	<.0001		0.0531	<.0001	0.1084	0.1231	0.6545
Mo	-0.23574	-0.26467	1.00000	0.04789	-0.46316	0.46643	0.01635
	0.0861	0.0531		0.7309	0.0004	0.0004	0.9066
Zn	0.84406	0.78855	0.04789	1.00000	-0.05941	0.22739	0.21541
	<.0001	<.0001	0.7309		0.6696	0.0982	0.1177
ANT	0.20517	0.22094	-0.46316	-0.05941	1.00000	-0.21436	0.18566
	0.1367	0.1084	0.0004	0.6696		0.1196	0.1789
CAR	0.06060	0.21241	0.46643	0.22739	-0.21436	1.00000	-0.13916
	0.6634	0.1231	0.0004	0.0982	0.1196		0.3156
AFB	0.19704	0.06229	0.01635	0.21541	0.18566	-0.13916	1.00000
	0.1533	0.6545	0.9066	0.1177	0.1789	0.3156	
IF	0.19685	0.18557	-0.10285	0.03142	0.11889	-0.13683	0.37716
	0.1537	0.1791	0.4593	0.8215	0.3919	0.3238	0.0049

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	Fe	Mn	Mo	Zn	ANT	CAR	AFB
SI	0.31599	0.30288	-0.08018	0.30084	0.17467	0.00674	0.12823
	0.0199	0.0260	0.5644	0.0271	0.2065	0.9614	0.3555
L	0.47220	0.28898	-0.30471	0.20987	0.29899	-0.37700	0.19426
	0.0003	0.0341	0.0251	0.1277	0.0281	0.0050	0.1593
C	0.55184	0.50409	0.06296	0.56802	0.10824	0.03261	0.15228
	<.0001	0.0001	0.6511	<.0001	0.4359	0.8149	0.2717
H	-0.15178	-0.05667	0.81974	0.17245	-0.47291	0.60510	-0.03442
	0.2732	0.6840	<.0001	0.2124	0.0003	<.0001	0.8049

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	IF	SI	L	C	H
N	0.70253	0.27274	0.31983	0.35219	0.05912
	<.0001	0.0460	0.0184	0.0090	0.6711
P	0.00318	0.23018	0.25389	0.53702	-0.06197
	0.9818	0.0940	0.0640	<.0001	0.6562
K	-0.06710	-0.24542	-0.22801	-0.41647	-0.06166
	0.6297	0.0737	0.0973	0.0017	0.6578
Ca	0.13848	0.34127	0.24307	0.44131	-0.04251
	0.3180	0.0116	0.0765	0.0008	0.7602
Mg	0.09127	0.28538	0.23598	0.48640	-0.03931
	0.5116	0.0365	0.0858	0.0002	0.7778
B	-0.03172	0.18097	0.27815	0.49112	-0.06567
	0.8199	0.1903	0.0417	0.0002	0.6371
Cu	0.38345	0.15813	-0.17987	0.01998	0.39276
	0.0042	0.2534	0.1931	0.8860	0.0033
Fe	0.19685	0.31599	0.47220	0.55184	-0.15178
	0.1537	0.0199	0.0003	<.0001	0.2732
Mn	0.18557	0.30288	0.28898	0.50409	-0.05667
	0.1791	0.0260	0.0341	0.0001	0.6840
Mo	-0.10285	-0.08018	-0.30471	0.06296	0.81974
	0.4593	0.5644	0.0251	0.6511	<.0001

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	IF	SI	L	C	H
Zn	0.03142 0.8215	0.30084 0.0271	0.20987 0.1277	0.56802 <.0001	0.17245 0.2124
ANT	0.11889 0.3919	0.17467 0.2065	0.29899 0.0281	0.10824 0.4359	-0.47291 0.0003
CAR	-0.13683 0.3238	0.00674 0.9614	-0.37700 0.0050	0.03261 0.8149	0.60510 <.0001
AFB	0.37716 0.0049	0.12823 0.3555	0.19426 0.1593	0.15228 0.2717	-0.03442 0.8049
IF	1.00000	0.41311 0.0019	0.26882 0.0494	0.21499 0.1185	0.00258 0.9852
SI	0.41311 0.0019	1.00000	0.13244 0.3398	0.30187 0.0265	0.11163 0.4216
L	0.26882 0.0494	0.13244 0.3398	1.00000	0.56018 <.0001	-0.54716 <.0001
C	0.21499 0.1185	0.30187 0.0265	0.56018 <.0001	1.00000	0.05879 0.6728
H	0.00258 0.9852	0.11163 0.4216	-0.54716 <.0001	0.05879 0.6728	1.00000

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: N

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: P

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.3428 and C(p) = 0.6810

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.86527	0.86527	27.12	<.0001
Error	52	1.65919	0.03191		
Total corregido	53	2.52446			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	0.28052	0.03216	2.42825	76.10	<.0001
BOe	0.10963	0.02105	0.86527	27.12	<.0001

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.3428	0.3428	0.6810	27.12	<.0001

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: K

Selección Stepwise: Paso 1

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.0945 and C(p) = 1.5145

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	56.86223	56.86223	5.43	0.0238
Error	52	545.00243	10.48082		
Total corregido	53	601.86466			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	3.93597	0.58280	478.03395	45.61	<.0001
M	0.88868	0.38153	56.86223	5.43	0.0238

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	M		1	0.0945	0.0945	1.5145	5.43	0.0238

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Ca

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.2235 and C(p) = 0.1617

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.41511	0.41511	14.97	0.0003
Error	52	1.44200	0.02773		
Total corregido	53	1.85711			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	0.25887	0.02998	2.06778	74.57	<.0001
BOe	0.07593	0.01963	0.41511	14.97	0.0003

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.2235	0.2235	0.1617	14.97	0.0003

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Mg

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.2081 and C(p) = 0.1602

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.26124	0.26124	13.67	0.0005
Error	52	0.99398	0.01911		
Total corregido	53	1.25522			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	0.17688	0.02489	0.96536	50.50	<.0001
BOe	0.06024	0.01629	0.26124	13.67	0.0005

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.2081	0.2081	0.1602	13.67	0.0005

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: B

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.1731 and C(p) = 2.4571

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	13878	13878	10.89	0.0018
Error	52	66288	1274.76705		
Total corregido	53	80165			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	49.48906	6.42743	75574	59.28	<.0001
BOe	13.88322	4.20774	13878	10.89	0.0018

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.1731	0.1731	2.4571	10.89	0.0018

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Cu

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Fe

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.1300 and C(p) = 0.0684

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	15406	15406	7.77	0.0074
Error	52	103104	1982.77122		
Total corregido	53	118510			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	63.68093	8.01601	125134	63.11	<.0001
BOe	14.62794	5.24771	15406	7.77	0.0074

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.1300	0.1300	0.0684	7.77	0.0074

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Mn

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.1253 and C(p) = 0.7696

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1519.83303	1519.83303	7.45	0.0086
Error	52	10607	203.98778		
Total corregido	53	12127			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	18.74075	2.57113	10838	53.13	<.0001
BOe	4.59443	1.68320	1519.83303	7.45	0.0086

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.1253	0.1253	0.7696	7.45	0.0086

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Mo

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1044 and C(p) = 4.7936

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	64.52641	64.52641	6.06	0.0172
Error	52	553.39820	10.64227		
Total corregido	53	617.92461			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	4.20785	1.17454	136.58928	12.83	0.0007
PAependie	-1.33881	0.54371	64.52641	6.06	0.0172

