

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN DOS
VARIETADES DE ROSAS CON LA APLICACIÓN DE 4 NIVELES DE
SILICIO. Sector Pillig Loma, Latacunga”**

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniería Agronómica

Autor:

Fredy Patricio Pita Bolaños

Director:

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro

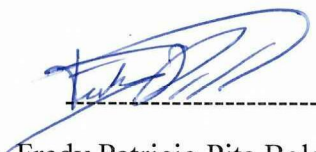
LATACUNGA - ECUADOR

Mayo -2015



AUTORIA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN DOS VARIEDADES DE ROSAS CON LA APLICACIÓN DE 4 NIVELES DE SILICIO. Sector Pillig Loma, Latacunga”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.



Fredy Patricio Pita Bolaños

C.I: 0503166001

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the specific procedures and protocols that must be followed to ensure compliance with all relevant laws and regulations. It provides a clear framework for the organization's internal controls and risk management practices.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
Latacunga – Ecuador

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de trabajo de investigación sobre el tema: **“DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN DOS VARIETADES DE ROSAS CON LA APLICACIÓN DE 4 NIVELES DE SILICIO. Sector Pillig Loma, Latacunga”** de Fredy Patricio Pita Bolaños postulante de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias agropecuarias y recursos naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Mayo 2015

DIRECTOR

Ing. Emerson Jácome



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias agropecuarias y recursos naturales; por cuanto el postulante: Fredy Patricio Pita Bolaños con el título de tesis: **“DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN DOS VARIEDADES DE ROSAS CON LA APLICACIÓN DE 4 NIVELES DE SILICIO. Sector Pillig Loma, Latacunga”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Mayo 2015

Para constancia firman:

Ing. Ruth Perez
Presidenta

Ing. David Carrera
Miembro

Ing. Francisco Chancusig
Opositor

10/11

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

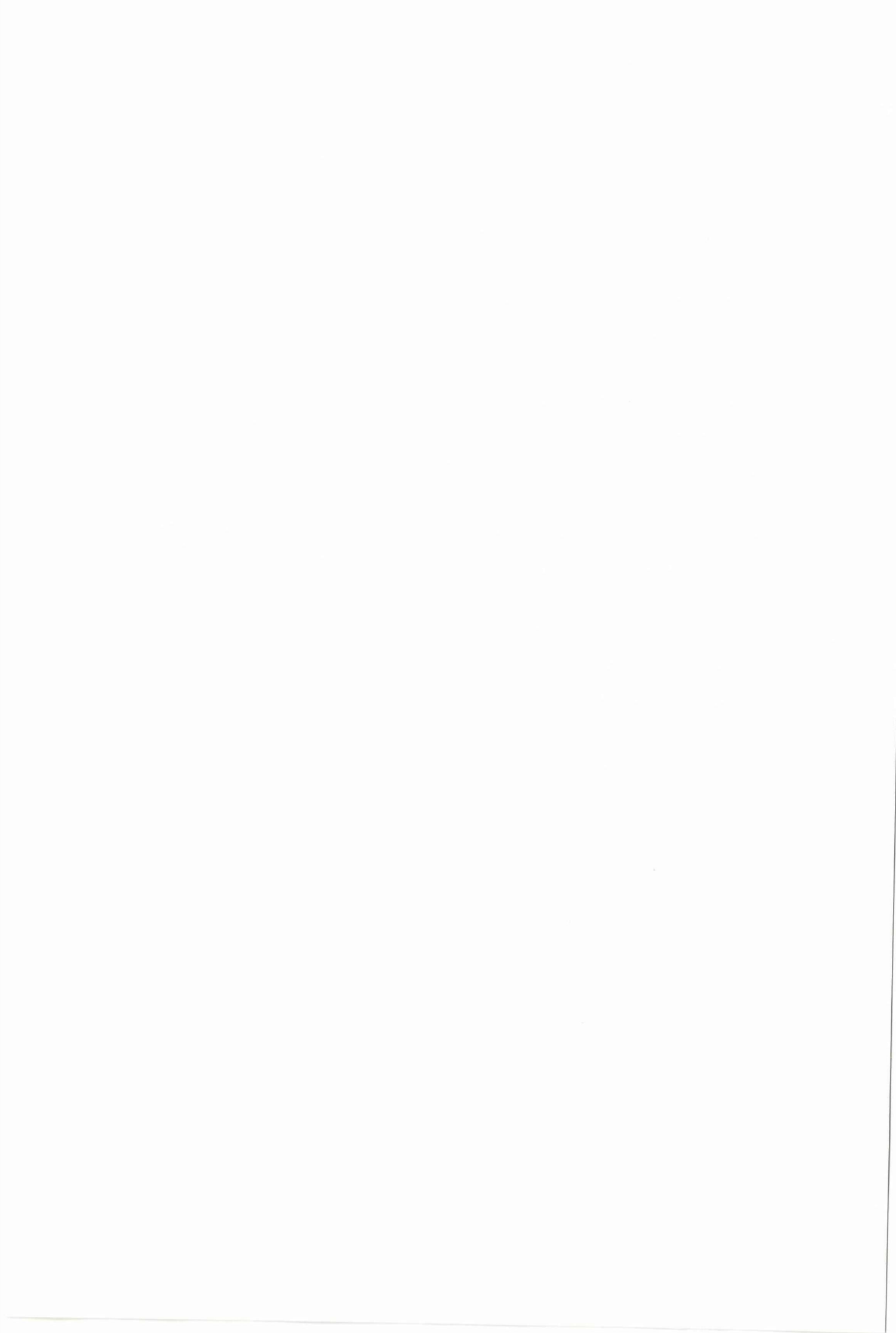
A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Ing, Emerson Jácome por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

A mis padres quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que además ellos son responsables por la confianza, y el valor que guían mi transitar por la vida.

Y a mi hermana por su confianza y apoyo incondicional.



DEDICATORIA

Siempre me he sentido maravillado por la linda familia que tengo, se han preocupado de mí desde el momento en que llegué a este mundo, me han formado para saber cómo luchar y salir victorioso ante las diversas adversidades de la vida.

Muchos años después, sus enseñanzas no cesan, y aquí estoy, con un nuevo logro exitosamente conseguido, mi proyecto de tesis.

Quiero agradecerles por todo, no me alcanzan las palabras para expresar el orgullo y lo bien que me siento por tener una familia tan asombrosa.



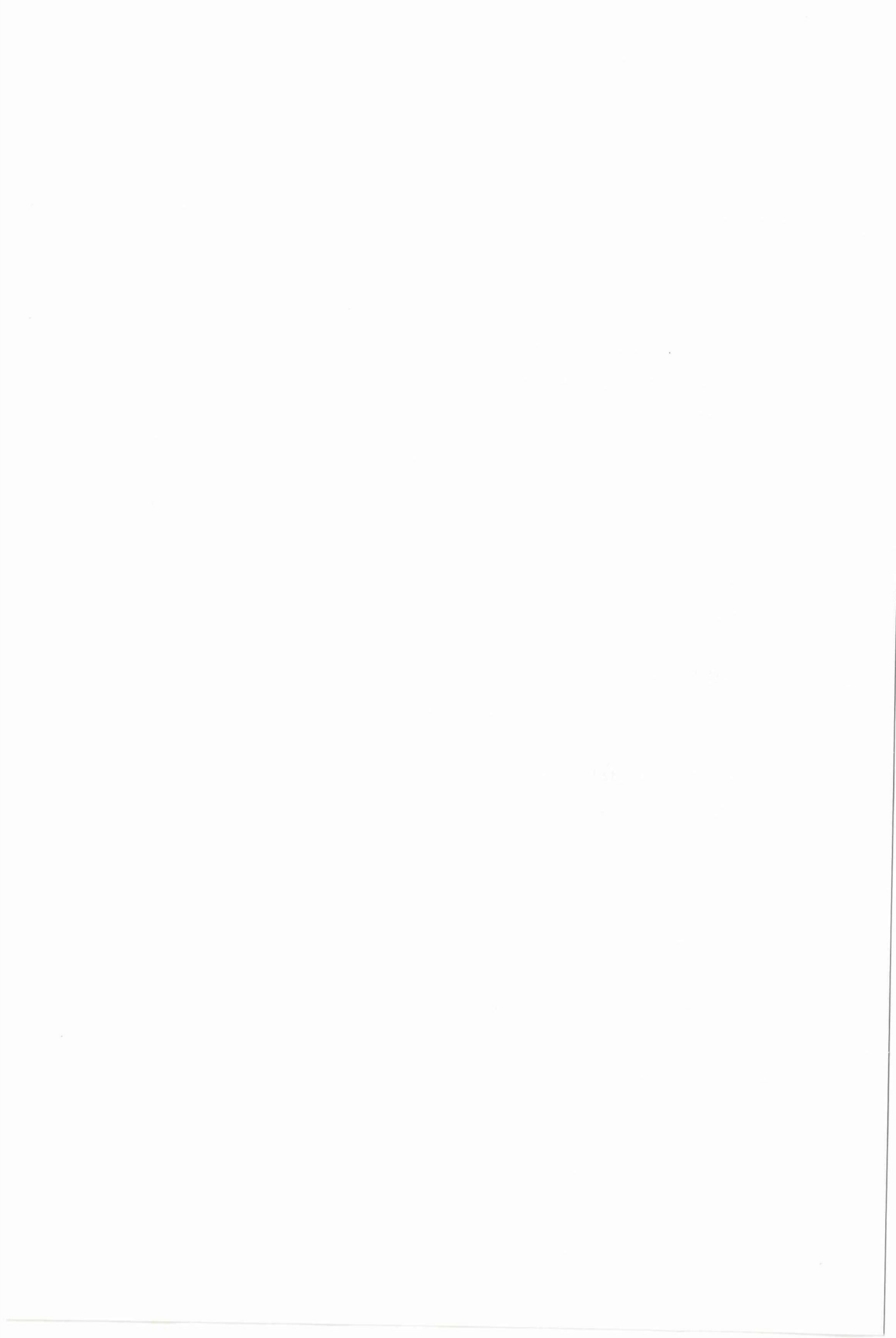
INDICE

Contenido	Página
PORTADA	i
AUTORIA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE	vii
Lista de cuadros	x
Lista de fotos	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