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.1568 and C(p) = 3.5872

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	96.91022	48.45511	4.74	0.0129
Error	51	521.01439	10.21597		
Total corregido	53	617.92461			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	4.87850	1.21086	165.83092	16.23	0.0002
PAependie	-1.33881	0.53271	64.52641	6.32	0.0152
M	-0.67065	0.37668	32.38381	3.17	0.0810

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Mo

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.1044	0.1044	4.7936	6.06	0.0172
2	M		2	0.0524	0.1568	3.5872	3.17	0.0810

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Zn

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.2312 and C(p) = 4.0538

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1289.84591	1289.84591	15.64	0.0002
Error	52	4288.22749	82.46591		
Total corregido	53	5578.07340			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	17.52456	1.63478	9476.53861	114.91	<.0001
BOe	4.23256	1.07021	1289.84591	15.64	0.0002

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.2752 and C(p) = 2.9598

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1535.30080	767.65040	9.68	0.0003
Error	51	4042.77260	79.27005		
Total corregido	53	5578.07340			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	22.74689	3.37294	3605.25568	45.48	<.0001
PAependie	-2.61117	1.48390	245.45489	3.10	0.0845
BOe	4.23256	1.04927	1289.84591	16.27	0.0002

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: Zn

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.2312	0.2312	4.0538	15.64	0.0002
2	PAependie		2	0.0440	0.2752	2.9598	3.10	0.0845

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: ANT

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1320 and C(p) = 3.2386

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	35996	35996	7.91	0.0069
Error	52	236724	4552.37833		
Total corregido	53	272720			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	318.12522	24.29245	780714	171.50	<.0001
PAependie	31.62114	11.24522	35996	7.91	0.0069

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.1757 and C(p) = 2.5566

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	47922	23961	5.44	0.0072
Error	51	224798	4407.80637		
Total corregido	53	272720			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	305.25539	25.15158	649260	147.30	<.0001
PAependie	31.62114	11.06522	35996	8.17	0.0062
M	12.86983	7.82429	11926	2.71	0.1062

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: ANT

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.1320	0.1320	3.2386	7.91	0.0069
2	M		2	0.0437	0.1757	2.5566	2.71	0.1062

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: CAR

Selección Stepwise: Paso 1

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.0793 and C(p) = 5.4869

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1.11129	1.11129	4.48	0.0391
Error	52	12.90514	0.24818		
Total corregido	53	14.01644			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	2.50855	0.08968	194.17868	782.42	<.0001
M	-0.12424	0.05871	1.11129	4.48	0.0391

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1555 and C(p) = 2.8930

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	2.17976	1.08988	4.70	0.0134
Error	51	11.83668	0.23209		
Total corregido	53	14.01644			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	2.85311	0.18251	56.71893	244.38	<.0001
PAependie	-0.17228	0.08029	1.06847	4.60	0.0367
M	-0.12424	0.05678	1.11129	4.79	0.0333

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: CAR

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	M		1	0.0793	0.0793	5.4869	4.48	0.0391
2	PAependie		2	0.0762	0.1555	2.8930	4.60	0.0367

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: AFB

Selección Stepwise: Paso 1

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.1926 and C(p) = 3.7276

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	737187	737187	12.40	0.0009
Error	52	3091341	59449		
Total corregido	53	3828528			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	487.50160	43.89287	7333441	123.36	<.0001
M	101.18647	28.73463	737187	12.40	0.0009

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.2432 and C(p) = 2.3607

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	930907	465453	8.19	0.0008
Error	51	2897621	56816		
Total corregido	53	3828528			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	634.21371	90.30040	2802614	49.33	<.0001
PAependie	-73.35606	39.72688	193720	3.41	0.0706
M	101.18647	28.09115	737187	12.97	0.0007

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: AFB

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	M		1	0.1926	0.1926	3.7276	12.40	0.0009
2	PAependie		2	0.0506	0.2432	2.3607	3.41	0.0706

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: IF

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.1754 and C(p) = 1.9906

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	5.01389	5.01389	11.06	0.0016
Error	52	23.57870	0.45344		
Total corregido	53	28.59259			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	2.63426	0.12122	214.12765	472.23	<.0001
BOe	-0.26389	0.07936	5.01389	11.06	0.0016

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.1754	0.1754	1.9906	11.06	0.0016

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: SI

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.0481 and C(p) = 5.9253

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	118.99174	118.99174	2.63	0.1112
Error	52	2356.44758	45.31630		
Total corregido	53	2475.43932			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	50.84209	2.42370	19941	440.04	<.0001
PAependie	1.81806	1.12196	118.99174	2.63	0.1112

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.0481	0.0481	5.9253	2.63	0.1112

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: L

Selección Stepwise: Paso 1

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.1147 and C(p) = 2.5205

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	14.18669	14.18669	6.74	0.0122
Error	52	109.47444	2.10528		
Total corregido	53	123.66113			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	35.98389	0.26120	39955	18978.5	<.0001
M	0.44389	0.17100	14.18669	6.74	0.0122

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1527 and C(p) = 2.2648

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	18.88836	9.44418	4.60	0.0146
Error	51	104.77278	2.05437		
Total corregido	53	123.66113			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	35.26111	0.54299	8663.31376	4217.02	<.0001
PAependie	0.36139	0.23888	4.70167	2.29	0.1365
M	0.44389	0.16892	14.18669	6.91	0.0113

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: L

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	M		1	0.1147	0.1147	2.5205	6.74	0.0122
2	PAependie		2	0.0380	0.1527	2.2648	2.29	0.1365

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: C

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: H

Selección Stepwise: Paso 1

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.1945 and C(p) = 19.3389

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	18.28109	18.28109	12.56	0.0008
Error	52	75.69061	1.45559		
Total corregido	53	93.97170			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	34.57370	0.21719	36885	25340.1	<.0001
M	-0.50389	0.14218	18.28109	12.56	0.0008

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.3386 and C(p) = 8.9330

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	31.82349	15.91174	13.06	<.0001
Error	51	62.14821	1.21859		
Total corregido	53	93.97170			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	35.80037	0.41820	8930.32155	7328.39	<.0001
PAependie	-0.61333	0.18398	13.54240	11.11	0.0016
M	-0.50389	0.13010	18.28109	15.00	0.0003

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: H

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

Selección Stepwise: Paso 3

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.4192 and C(p) = 4.0000

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	39.39154	13.13051	12.03	<.0001
Error	50	54.58016	1.09160		
Total corregido	53	93.97170			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	36.65815	0.51263	5582.02081	5113.60	<.0001
PAependie	-0.61333	0.17413	13.54240	12.41	0.0009
BOe	-0.49016	0.18616	7.56805	6.93	0.0112
M	-0.87151	0.18616	23.92507	21.92	<.0001

Límites en el número de la condición: 2.2857, 16.714

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

All variables have been entered into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: H

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	M		1	0.1945	0.1945	19.3389	12.56	0.0008
2	PAependie		2	0.1441	0.3386	8.9330	11.11	0.0016
3	BOe		3	0.0805	0.4192	4.0000	6.93	0.0112

ANEXO 2 HOJA

Obs	COPBM	PA	B O M	CA	CB	CT	A	D	SI	SM	SF	IR	IF	MSR	MSI	MSH	MST
1	P52B0M1	1	0 1	1.342	1.3060	0.4640	0.4109	61.0	0.020	28.80	36.2	38.7	2	3	19.5313	67.143	60.000
2	P52B0M1	1	0 1	1.647	1.2194	0.4647	0.4031	49.0	0.010	30.50	46.5	48.5	2	3	22.4561	66.154	54.406
3	P52B0M1	1	0 1	1.270	1.2890	0.3199	0.4128	45.0	0.015	29.50	40.9	42.8	6	2	25.3061	60.000	56.000
4	P52B0M2	1	0 2	1.240	1.2452	0.4171	0.4157	52.0	0.265	34.50	40.1	36.4	1	2	23.9506	42.105	53.191
5	P52B0M2	1	0 2	1.865	1.2740	0.4757	0.4150	28.0	0.260	32.40	45.6	40.4	4	2	22.4490	46.667	52.105
6	P52B0M2	1	0 2	1.739	1.2690	0.4288	0.4063	39.0	0.300	33.00	42.9	40.4	2	3	16.5584	58.491	59.259
7	P52B0M3	1	0 3	1.568	1.4310	0.5070	0.4157	41.5	0.150	23.90	42.4	39.4	2	3	21.7009	46.667	45.000
8	P52B0M3	1	0 3	1.392	1.3059	0.4964	0.4038	34.0	0.090	27.80	40.1	38.1	1	2	23.8462	43.590	41.250
9	P52B0M3	1	0 3	1.745	1.3685	0.5017	0.4098	27.5	0.080	24.90	47.7	47.7	1	2	21.1429	33.333	46.341
10	P52B1M0	1	1 0	1.245	1.8971	0.6389	0.4152	54.0	1.370	30.70	46.9	41.5	1	2	20.4615	50.000	45.294
11	P52B1M0	1	1 0	1.596	1.8490	0.6000	0.4104	34.5	1.310	29.50	42.6	40.6	2	2	24.0909	53.143	40.541
12	P52B1M0	1	1 0	1.411	1.9037	0.6513	0.4137	27.0	1.490	24.30	42.0	38.0	2	3	25.3807	56.863	48.837
13	P52B2M0	1	2 0	1.761	1.5110	0.5325	0.4109	51.5	1.820	28.70	43.9	38.6	2	3	22.2649	51.250	48.837
14	P52B2M0	1	2 0	2.280	1.5430	0.5060	0.4050	48.0	1.343	29.60	44.9	39.5	3	3	22.6619	56.000	48.837
15	P52B2M0	1	2 0	1.624	1.5270	0.5193	0.4080	25.0	1.581	30.10	43.0	37.9	2	2	23.3645	45.000	48.837
16	P52B3M0	1	3 0	1.975	1.2809	0.5184	0.3979	58.0	1.760	43.80	50.2	29.4	1	1	23.9796	45.000	55.000
17	P52B3M0	1	3 0	2.356	0.9860	0.3988	0.3980	56.0	1.230	33.90	38.5	30.4	1	1	22.6852	43.590	56.000
18	P52B3M0	1	3 0	1.241	1.1279	0.4564	0.3979	41.5	1.720	38.20	38.7	27.4	1	1	19.0000	48.491	50.000
19	P72B0M1	2	0 1	2.107	1.2282	0.4202	0.4137	53.0	1.730	30.40	38.2	42.3	1	2	22.6158	57.692	45.000
20	P72B0M1	2	0 1	2.130	0.8924	0.3677	0.3962	47.0	1.830	31.30	43.0	44.2	4	3	21.9917	55.102	40.541

Obs	MSRZ	AFH	AFB	N	F	K	Mg	O	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
1	32.751	13.243	300.115	592.21	2.67	0.623	1.462	0.454	163.786	7.630	240.292	109.284	2.814
2	33.019	10.714	287.230	838.71	2.98	0.578	1.802	0.546	176.094	9.068	265.608	161.660	2.741
3	36.559	15.238	313.000	662.70	2.60	0.506	1.632	0.422	201.007	6.798	249.041	171.415	2.608
4	33.446	9.351	346.000	201.00	2.09	0.792	1.054	0.444	178.089	6.998	204.589	122.257	4.017
5	31.500	13.043	340.920	362.37	2.58	0.842	1.606	0.501	193.751	7.827	326.112	126.946	4.017
6	30.357	9.055	312.880	354.09	2.22	0.848	1.829	0.427	182.519	7.209	304.904	134.430	4.017
7	30.447	19.810	176.000	1401.86	3.77	0.316	1.667	0.333	159.339	8.730	277.484	124.945	9.585
8	35.927	18.896	129.650	878.20	2.42	0.365	1.170	0.331	140.703	8.702	222.839	102.722	9.386
9	30.500	17.000	138.920	980.77	2.71	0.436	1.182	0.392	173.595	10.122	222.135	103.085	11.648
10	41.250	13.158	210.000	578.67	2.68	0.476	0.752	0.246	107.939	3.278	228.659	68.275	0.839
11	41.209	16.807	204.520	441.22	2.71	0.400	0.789	0.237	110.226	3.488	242.377	71.540	0.992
12	40.472	17.592	208.000	517.00	3.51	0.556	0.974	0.293	140.301	4.215	284.021	72.152	1.525
13	38.831	16.500	259.390	629.61	3.42	0.891	1.208	0.326	176.447	6.167	202.068	76.112	0.592
14	33.915	14.677	238.450	757.15	3.48	0.946	1.852	0.417	179.254	6.033	364.848	92.155	0.475
15	35.789	11.957	252.000	521.95	3.53	0.822	1.245	0.319	198.218	7.009	281.854	89.247	0.558
16	35.514	14.286	190.940	506.00	2.47	0.590	0.624	0.181	168.233	3.904	166.140	59.648	0.000
17	34.294	14.439	225.860	581.20	2.41	0.473	0.545	0.174	171.338	3.836	175.193	48.751	0.000

```
18 34.921 14.667 220.180  528.72 3.61 0.709 0.697 0.209 217.843  5.235 213.463  63.372  0.000
19 29.655 15.857 304.000  435.19 2.52 0.740 1.033 0.352 162.027  7.913 215.403  72.233  1.903
20 33.884 13.573 471.000  540.50 3.64 0.887 1.108 0.338 153.103  9.035 261.953  87.401  1.781
```