INTRODUCCION	1
---------------------	----------

CAPÍTULO I

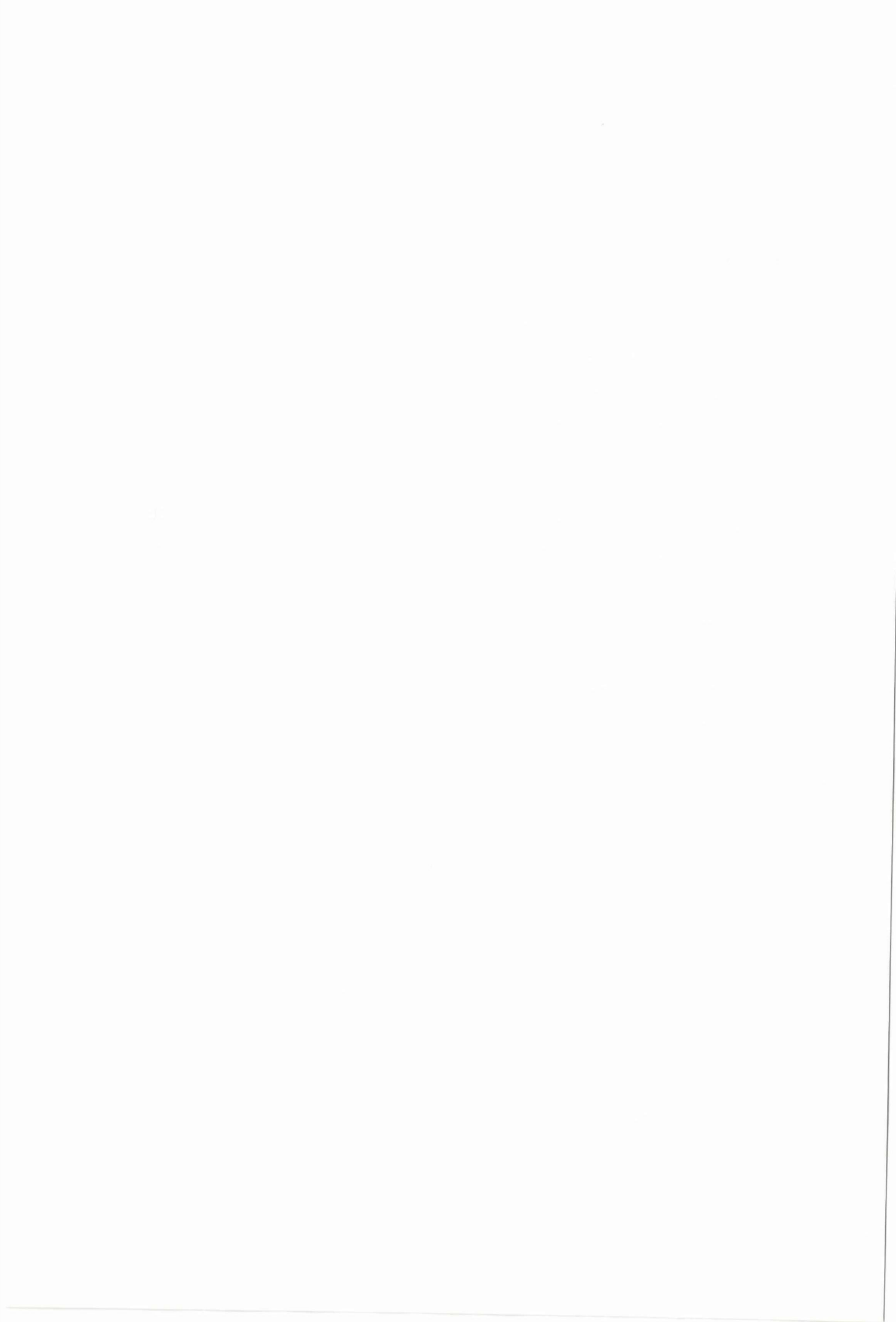
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO	2
1.1. Antecedentes investigativos	2
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivo	4
1.3.1. General	4
1.3.2. Especifico	4
1.4. Importancia Del Cultivo De Rosas	4
1.5. Aspectos Generales Del Cultivo	5
1.5.1. Variedades	6
1.5.2. Necesidades Medio Ambientales	6
1.5.2.1. <i>Temperatura</i>	6
1.5.2.2. <i>Humedad relativa</i>	6
1.5.2.3. <i>Iluminación</i>	6



1.5.2.4. Suelo	7
1.5.2.5. Riego	8
1.5.3. Fertirrigación	9
1.6. Asimilación de nutrientes minerales	9
1.6.1. Asimilación de nitrógeno	9
1.6.1.1. Asimilación del nitrato	10
1.6.1.2. Asimilación de amonio	12
1.6.2. Asimilación de fosfato	14
1.6.3. Asimilación de potasio	14
1.6.4. Asimilación de calcio	16
1.6.5. Asimilación de magnesio	17
1.7. Silicio	17
1.7.1. Funciones del silicio en el suelo	18
1.7.2. Efecto del Silicio en el sistema radicular	19
1.7.3. Beneficios del silicio en el suelo	20
1.7.4. Formas de silicio en la planta	20
1.8. SIKLON	21
1.8.1. Aplicación de SIKLON	22
1.8.2. Dosis	22
1.8.3. Frecuencia	22
1.8.4. Casa comercial	22