Obs	COPBM	PA	BOM	CA	CB	CT	A	D	SI	SM	SF	IR	IF	MSR	MSI	MSH	MST
21	P72B0M1	2	0 1	1.933	1.0828	0.4148	0.4026	40.7	1.610	30.60	37.8	42.1	1	2	20.4545	53.191	40.541
22	P72B0M2	2	0 2	1.894	0.8940	0.3241	0.3976	44.5	1.690	36.10	44.7	39.2	4	5	14.6835	61.404	43.590
23	P72B0M2	2	0 2	1.298	0.9290	0.3900	0.4051	27.0	1.500	36.10	41.3	37.9	3	4	18.4211	59.259	41.294
24	P72B0M2	2	0 2	1.511	0.9686	0.3763	0.4018	33.0	1.820	36.40	38.9	39.8	2	4	16.5523	63.333	42.105
25	P72B0M3	2	0 3	1.831	1.0732	0.3820	0.4100	46.5	0.380	38.20	42.2	38.5	2	2	21.8992	63.333	50.000
26	P72B0M3	2	0 3	1.999	0.6751	0.2734	0.3991	54.0	0.200	39.10	36.4	36.4	2	2	18.6458	60.541	49.590
27	P72B0M3	2	0 3	1.769	1.3570	0.5089	0.4051	40.0	0.480	32.10	36.8	35.2	3	2	21.5054	61.404	48.837
28	P72B1M0	2	1 0	1.808	1.4965	0.5175	0.4128	42.0	0.980	35.70	45.2	44.9	6	3	21.1538	61.404	45.000
29	P72B1M0	2	1 0	1.203	1.4268	0.5132	0.4089	31.0	0.910	37.10	38.5	41.3	3	3	22.3404	60.541	43.333
30	P72B1M0	2	1 0	1.179	1.4616	0.5153	0.4108	23.0	1.370	36.60	39.0	40.4	4	3	25.5814	53.191	51.111
31	P72B2M0	2	2 0	7.097	1.3545	0.4579	0.4147	42.5	1.030	34.20	37.3	41.8	3	2	23.3898	55.328	30.541
32	P72B2M0	2	2 0	9.033	1.3777	0.4596	0.4160	34.5	1.150	34.50	39.7	43.3	2	2	23.2227	50.000	31.250
33	P72B2M0	2	2 0	7.899	1.3979	0.4776	0.4138	27.0	1.320	37.20	40.2	41.8	4	2	22.2561	59.259	35.294
34	P72B3M0	2	3 0	1.930	1.4056	0.4897	0.4118	53.0	1.050	30.40	43.7	38.4	3	2	23.2092	56.667	56.863
35	P72B3M0	2	3 0	1.717	1.4760	0.4880	0.4090	52.0	1.610	32.10	43.5	33.9	1	2	23.1538	59.259	59.259
36	P72B3M0	2	3 0	1.602	1.4265	0.4851	0.4116	42.0	1.380	37.60	45.2	43.1	2	2	22.4299	58.491	56.000
37	P92B0M1	3	0 1	3.024	1.4297	0.4830	0.3991	67.0	1.340	28.40	43.0	41.5	1	2	20.3226	53.191	54.167
38	P92B0M1	3	0 1	4.100	1.4020	0.4490	0.4218	53.0	1.585	30.50	43.0	39.4	3	2	23.0909	58.491	52.174
39	P92B0M1	3	0 1	3.552	1.4194	0.4724	0.4108	34.5	1.830	34.40	43.4	37.9	3	3	22.4824	52.174	45.000
40	P92B0M2	3	0 2	3.803	1.0410	0.3880	0.4041	57.0	0.650	36.50	43.0	42.9	2	3	19.0909	53.333	36.667

Obs	MSRZ	AFH	AFB	N	F	K	Mg	O	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
21	31.381	14.595	308.150	313.90	2.39	0.663	1.491	0.472	189.312	8.775	272.235	96.555	2.287
22	32.157	12.000	151.200	1073.20	3.24	0.850	1.272	0.437	234.763	8.118	257.344	116.044	0.925
23	30.984	12.500	163.480	1042.83	3.78	0.553	0.946	0.340	185.794	7.436	178.322	103.050	0.859
24	33.333	15.108	120.470	1013.20	3.58	0.631	1.421	0.404	178.678	6.488	240.826	112.736	0.884
25	36.540	15.833	389.000	1410.00	2.62	0.556	0.548	0.065	34.647	8.639	177.540	66.902	5.039
26	34.000	10.204	337.000	831.30	3.52	0.691	0.807	0.075	44.473	8.189	220.784	81.534	6.133
27	34.058	12.378	312.860	838.90	3.62	0.420	0.640	0.014	35.528	7.663	134.313	66.439	5.822
28	32.288	9.796	269.000	466.11	3.41	0.619	1.274	0.455	161.745	5.116	319.587	77.186	0.000
29	31.599	11.364	250.983	383.42	2.58	0.449	1.117	0.386	158.705	7.190	61.408	73.806	0.000
30	35.402	12.941	373.000	356.00	2.55	0.501	1.659	0.479	169.475	6.643	299.171	91.399	0.000
31	34.853	11.616	227.850	652.00	3.51	0.567	0.324	0.086	25.981	9.660	230.885	29.982	0.783
32	33.086	13.636	189.520	506.85	3.59	0.465	0.242	0.067	24.021	9.771	55.895	16.872	0.852
33	37.727	13.636	167.180	570.98	2.43	0.375	0.223	0.073	24.531	8.002	42.048	23.683	0.758
34	36.047	15.152	365.950	338.51	3.71	0.825	1.041	0.530	242.802	8.754	227.292	92.272	0.000
35	36.873	11.000	283.130	512.24	3.67	0.703	1.727	0.480	308.552	6.659	436.441	94.081	0.000
36	35.873	10.565	470.000	478.00	3.48	0.758	1.287	0.342	251.786	5.589	239.126	80.418	0.000
37	32.766	12.727	213.530	339.50	2.62	0.662	1.084	0.403	154.990	8.267	445.008	101.549	3.783
38	32.113	11.373	229.353	489.00	2.62	0.527	1.219	0.331	156.145	6.125	39.271	7.200	3.681

39	32.308	9.589	197.138	428.63	3.25	0.781	1.633	0.329	194.362	6.187	233.180	78.301	4.908
40	29.600	9.596	157.600	744.00	3.48	0.236	0.401	0.036	35.809	8.290	5.618	3.983	0.091

Obs	COPBM	PA	BO	M	CA	CB	CT	A	D	SI	SM	SF	IR	IF	MSR	MSI	MSH	MST
41	P92B0M2	3	0	2	3.463	0.9488	0.3438	0.4083	48.0	0.620	31.50	42.0	27.2	2	3	19.3548	52.174	38.889
42	P92B0M2	3	0	2	5.055	1.0270	0.3320	0.4002	32.0	0.590	36.20	42.0	37.0	2	3	20.9974	66.667	36.342
43	P92B0M3	3	0	3	1.664	1.1340	0.4040	0.4090	59.0	2.910	34.30	43.9	39.0	1	2	22.1918	50.000	43.590
44	P92B0M3	3	0	3	1.493	1.3913	0.4942	0.4102	45.0	1.680	29.90	42.7	41.5	2	2	20.5036	51.000	41.111
45	P92B0M3	3	0	3	1.433	1.1959	0.4239	0.4102	28.0	2.000	29.50	39.2	45.5	2	2	19.7489	46.667	45.000
46	P92B1M0	3	1	0	2.315	1.2830	0.4510	0.4052	60.5	3.020	37.30	36.3	41.8	3	2	21.2054	60.000	45.000
47	P92B1M0	3	1	0	1.854	1.2568	0.4252	0.4148	48.0	3.400	35.00	39.1	33.3	1	2	21.5487	57.692	42.105
48	P92B1M0	3	1	0	1.023	1.2450	0.4261	0.4097	43.5	3.530	30.04	38.6	26.8	2	2	22.7488	54.167	42.174
49	P92B2M0	3	2	0	0.385	0.9320	0.3510	0.4051	35.0	0.600	32.70	37.3	43.3	3	3	19.6319	50.000	42.174
50	P92B2M0	3	2	0	0.430	1.1493	0.3890	0.3995	27.0	0.640	30.50	36.0	31.3	3	2	20.3922	56.000	43.590
51	P92B2M0	3	2	0	0.486	1.0161	0.3592	0.4106	26.0	0.650	29.40	41.1	39.6	4	2	19.2857	50.000	45.000
52	P92B3M0	3	3	0	1.175	1.0739	0.4210	0.4168	45.0	0.250	34.70	34.8	48.6	1	2	20.8293	56.667	33.333
53	P92B3M0	3	3	0	2.077	1.1050	0.4620	0.4019	35.5	0.290	29.70	39.4	39.3	1	2	22.8571	50.000	37.143
54	P92B3M0	3	3	0	1.238	1.1013	0.4455	0.3980	28.0	0.220	32.80	36.1	39.8	2	2	18.7291	60.714	35.000

Obs	MSRZ	AFH	AFB	N	F	K	Mg	O	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
41	29.537	8.456	117.800	703.50	2.52	0.308	0.525	0.051	45.016	8.821	214.699	81.138	0.083
42	30.282	7.200	178.000	663.00	2.56	0.220	0.373	0.047	31.762	9.789	45.629	11.035	0.081
43	38.312	12.397	213.893	291.18	2.55	0.718	1.818	0.395	195.728	13.145	318.224	132.303	9.591
44	31.532	11.446	255.851	415.66	2.24	0.657	1.364	0.304	158.192	13.516	262.000	187.218	9.161
45	36.156	13.636	198.430	325.42	3.22	0.502	1.216	0.266	173.668	13.827	113.053	58.771	8.399
46	31.330	15.667	160.000	479.21	3.45	0.682	1.131	0.324	148.028	9.583	25.134	3.470	0.786
47	33.921	17.500	168.993	407.50	3.56	0.709	1.475	0.415	175.554	8.065	197.937	112.417	0.917
48	32.414	13.194	192.098	302.26	3.35	0.799	1.051	0.330	155.543	9.776	189.600	57.864	0.816
49	25.203	15.000	244.620	628.35	3.65	0.158	0.256	0.056	62.220	2.241	8.515	4.087	0.050
50	30.860	12.903	232.757	798.19	2.89	0.163	0.272	0.074	60.974	2.366	60.531	18.977	0.043
51	28.421	14.839	274.000	793.50	3.46	0.277	0.322	0.077	67.837	2.297	60.443	35.416	0.041
52	33.077	16.667	215.000	312.76	1.62	0.533	0.679	0.371	140.526	7.616	160.516	70.433	0.608
53	32.517	13.333	202.697	218.23	1.85	0.445	0.552	0.363	101.846	9.091	36.117	15.149	0.789
54	30.208	15.596	274.000	352.72	1.22	0.644	0.509	0.428	127.742	8.498	98.871	37.522	0.663

Procedimiento CORR

26 Variables: CA CB CT SI SM SF IR IF MSR MSI MSH MST MSRZ AFH AFB N F K CA Mg O Cu Fe Mn Mo Zn

Estadísticos simples

Variable	N	Media	Desviación típica	Suma	Mínimo	Máximo
CA	54	2.18161	1.67295	117.80700	0.38500	9.03300
CB	54	1.26682	0.24721	68.40850	0.67510	1.90370
CT	54	0.44960	0.07508	24.27850	0.27340	0.65130
SI	54	1.16035	0.85058	62.65900	0.01000	3.53000
SM	54	32.65074	3.94348	1763	23.90000	43.80000
SF	54	41.21481	3.39614	2226	34.80000	50.20000
IR	54	39.18333	4.89026	2116	26.80000	48.60000
IF	54	2.29630	1.20736	124.00000	1.00000	6.00000
MSR	54	2.37037	0.73449	128.00000	1.00000	5.00000
MSI	54	21.46942	2.22351	1159	14.68350	25.58140
MSH	54	54.47820	6.83421	2942	33.33300	67.14300
MST	54	45.89524	7.31182	2478	30.54100	60.00000
MSRZ	54	33.53700	3.20715	1811	25.20300	41.25000
AFH	54	13.39456	2.70519	723.30600	7.20000	19.81000
AFB	54	245.06644	80.45313	13234	117.80000	471.00000
N	54	588.68807	268.76825	31789	201.00000	1410
F	54	2.95944	0.61328	159.81000	1.22000	3.78000
K	54	0.58228	0.19740	31.44300	0.15800	0.94600
CA	54	2.18161	1.67295	117.80700	0.38500	9.03300
Mg	54	1.03944	0.48326	56.13000	0.22300	1.85200
O	54	0.30087	0.15174	16.24700	0.01400	0.54600
Cu	54	144.63976	65.60662	7811	24.02100	308.55200
Fe	54	7.47017	2.52465	403.38900	2.24100	13.82700
Mn	54	201.04715	104.15737	10857	5.61800	445.00800
Mo	54	77.73004	42.91361	4197	3.47000	187.21800
Zn	54	2.37650	3.07581	128.33100	0	11.64800

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	CA	CB	CT	SI	SM	SF	IR	IF	MSR
CA	1.00000	0.05243	-0.03479	0.03067	0.20857	0.00431	0.10427	0.07404	-0.05494
		0.7065	0.8028	0.8258	0.1302	0.9753	0.4530	0.5947	0.6931
CB	0.05243	1.00000	0.91158	0.12604	-0.38015	0.34990	0.13366	-0.00325	-0.14813
	0.7065		<.0001	0.3638	0.0046	0.0095	0.3353	0.9814	0.2851
CT	-0.03479	0.91158	1.00000	0.10341	-0.31881	0.33944	0.10366	-0.16081	-0.17296
	0.8028	<.0001		0.4568	0.0188	0.0120	0.4557	0.2454	0.2110
SI	0.03067	0.12604	0.10341	1.00000	0.18058	0.03613	-0.27160	-0.11047	-0.05116
	0.8258	0.3638	0.4568		0.1913	0.7953	0.0470	0.4265	0.7133
SM	0.20857	-0.38015	-0.31881	0.18058	1.00000	-0.05943	-0.18838	0.08040	-0.03136
	0.1302	0.0046	0.0188	0.1913		0.6695	0.1725	0.5633	0.8219
SF	0.00431	0.34990	0.33944	0.03613	-0.05943	1.00000	0.10294	0.04032	0.11349
	0.9753	0.0095	0.0120	0.7953	0.6695		0.4588	0.7722	0.4139
IR	0.10427	0.13366	0.10366	-0.27160	-0.18838	0.10294	1.00000	0.22998	0.23288
	0.4530	0.3353	0.4557	0.0470	0.1725	0.4588		0.0943	0.0901
IF	0.07404	-0.00325	-0.16081	-0.11047	0.08040	0.04032	0.22998	1.00000	0.36327
	0.5947	0.9814	0.2454	0.4265	0.5633	0.7722	0.0943		0.0069
MSR	-0.05494	-0.14813	-0.17296	-0.05116	-0.03136	0.11349	0.23288	0.36327	1.00000
	0.6931	0.2851	0.2110	0.7133	0.8219	0.4139	0.0901	0.0069	
MSI	0.14081	0.55290	0.47277	0.05421	-0.18785	0.14146	-0.00778	0.02892	-0.43759
	0.3098	<.0001	0.0003	0.6970	0.1737	0.3076	0.9555	0.8356	0.0009
MSH	0.07862	-0.12693	-0.22617	-0.00631	0.27624	-0.24420	0.09432	0.33676	0.41311
	0.5720	0.3604	0.1001	0.9639	0.0432	0.0751	0.4975	0.0128	0.0019
MST	-0.42637	0.19990	0.14134	-0.09200	-0.06725	0.32770	-0.18060	0.00083	-0.13036
	0.0013	0.1473	0.3080	0.5082	0.6290	0.0156	0.1913	0.9953	0.3475
MSRZ	0.03537	0.57256	0.53366	0.24065	-0.02998	0.24805	-0.05680	-0.11746	-0.24405
	0.7996	<.0001	<.0001	0.0796	0.8296	0.0705	0.6833	0.3976	0.0753
AFH	-0.24827	0.19374	0.27504	0.07757	-0.38485	-0.15627	0.09098	-0.16040	-0.19905
	0.0703	0.1604	0.0441	0.5772	0.0041	0.2591	0.5130	0.2466	0.1490
AFB	-0.23795	-0.01098	-0.04362	-0.19655	0.07637	0.01252	0.17815	0.23582	-0.15186
	0.0832	0.9372	0.7541	0.1543	0.5831	0.9284	0.1975	0.0860	0.2730