CAPÍTULO II

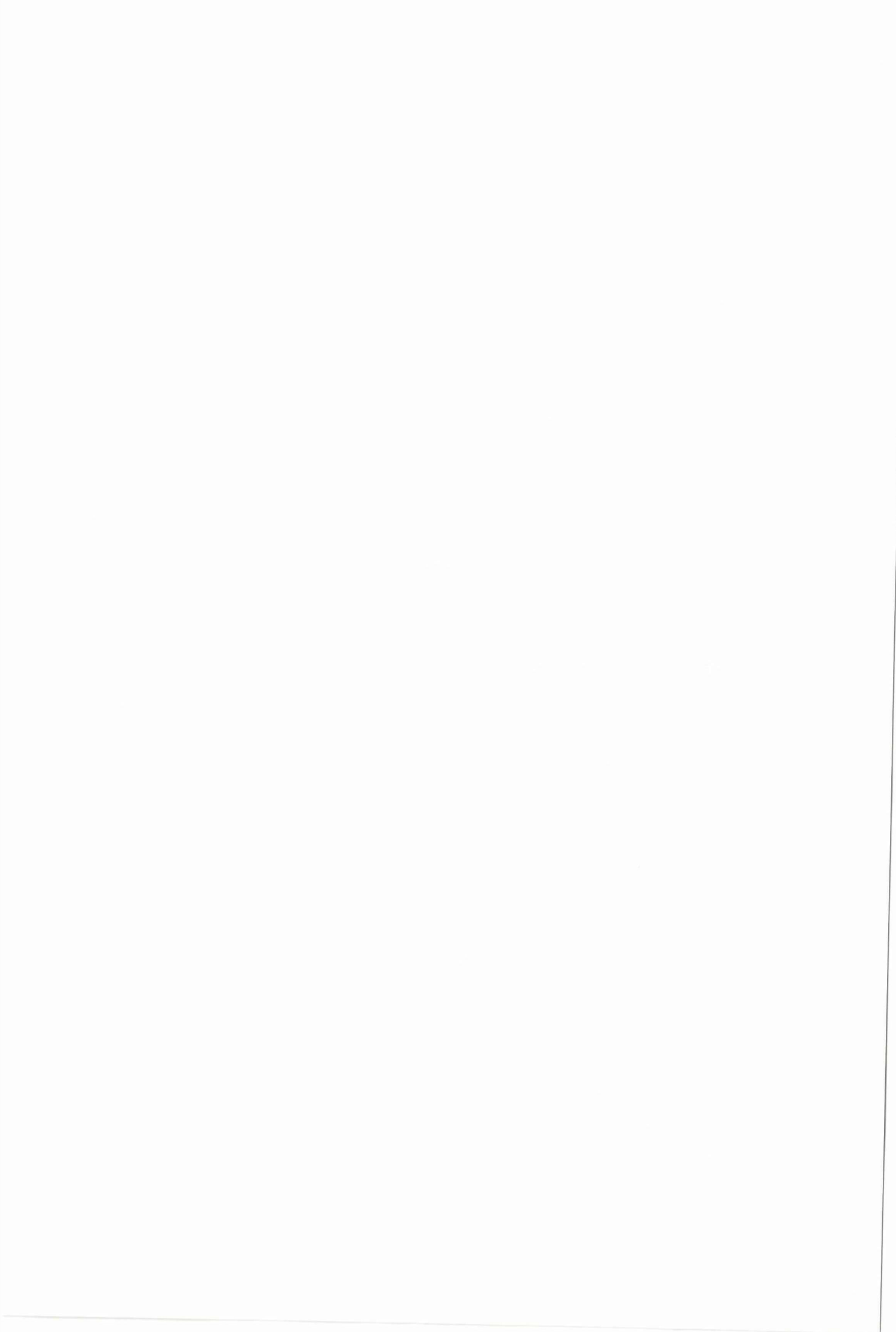
UBICACIÓN MATERIALES Y METODOS	23
2.1. Ubicación	23
2.1.1. División política	23
2.1.2. Características Metereológicas	23
2.1.3. Coordenadas Geográficas	23
2.2. Características del ensayo	24
2.2.3. Materiales	24



2.3.	Metodología	24
2.3.3.	Factores en estudio	24
2.4.	Tratamientos	25
2.5.	Metodología	25
2.5.3.	Diseño experimental	26
2.5.3.1.	<i>Unidad experimental</i>	26
2.5.4.	Manejo del ensayo	26
2.5.5.	Aplicación de SIKLON	26
2.5.6.	Pinch	27
2.5.7.	Cosecha	27
2.5.8.	Análisis económico	27
2.5.9.	Cuadro del Adeva	27

CAPÍTULO III

ANALISIS DE RESULTADOS	28
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
3.1. Extracción de Nitrógeno	28
3.2. Extracción del Fósforo	29
3.3. Extracción del Potasio	31
3.4. Extracción del Calcio	33
3.5. Extracción de magnesio	35
3.6. Altura de tallos	36
3.7. Tamaño del botón	36
3.8. Análisis Económico	37
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
4.1. Conclusiones	38
4.2. Recomendaciones	39
5. BIBLIOGRAFÍA	40
5.1. Bibliografía Consultada	40
5.2. Link grafía	42
6. ANEXOS	44



Lista de cuadros

Cuadro N° 1 para evaluar los efectos del silicio en la absorción de nutrientes

Cuadro N° 2. ADEVA de la extracción de nitrógeno con la aplicación de 4 niveles se Silicio en dos variedades de rosas.

Cuadro N° 3 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de nitrógeno para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Cuadro N° 4 ADEVA de la extracción de fósforo con la aplicación de 4 niveles se Silicio en dos variedades de rosas.

Cuadro N° 5 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de fósforo para las dos variedades de rosas.

Cuadro N° 6 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de fósforo para la interacción niveles de Silicio.

Cuadro N° 7 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de fósforo para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Cuadro N° 8 ADEVA de la extracción de potasio con la aplicación de 4 niveles se Silicio en dos variedades de rosas

Cuadro N° 9 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de potasio para los niveles de Silicio.

Cuadro N° 10 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de potasio para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Cuadro N° 11 ADEVA de la extracción de calcio con la aplicación de 4 niveles se Silicio en dos variedades de rosas

Cuadro N° 12 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de calcio para las dos variedades de rosas.

Cuadro N° 13 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de calcio para la interacción niveles de Silicio.

Cuadro N° 14 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de calcio para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Cuadro N° 15 ADEVA de la extracción de magnesio con la aplicación de 4 niveles se Silicio en dos variedades de rosas.

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. No specific content can be transcribed.]

Cuadro N° 16 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de calcio para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Cuadro N° 17 ADEVA de la altura de tallos con la aplicación de 4 niveles se Silicio en dos variedades de rosas

Cuadro N°18 ADEVA de la extracción de calcio con la aplicación de 4 niveles se Silicio en dos variedades de rosas

Cuadro N° 19 relación beneficio / costo de los tratamientos que recibieron la aplicación de Silicio como para los tratamientos que no recibieron la aplicación.

Cuadro N° 20 Codificación y distribución de tratamientos

Cuadro N° 21 Resultados tamaño del tallo

Cuadro N° 22 Resultados tamaño del botón

Cuadro N° 23 Resultados peso

Cuadro N° 24 Resultados absorción de nutrientes

Cuadro N° 25 Costos de comercialización para diferentes tamaños de tallos de rosas.

Cuadro N° 26 Promedio de tallos cosechados por tamaño.