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	MSI	MSH	MST	MSRZ	AFH	AFB	N	F	K
CA	0.14081	0.07862	-0.42637	0.03537	-0.24827	-0.23795	-0.02504	0.05322	-0.13157
	0.3098	0.5720	0.0013	0.7996	0.0703	0.0832	0.8573	0.7023	0.3430
CB	0.55290	-0.12693	0.19990	0.57256	0.19374	-0.01098	-0.23206	0.04871	0.10284
	<.0001	0.3604	0.1473	<.0001	0.1604	0.9372	0.0913	0.7265	0.4593
CT	0.47277	-0.22617	0.14134	0.53366	0.27504	-0.04362	-0.22245	0.00401	0.10399
	0.0003	0.1001	0.3080	<.0001	0.0441	0.7541	0.1059	0.9770	0.4543
SI	0.05421	-0.00631	-0.09200	0.24065	0.07757	-0.19655	-0.31622	0.33107	0.40091
	0.6970	0.9639	0.5082	0.0796	0.5772	0.1543	0.0198	0.0145	0.0027
SM	-0.18785	0.27624	-0.06725	-0.02998	-0.38485	0.07637	-0.04518	-0.00090	0.07771
	0.1737	0.0432	0.6290	0.8296	0.0041	0.5831	0.7456	0.9948	0.5765
SF	0.14146	-0.24420	0.32770	0.24805	-0.15627	0.01252	0.12492	0.10941	0.23058
	0.3076	0.0751	0.0156	0.0705	0.2591	0.9284	0.3681	0.4310	0.0935
IR	-0.00778	0.09432	-0.18060	-0.05680	0.09098	0.17815	-0.01292	-0.09337	-0.02577
	0.9555	0.4975	0.1913	0.6833	0.5130	0.1975	0.9261	0.5019	0.8533
IF	0.02892	0.33676	0.00083	-0.11746	-0.16040	0.23582	0.13027	0.25122	-0.02339
	0.8356	0.0128	0.9953	0.3976	0.2466	0.0860	0.3478	0.0669	0.8667
MSR	-0.43759	0.41311	-0.13036	-0.24405	-0.19905	-0.15186	0.37716	0.27022	0.05432
	0.0009	0.0019	0.3475	0.0753	0.1490	0.2730	0.0049	0.0481	0.6964
MSI	1.00000	-0.23837	0.14844	0.46737	0.20462	0.23205	-0.29219	-0.05981	0.01240
		0.0826	0.2841	0.0004	0.1377	0.0913	0.0320	0.6675	0.9291
MSH	-0.23837	1.00000	0.02861	-0.03210	-0.26509	0.20580	0.12823	0.08943	0.07348
	0.0826		0.8373	0.8178	0.0527	0.1354	0.3555	0.5202	0.5975
MST	0.14844	0.02861	1.00000	0.20253	-0.08449	0.45907	-0.02718	0.08582	0.37270
	0.2841	0.8373		0.1419	0.5436	0.0005	0.8453	0.5372	0.0055
MSRZ	0.46737	-0.03210	0.20253	1.00000	0.21776	0.10549	-0.11423	0.05194	0.24218
	0.0004	0.8178	0.1419		0.1137	0.4478	0.4108	0.7092	0.0777
AFH	0.20462	-0.26509	-0.08449	0.21776	1.00000	-0.16081	0.21986	0.03685	-0.06185
	0.1377	0.0527	0.5436	0.1137		0.2454	0.1102	0.7914	0.6568
AFB	0.23205	0.20580	0.45907	0.10549	-0.16081	1.00000	-0.19025	-0.00801	0.38564
	0.0913	0.1354	0.0005	0.4478	0.2454		0.1682	0.9542	0.0040

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	CA	Mg	O	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
CA	1.00000	-0.35052	-0.39369	-0.46038	0.26078	-0.23898	-0.38416	-0.11351
		0.0094	0.0032	0.0005	0.0568	0.0818	0.0041	0.4138
CB	0.05243	0.24698	0.22875	0.19156	-0.20489	0.30706	0.09765	0.00994
	0.7065	0.0718	0.0962	0.1653	0.1372	0.0239	0.4824	0.9431
CT	-0.03479	0.17411	0.23885	0.19604	-0.19179	0.26855	0.05468	0.02558
	0.8028	0.2080	0.0820	0.1554	0.1647	0.0496	0.6945	0.8543
SI	0.03067	0.19401	0.10863	0.30487	0.14250	0.08220	-0.07196	-0.16153
	0.8258	0.1598	0.4343	0.0250	0.3040	0.5546	0.6051	0.2433
SM	0.20857	-0.23884	-0.24094	-0.10567	-0.07608	-0.24778	-0.23352	-0.37197
	0.1302	0.0820	0.0792	0.4470	0.5845	0.0708	0.0892	0.0056
SF	0.00431	0.32735	0.22561	0.33327	-0.05630	0.39399	0.32360	0.13142
	0.9753	0.0157	0.1009	0.0138	0.6859	0.0032	0.0170	0.3435
IR	0.10427	0.18176	0.26811	-0.00883	0.23624	-0.00458	0.11496	0.22126
	0.4530	0.1884	0.0500	0.9495	0.0855	0.9738	0.4078	0.1079
IF	0.07404	0.06212	0.01679	-0.07451	-0.16336	-0.05991	0.00707	-0.20785
	0.5947	0.6554	0.9041	0.5923	0.2379	0.6670	0.9595	0.1315
MSR	-0.05494	0.26765	0.20156	0.06772	0.02226	0.10447	0.19898	-0.10461
	0.6931	0.0504	0.1439	0.6266	0.8731	0.4522	0.1492	0.4516
MSI	0.14081	0.09361	0.10449	0.07089	-0.06680	0.11066	-0.00983	-0.00678
	0.3098	0.5008	0.4521	0.6105	0.6313	0.4257	0.9438	0.9612
MSH	0.07862	0.06322	0.05667	-0.09650	0.00640	-0.04328	-0.01792	-0.36038
	0.5720	0.6497	0.6840	0.4876	0.9634	0.7560	0.8977	0.0074
MST	-0.42637	0.50754	0.39827	0.57175	-0.26788	0.46490	0.42146	0.07872
	0.0013	<.0001	0.0029	<.0001	0.0502	0.0004	0.0015	0.5715
MSRZ	0.03537	0.13796	0.09178	0.18568	-0.06368	0.33664	0.16450	0.01343
	0.7996	0.3198	0.5092	0.1789	0.6473	0.0128	0.2346	0.9232
AFH	-0.24827	0.00631	0.11879	0.08927	-0.11043	-0.00026	0.02858	0.16989
	0.0703	0.9639	0.3923	0.5209	0.4267	0.9985	0.8374	0.2194
AFB	-0.23795	0.19960	0.22069	0.19819	-0.08330	0.25254	0.21759	-0.06651
	0.0832	0.1479	0.1088	0.1508	0.5493	0.0654	0.1140	0.6327