Cuadro N° 27 ingresos por tallos cosechados (dólares).

Cuadro N° 28 cantidades de SIKLON utilizadas por tratamiento.

Cuadro N° 29 costos de los tratamientos que recibieron la aplicación de SIKLON (dólares).

Cuadro N° 30 Costos de producción por hectárea al año.



Lista de fotos

Foto 1. Variedad Vendela

Foto 2. Variedad Freedom

Foto 3. Yemas en estado arroz o alverja

Foto 3. Pinch

Foto 4. Etiquetado

Foto 5. Aplicación del Producto (Silicio)

Foto 6. Recoleccion y pesaje de las muestras

Foto 7. Medición del largo del tallo

Foto 8. Medición del botón floral

Foto 9. Embalaje de las muestras que serán enviadas al laboratorio

Foto 10. Análisis laboratorio

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi en las coordenadas 0°57'12.3"S 78°35'33.8"W, en donde se determinó la eficiencia del silicio por sus conocidos beneficios al adherirse a los coloides del suelo, liberándolos y permitiendo su disponibilidad para las plantas. Con el objetivo de establecer la mejor dosis, la variedad que extraiga la mayor cantidad de nutrientes y realizar un análisis económico. Se realizó un diseño de parcelas divididas (DPD) con 3 repeticiones. Las aplicaciones de Silicio (Acido mono silícico H₄O₄Si 350 g/l) se realizaron cada 3 semanas. A una dosis de 2, 4, 6 cc/lit, utilizándose 20lt de solución por cama. Para evaluar los resultados se utilizaron 10 tallos por cama, a los cuales se les tomó datos como el peso, altura, y tamaño del botón, para su posterior análisis en el laboratorio. Como resultados los promedios más altos de absorción se obtuvieron con la aplicación de 2cc/lit con una extracción de fósforo de 0.05 gr/tallo, para el potasio una extracción promedio de 0.20 gr/tallo, y para el calcio con una extracción promedio de 0.18 gr/tallo. La variedad Freedom fue la variedad que extrajo la mayor cantidad de fósforo 0.05 gr/tallo, mientras que Vendela extrajo la mayor cantidad de calcio 0.18 gr/tallo. El análisis económico demostró que es más rentable la aplicación de 2cc/lit de Silicio con una relación Beneficio/costo de \$ 1'87 por cada dólar gastado, con ingresos por hectárea de USD15600 frente a USD14936 sin ninguna aplicación.



ABSTRACT

The current investigation has been carried out in Latacunga, Cotopaxy province at the following coordinates: 0°57'12.3"S, 78°35'33.8"N. Where it was determined the efficiency of the Silicon by its well-known benefits to adhere to the colloids of the soil freeing them and allowing its availability for the plants. The main objective of the investigation was to determine the best possible dose, the variety that extracts the highest amount of nutrients and to carry out an economic analysis. Also, a split-plot design with three replications was created. The Silicon (Monosilicic acid, H_4O_4Si , 350 g/l) was applied every three weeks. A total amount of twenty liters of solution per garden plot divided into three doses of 2, 4 and 6 cc/l. To assess the results, important data like the weight, height, and the rosebud's size of ten stems per garden plot were documented in order to make a further evaluation at the lab. As a result, the 2 cc/l dose showed the highest absorption averages with a 0, 05 gr/stem of phosphorous extraction, 0, 20 gr/stem average potassium extraction and 0, 18 gr/stem average calcium extraction. The Freedom variety was the one that best extracted phosphorous (0, 05 gr/stem) and Vendela variety was the one that best extracted calcium (0,18gr/stem). An economic analysis proved that the 2 cc/l Silicon dose is the most profitable one with a cost-benefit relationship of \$ 1'87 of return for every dollar spent, with profits of 15600 \$ per hectare contrasting with profits of 14936 \$ without using this product.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Agronomía de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **Fredy Patricio Pita Bolaños**, cuyo título versa “**DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN DOS VARIEDADES DE ROSAS CON LA APLICACIÓN DE 4 NIVELES DE SILICIO. Sector Pillig Loma, Latacunga.**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 15 abril del 2015

Atentamente,

Lic. Marcelo Pacheco Pruna
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 0502617350

INTRODUCCIÓN

La tecnificación de la producción de rosas en la actualidad se basa en reducir el uso de agroquímicos, a su vez propiciar el uso de insumos orgánicos, pues esto permite disminuir la contaminación que se da en el suelo y agua, como consecuencia del uso desmedido de fertilizantes y plaguicidas.

El sector florícola es uno de los sectores más importantes en la agricultura, al ser el tercer producto agrícola exportable y contribuye al sustento económico del país, por eso la importancia de realizar investigaciones en este sector.

La agricultura convencional daña el suelo aplicando fertilizantes en exceso porque lo único importante en esta agricultura es el rendimiento comercial, esto conlleva a la contaminación del suelo y agua, hasta dejarla inservible para cualquier uso.

Debido al empleo indiscriminado de fertilizantes y todo tipo de productos químicos se presentan los siguientes problemas en las aguas tanto superficiales como subterráneas:

- Acumulación de nitritos y fosfatos, que se traduce en una pérdida de la potabilidad del agua.
- Eutrofización de las aguas continentales y mares costeros, al aumentar hasta niveles nocivos los productos orgánicos e inorgánicos derivados de aguas residuales y fertilizantes agrícolas, originando graves cambios en las características del medio y desoxigenación de las aguas profundas.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Miramontes B, *et al.*, (2004), reportan que en una investigación realizada en la Universidad Autónoma de Chapingo (México), reveló que la utilización de metasilicato de sodio en suelos ácidos, ayuda a bloquear la adsorción de los fosfatos por los óxidos de aluminio y hierro; la cual influyó para que en un cultivo de arveja a los 48 días de edad, en el análisis estadístico se encontró que los tratamientos tuvieron un efecto significativo y altamente significativo sobre la altura de la planta y las biomásas fresca y seca, respectivamente; el mejor tratamiento fue el de 3.28 cmol(+) de silicio kg-1 de suelo.

Borda O, *et al.*, (2007), informan que, en un ensayo realizado en avena forrajera a nivel de invernadero en La Universidad de Colombia, los resultados muestran que la aplicación de una dosis de 100mg de silicio en la época de presembrado, presenta un incremento de materia seca en un 34,9%, y se asocia a un mejor índice de materia seca a nivel radicular, lo cual implica una mayor capacidad de absorción de nutrientes.

Caicedo L, Chavarriaga W, (2008), manifiestan que en trabajos realizados en el Municipio de Chinchiná (Colombia), se demostró que la aplicación de silicio en complemento con el DAP (fosfato di amónico) mostro un mayor desarrollo y crecimiento de los colinos de café (plántulas de café), al igual que el mayor número de hojas, lo que influencia necesariamente el peso seco total que se puede observar en los resultados de los tratamientos correspondientes a 6 g de silicio

(Llanero) más 3 g de DAP y 9 g de silicio (Llanero) más 3 g de DAP. Se encontró la misma tendencia en el crecimiento de la raíz, parte aérea y diámetro de tallo de los colinos a los seis meses de edad (tiempo correspondiente al estudio). El estudio sugiere una dinámica ascendente del ácido monosilícico a través del xilema de los colinos, ratificando su acumulación en las hojas.

Gómez R, *et al.*, (2006), señalan que en un ensayo realizado por la Universidad Autónoma de Chapingo (México), demostró que la aplicación foliar de silicio al 0,2 % y miel de abeja al 2%, para el control de marchites causada por *Fusarium oxisporum*, en el cultivo de tomatillo o tomate de cáscara, la incidencia de la enfermedad se manifestó en forma aleatoria en todos los tratamientos, mientras que, la severidad evaluada en el cultivo, en tres fechas de muestreo, varió en función de los tratamientos y disminuyó hasta 80% en el segundo muestreo en aquellas plantas donde se aplicó estos 2 elementos. El análisis microscópico de las hojas mostró la presencia de cristales de silicio acumulados en las paredes del xilema de las hojas que recibieron Silicio vía foliar. En la cosecha se obtuvieron rendimientos de hasta 14,5 Tn/ha, 98% más producción que lo que obtiene el productor con el manejo tradicional.

1.2. Justificación

Con la presente investigación se trata de disminuir la cantidad de fertilizantes químicos que se usan actualmente en la producción de rosas dado que en muchas fincas existe un exceso en la fertilización provocando daños ambientales. Además será de beneficio para las fincas florícolas, ya que con estos datos se busca disminuir los costos de producción al mejorar la absorción de los fertilizantes químicos.

El presente trabajo está estrechamente relacionado con la recomendaciones que realicen las personas encargadas del análisis en laboratorio y servirá como una herramienta para establecer los planes de fertilización a implementarse en campo, con el fin de alcanzar altos rendimientos.

Es por eso que se desarrollara la presente investigación en la Finca, **ATLANTIC FLOWERS**, ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, buscando optimizar la producción y rentabilidad de la finca.

La utilización de **SIKLON** (ácido mono Silícico 350gr/l), se podrán comprobar sus efectos en la fertilidad del suelo.

1.3. Objetivo

1.3.1. General

Determinar la absorción de nutrientes con la aplicación de silicio en dos variedades de rosas.

1.3.2. Especifico

Analizar los resultados obtenidos con la incorporación de silicio como complemento de la fertilización química en las variedades Freedom y Vendela.

Determinar la mejor variedad.

Recomendar el mejor nivel de silicio para aplicarse en el cultivo.

Realizar el análisis económico de todos los niveles de silicio.

1.4. Importancia Del Cultivo De Rosas

La rosa es una de las flores más apreciada, con alta significación estética y sentimental, por lo que es considerada tradicionalmente como muy apropiada para acontecimientos especiales y familiares.

[Faint, illegible text covering the majority of the page, possibly bleed-through from the reverse side.]

Como consecuencia de su buena aceptación, la rosa viene ocupando los primeros puestos en las ventas de flor cortada. Se puede decir que a nivel mundial, hoy día la rosa junto con el clavel presentan la mayor producción de flor cortada.

El cultivo de flores para la exportación en el Ecuador se inicia en el siglo XX, a mediados de los años ochenta; en el año 1985 las exportaciones de flores (en USD FOB) representaron el 0,02% del total de las exportaciones y el 0,1% de las exportaciones agrícolas; en el año 1990 pasan a constituir el 0,5% del total de las exportaciones y el 2% de las agrícolas; y, en el año 2001, significan el 5% del total de las exportaciones y el 18% de las agrícolas; llegando así, a ser rubros muy destacados en la economía nacional.

Las exportaciones, en USD FOB, siempre han mantenido su tendencia creciente a lo largo de todos los años, basta observar los datos del Banco Central del Ecuador (BCE), para afirmar que desde el año 1993 hasta el 2001 las exportaciones de flores naturales crecen aproximadamente a un ritmo de 23 millones anuales (SIGAGRO, tercer censo nacional).

1.5. Aspectos Generales Del Cultivo

El cultivo de la rosa se inició hace muchos años, siendo ya considerada como símbolo de belleza por babilonios, sirios, Egipcios, romanos y griegos. Las especies espontáneas tienen su origen en las regiones septentrionales (Asia y Europa). Las primeras rosas cultivadas eran de floración estival, hasta que posteriores trabajos de selección y mejora realizados en oriente sobre algunas especies, fundamentalmente *Rosa gigantea* y *Rosa chinensis* (o *Rosa indica* “fragencis”), dieron como resultado la conocida “rosa de té”, de color marfil, aroma similar al té y de carácter reflorescente. Esta rosa se introduce en occidente por el año 1793, sirviendo de base a numerosos híbridos creados desde esta fecha en Europa como en Estados Unidos.