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	CA	CB	CT	SI	SM	SF	IR	IF	MSR
N	-0.02504	-0.23206	-0.22245	-0.31622	-0.04518	0.12492	-0.01292	0.13027	0.37716
	0.8573	0.0913	0.1059	0.0198	0.7456	0.3681	0.9261	0.3478	0.0049
F	0.05322	0.04871	0.00401	0.33107	-0.00090	0.10941	-0.09337	0.25122	0.27022
	0.7023	0.7265	0.9770	0.0145	0.9948	0.4310	0.5019	0.0669	0.0481
K	-0.13157	0.10284	0.10399	0.40091	0.07771	0.23058	-0.02577	-0.02339	0.05432
	0.3430	0.4593	0.4543	0.0027	0.5765	0.0935	0.8533	0.8667	0.6964
CA	1.00000	0.05243	-0.03479	0.03067	0.20857	0.00431	0.10427	0.07404	-0.05494
		0.7065	0.8028	0.8258	0.1302	0.9753	0.4530	0.5947	0.6931
Mg	-0.35052	0.24698	0.17411	0.19401	-0.23884	0.32735	0.18176	0.06212	0.26765
	0.0094	0.0718	0.2080	0.1598	0.0820	0.0157	0.1884	0.6554	0.0504
O	-0.39369	0.22875	0.23885	0.10863	-0.24094	0.22561	0.26811	0.01679	0.20156
	0.0032	0.0962	0.0820	0.4343	0.0792	0.1009	0.0500	0.9041	0.1439
Cu	-0.46038	0.19156	0.19604	0.30487	-0.10567	0.33327	-0.00883	-0.07451	0.06772
	0.0005	0.1653	0.1554	0.0250	0.4470	0.0138	0.9495	0.5923	0.6266
Fe	0.26078	-0.20489	-0.19179	0.14250	-0.07608	-0.05630	0.23624	-0.16336	0.02226
	0.0568	0.1372	0.1647	0.3040	0.5845	0.6859	0.0855	0.2379	0.8731
Mn	-0.23898	0.30706	0.26855	0.08220	-0.24778	0.39399	-0.00458	-0.05991	0.10447
	0.0818	0.0239	0.0496	0.5546	0.0708	0.0032	0.9738	0.6670	0.4522
Mo	-0.38416	0.09765	0.05468	-0.07196	-0.23352	0.32360	0.11496	0.00707	0.19898
	0.0041	0.4824	0.6945	0.6051	0.0892	0.0170	0.4078	0.9595	0.1492
Zn	-0.11351	0.00994	0.02558	-0.16153	-0.37197	0.13142	0.22126	-0.20785	-0.10461
	0.4138	0.9431	0.8543	0.2433	0.0056	0.3435	0.1079	0.1315	0.4516

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	MSI	MSH	MST	MSRZ	AFH	AFB	N	F	K
N	-0.29219	0.12823	-0.02718	-0.11423	0.21986	-0.19025	1.00000	0.35853	-0.30740
	0.0320	0.3555	0.8453	0.4108	0.1102	0.1682		0.0078	0.0238
F	-0.05981	0.08943	0.08582	0.05194	0.03685	-0.00801	0.35853	1.00000	0.10522
	0.6675	0.5202	0.5372	0.7092	0.7914	0.9542	0.0078		0.4489
K	0.01240	0.07348	0.37270	0.24218	-0.06185	0.38564	-0.30740	0.10522	1.00000
	0.9291	0.5975	0.0055	0.0777	0.6568	0.0040	0.0238	0.4489	

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	MSI	MSH	MST	MSRZ	AFH	AFB	N	F	K
CA	0.14081	0.07862	-0.42637	0.03537	-0.24827	-0.23795	-0.02504	0.05322	-0.13157
	0.3098	0.5720	0.0013	0.7996	0.0703	0.0832	0.8573	0.7023	0.3430
Mg	0.09361	0.06322	0.50754	0.13796	0.00631	0.19960	-0.09104	0.07487	0.58514
	0.5008	0.6497	<.0001	0.3198	0.9639	0.1479	0.5126	0.5905	<.0001
O	0.10449	0.05667	0.39827	0.09178	0.11879	0.22069	-0.31646	-0.17022	0.60895
	0.4521	0.6840	0.0029	0.5092	0.3923	0.1088	0.0197	0.2185	<.0001
Cu	0.07089	-0.09650	0.57175	0.18568	0.08927	0.19819	-0.24599	0.07633	0.64243
	0.6105	0.4876	<.0001	0.1789	0.5209	0.1508	0.0730	0.5833	<.0001
Fe	-0.06680	0.00640	-0.26788	-0.06368	-0.11043	-0.08330	-0.08486	-0.13669	0.19808
	0.6313	0.9634	0.0502	0.6473	0.4267	0.5493	0.5418	0.3243	0.1511
Mn	0.11066	-0.04328	0.46490	0.33664	-0.00026	0.25254	-0.03164	0.09230	0.57709
	0.4257	0.7560	0.0004	0.0128	0.9985	0.0654	0.8203	0.5068	<.0001
Mo	-0.00983	-0.01792	0.42146	0.16450	0.02858	0.21759	0.07418	-0.07463	0.44942
	0.9438	0.8977	0.0015	0.2346	0.8374	0.1140	0.5940	0.5918	0.0007
Zn	-0.00678	-0.36038	0.07872	0.01343	0.16989	-0.06651	0.22412	-0.12957	-0.00377
	0.9612	0.0074	0.5715	0.9232	0.2194	0.6327	0.1033	0.3504	0.9784

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	CA	Mg	O	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
N	-0.02504	-0.09104	-0.31646	-0.24599	-0.08486	-0.03164	0.07418	0.22412
	0.8573	0.5126	0.0197	0.0730	0.5418	0.8203	0.5940	0.1033
F	0.05322	0.07487	-0.17022	0.07633	-0.13669	0.09230	-0.07463	-0.12957
	0.7023	0.5905	0.2185	0.5833	0.3243	0.5068	0.5918	0.3504
K	-0.13157	0.58514	0.60895	0.64243	0.19808	0.57709	0.44942	-0.00377
	0.3430	<.0001	<.0001	<.0001	0.1511	<.0001	0.0007	0.9784
CA	1.00000	-0.35052	-0.39369	-0.46038	0.26078	-0.23898	-0.38416	-0.11351
		0.0094	0.0032	0.0005	0.0568	0.0818	0.0041	0.4138
Mg	-0.35052	1.00000	0.80138	0.75548	0.23943	0.68694	0.74747	0.35169
	0.0094		<.0001	<.0001	0.0812	<.0001	<.0001	0.0091
O	-0.39369	0.80138	1.00000	0.82040	0.16941	0.57270	0.61714	0.09850
	0.0032	<.0001		<.0001	0.2207	<.0001	<.0001	0.4786

Procedimiento CORR

Coeficientes de correlación Pearson, N = 54
Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	CA	Mg	O	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Cu	-0.46038	0.75548	0.82040	1.00000	0.01905	0.58708	0.56734	0.05162
	0.0005	<.0001	<.0001		0.8912	<.0001	<.0001	0.7109
Fe	0.26078	0.23943	0.16941	0.01905	1.00000	0.06584	0.26826	0.54560
	0.0568	0.0812	0.2207	0.8912		0.6362	0.0498	<.0001
Mn	-0.23898	0.68694	0.57270	0.58708	0.06584	1.00000	0.72908	0.21247
	0.0818	<.0001	<.0001	<.0001	0.6362		<.0001	0.1230
Mo	-0.38416	0.74747	0.61714	0.56734	0.26826	0.72908	1.00000	0.44427
	0.0041	<.0001	<.0001	<.0001	0.0498	<.0001		0.0008
Zn	-0.11351	0.35169	0.09850	0.05162	0.54560	0.21247	0.44427	1.00000
	0.4138	0.0091	0.4786	0.7109	<.0001	0.1230	0.0008	

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: CA

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: CB

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1500 and C(p) = 10.5941

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.48583	0.48583	9.18	0.0038
Error	52	2.75317	0.05295		
Total corregido	53	3.23900			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	1.49916	0.08285	17.33778	327.46	<.0001
PAependie	-0.11617	0.03835	0.48583	9.18	0.0038