Recién a principios de 1900, en Estados Unidos y en Europa se empezó a producir rosas en forma comercial (FAINSTEIN, R. 1998).

1.5.1. Variedades

Características agronómicas de las variedades usadas en el presente ensayo:

Vendela.

- Color: blanco marfil.
- Flor: grande.
- Tamaño del botón: 5 – 6,5 cm.
- Número de pétalos: 35 - 40.
- Longitud del tallo: 80 -100 cm.
- Producción (tallos/planta/mes): 1.4
- Vida en florero: 12 -16 días.

(Rosen Tantau. 2003).

Freedom

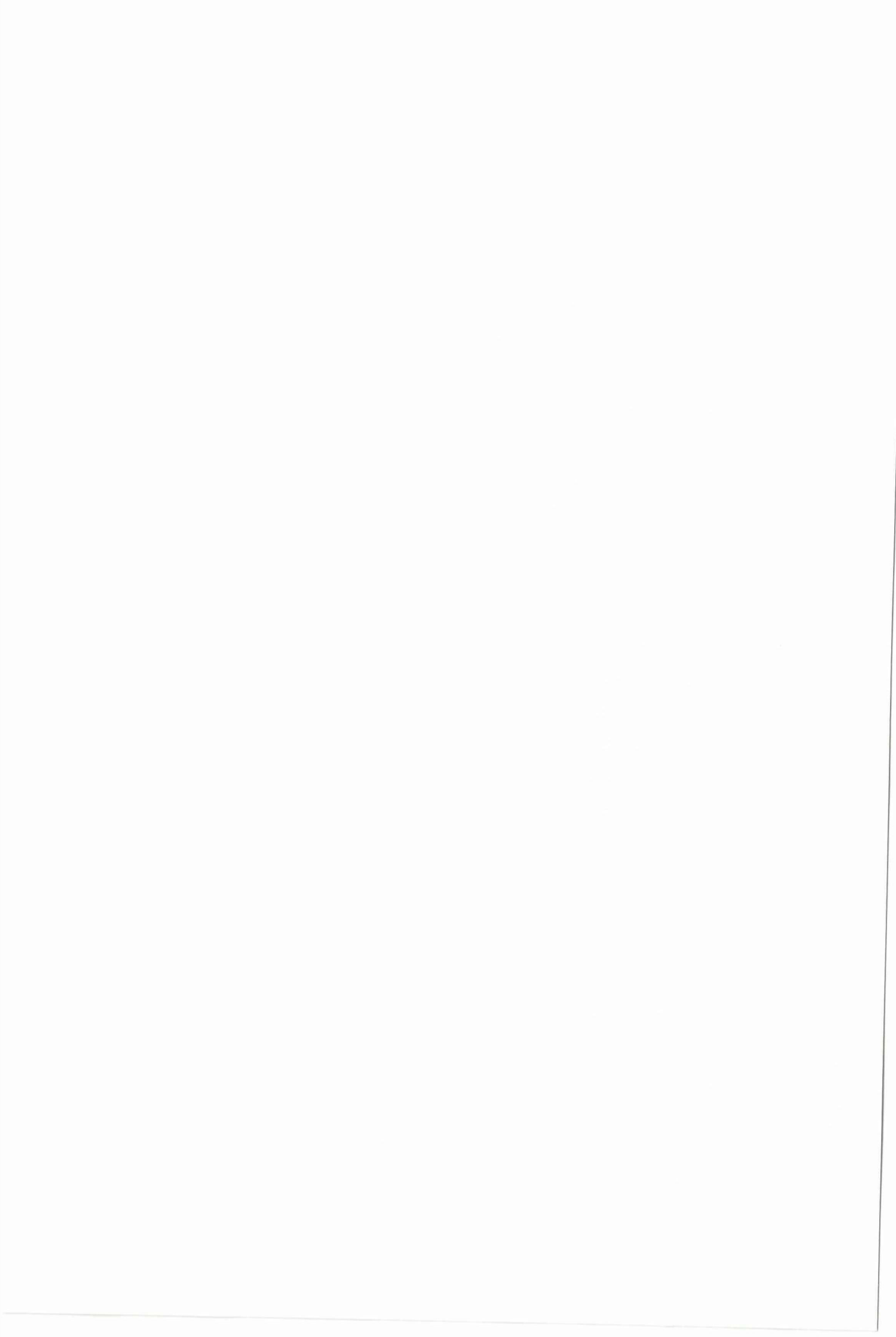
- Color: rojo puro.
- Botón: grande.
- Tamaño del botón: 5,5 cm.
- Número de pétalos: 48.
- Longitud del tallo: 70 -90 cm.
- Producción (tallos/planta/mes): 1.3
- Vida en florero: 13 -15 días.

(Rosen Tantau. 2003).

1.5.2. Necesidades Medio Ambientales

1.5.2.1. Temperatura

Se puede decir que el rosal es una planta exigente en temperaturas elevadas, que varían según el estado vegetativo en que se encuentre. Su fase crítica es el inicio y



crecimiento de los brotes, en donde la falta de temperatura puede originar tallos ciegos y botones florales deformes.

Con temperaturas superiores a los 45 °C la planta sufre daños no siendo aconsejable superar a los 30 °C ya que provocan alteraciones fisiológicas negativas para el cultivo. Las optimas, que dependen de la iluminación existente, se sitúan por los 21 – 24 °C durante el día y de 15 – 16°C durante la noche, aunque hay algunos cultivares que se desarrollan bien a temperaturas de 13°C.