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.2638 and C(p) = 4.4845

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.85430	0.42715	9.14	0.0004
Error	51	2.38470	0.04676		
Total corregido	53	3.23900			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	1.57070	0.08192	17.19012	367.63	<.0001
PAependie	-0.11617	0.03604	0.48583	10.39	0.0022
M	-0.07154	0.02548	0.36847	7.88	0.0071

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: CB

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

Selección Stepwise: Paso 3

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.2986 and C(p) = 4.0000

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.96719	0.32240	7.10	0.0005
Error	50	2.27181	0.04544		
Total corregido	53	3.23900			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	1.67546	0.10459	11.66058	256.64	<.0001
PAependie	-0.11617	0.03553	0.48583	10.69	0.0020
BOe	-0.05986	0.03798	0.11289	2.48	0.1213
M	-0.11644	0.03798	0.42705	9.40	0.0035

Límites en el número de la condición: 2.2857, 16.714

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

All variables have been entered into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: CB

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.1500	0.1500	10.5941	9.18	0.0038
2	M		2	0.1138	0.2638	4.4845	7.88	0.0071
3	BOe		3	0.0349	0.2986	4.0000	2.48	0.1213

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: CT

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1762 and C(p) = 7.2687

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.05264	0.05264	11.12	0.0016
Error	52	0.24614	0.00473		
Total corregido	53	0.29878			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	0.52608	0.02477	2.13500	451.04	<.0001
PAependie	-0.03824	0.01147	0.05264	11.12	0.0016

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.2803 and C(p) = 2.0299

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.08375	0.04188	9.93	0.0002
Error	51	0.21503	0.00422		
Total corregido	53	0.29878			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	0.54687	0.02460	2.08380	494.23	<.0001
PAependie	-0.03824	0.01082	0.05264	12.48	0.0009
M	-0.02079	0.00765	0.03111	7.38	0.0090

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: CT

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.1762	0.1762	7.2687	11.12	0.0016
2	M		2	0.1041	0.2803	2.0299	7.38	0.0090

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: A

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: D

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: SI

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.0875 and C(p) = 6.1648

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	3.35561	3.35561	4.99	0.0299
Error	52	34.98908	0.67287		
Total corregido	53	38.34470			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	0.54974	0.29534	2.33137	3.46	0.0683
PAependie	0.30531	0.13671	3.35561	4.99	0.0299

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.1524 and C(p) = 4.1681

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	5.84541	2.92270	4.59	0.0147
Error	51	32.49929	0.63724		
Total corregido	53	38.34470			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	0.73570	0.30242	3.77131	5.92	0.0185
PAependie	0.30531	0.13305	3.35561	5.27	0.0259
M	-0.18596	0.09408	2.48980	3.91	0.0535

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: SI

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

Selección Stepwise: Paso 3

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.1877 and C(p) = 4.0000

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	7.19608	2.39869	3.85	0.0148
Error	50	31.14861	0.62297		
Total corregido	53	38.34470			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	1.09807	0.38727	5.00857	8.04	0.0066
PAependie	0.30531	0.13155	3.35561	5.39	0.0244
BOe	-0.20707	0.14063	1.35068	2.17	0.1472
M	-0.34126	0.14063	3.66848	5.89	0.0189

Límites en el número de la condición: 2.2857, 16.714

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

All variables have been entered into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: SI

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.0875	0.0875	6.1648	4.99	0.0299
2	M		2	0.0649	0.1524	4.1681	3.91	0.0535
3	BOe		3	0.0352	0.1877	4.0000	2.17	0.1472

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: SM

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: SF

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1238 and C(p) = 0.6634

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	75.69000	75.69000	7.35	0.0091
Error	52	535.59815	10.29996		
Total corregido	53	611.28815			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	44.11481	1.15550	15013	1457.57	<.0001
PAependie	-1.45000	0.53489	75.69000	7.35	0.0091

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.1238	0.1238	0.6634	7.35	0.0091

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: IR

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.0424 and C(p) = 0.4690

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	53.73389	53.73389	2.30	0.1353
Error	52	1213.74111	23.34118		
Total corregido	53	1267.47500			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	40.04722	0.86973	49488	2120.20	<.0001
BOe	-0.86389	0.56937	53.73389	2.30	0.1353

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.0424	0.0424	0.4690	2.30	0.1353

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: IF

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: MSR

Selección Stepwise: Paso 1

Variable BOe introducida: R-cuadrado = 0.1754 and C(p) = 1.9906

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	5.01389	5.01389	11.06	0.0016
Error	52	23.57870	0.45344		
Total corregido	53	28.59259			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	2.63426	0.12122	214.12765	472.23	<.0001
BOe	-0.26389	0.07936	5.01389	11.06	0.0016

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	BOe		1	0.1754	0.1754	1.9906	11.06	0.0016

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: MSI

Selección Stepwise: Paso 1

Variable M introducida: R-cuadrado = 0.1000 and C(p) = 4.3781

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	26.19324	26.19324	5.78	0.0199
Error	52	235.83833	4.53535		
Total corregido	53	262.03157			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	22.07257	0.38338	15034	3314.75	<.0001
M	-0.60315	0.25098	26.19324	5.78	0.0199

Límites en el número de la condición: 1, 1

Selección Stepwise: Paso 2

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1706 and C(p) = 2.1084

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	44.71077	22.35538	5.25	0.0085
Error	51	217.32080	4.26119		
Total corregido	53	262.03157			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	23.50697	0.78202	3850.21926	903.55	<.0001
PAependie	-0.71720	0.34404	18.51753	4.35	0.0421
M	-0.60315	0.24328	26.19324	6.15	0.0165

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: MSI

Selección Stepwise: Paso 2

Límites en el número de la condición: 1, 4

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	M		1	0.1000	0.1000	4.3781	5.78	0.0199
2	PAependie		2	0.0707	0.1706	2.1084	4.35	0.0421

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: MSH

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.0481 and C(p) = 5.9253

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	118.99174	118.99174	2.63	0.1112
Error	52	2356.44758	45.31630		
Total corregido	53	2475.43932			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	50.84209	2.42370	19941	440.04	<.0001
PAependie	1.81806	1.12196	118.99174	2.63	0.1112

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.0481	0.0481	5.9253	2.63	0.1112

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: MST

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.2243 and C(p) = 0.0348

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	635.67856	635.67856	15.04	0.0003
Error	52	2197.84246	42.26620		
Total corregido	53	2833.52102			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	54.29946	2.34072	22745	538.14	<.0001
PAependie	-4.20211	1.08354	635.67856	15.04	0.0003

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.2243	0.2243	0.0348	15.04	0.0003

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: MSRZ

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.1843 and C(p) = 2.0419

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	100.48058	100.48058	11.75	0.0012
Error	52	444.66779	8.55130		
Total corregido	53	545.14837			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	36.87833	1.05285	10492	1226.89	<.0001
PAependie	-1.67067	0.48738	100.48058	11.75	0.0012

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.1843	0.1843	2.0419	11.75	0.0012

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: AFH

Selección Stepwise: Paso 1

Variable PAependie introducida: R-cuadrado = 0.0615 and C(p) = 2.0461

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	23.86974	23.86974	3.41	0.0705
Error	52	363.98743	6.99976		
Total corregido	53	387.85717			

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Término i	15.02311	0.95256	1741.06698	248.73	<.0001
PAependie	-0.81428	0.44095	23.86974	3.41	0.0705

Límites en el número de la condición: 1, 1

All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección Stepwise

Step	Variable Entered	Variable Removed	Number Vars In	Partial R-Square	Model R-Square	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PAependie		1	0.0615	0.0615	2.0461	3.41	0.0705

rocedimiento REG
Modelo: MODEL1
Variable dependiente: AFB

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.