La temperatura del suelo influye notablemente, así un nivel de la temperatura del suelo de 17,5 °C aumenta la longitud del tallo y disminuye el crecimiento radicular; con 22,6°C las raíces tienen aproximadamente la mitad de diámetro que las que han crecido a 13,5 °C (DAZA, R. 1989)

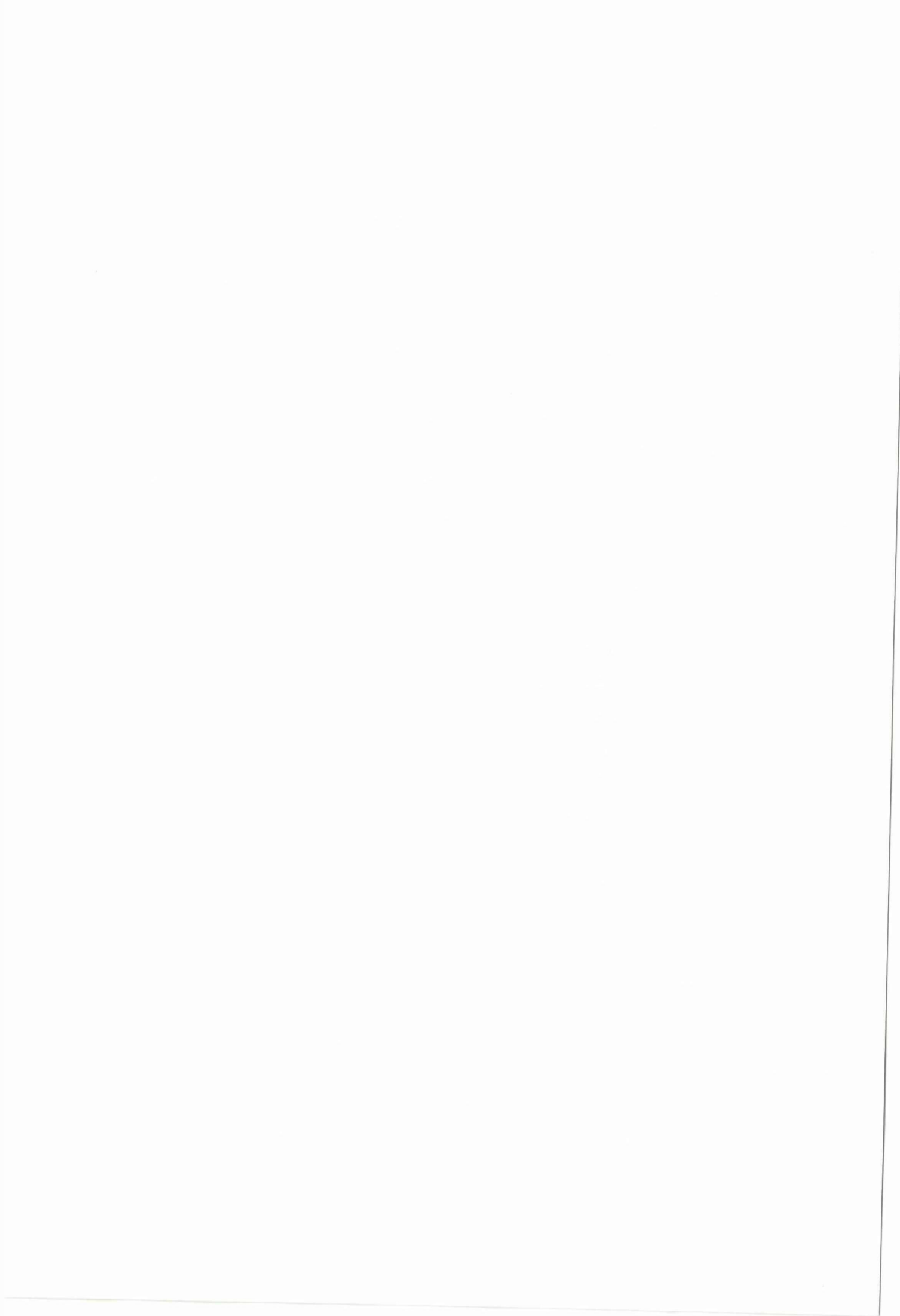
1.5.2.2. Humedad relativa

Durante el periodo de brotación de las yemas y crecimiento de los brotes, es aconsejable una humedad relativa alta (80-90%) a fin de estimular el crecimiento, para posteriormente estabilizarla a valores del 70-75%.

Una caída de la humedad relativa por debajo del 60% puede ocasionar ciertos desarreglos fisiológicos en determinados cultivares: deformación de botones, hojas menos desarrolladas, vegetación pobre, caída total de hojas... Por el contrario, humedades relativas altas pueden ser causa de desarrollo de enfermedades (Botrytis..) (DAZA, R. 1989).

1.5.2.3. Iluminación

La luz es un factor impredecible para llevar adelante una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos en las plantas, pero sin duda el más importante de todos es la fotosíntesis. Una característica muy importante es su efecto en la transpiración de las plantas al intervenir en la apertura de estomas, facilitando el



intercambio de gases que se dan en la fotosíntesis y en la respiración celular (PADILLA, W. 1999).

1.5.2.4.Suelo

El rosal no es especialmente exigente en suelos, prefiriendo suelos mediante compactos a un suelo muy ligero, fértiles, frescos y con un moderado contenido en caliza activa, no mas del 10%.

El pH óptimo se sitúa entre 6-7 para rosas injertadas sobre Rosa canina, y entre 7-7,5 para las injertadas sobre Rosa indica 'Mayor'.

Respecto a la salinidad, aunque el rosal se considera una planta de mediana resistencia, con una tolerancia máxima de 3 ds/m en el suelo, un exceso de sales totales produce una reducción de los rendimientos. El exceso de sales se suele manifestar en la planta mediante quemaduras en el borde de las hojas (TESI, R. 1989).

1.5.2.5. Riego

Si el cultivo de rosas es sometido a condiciones de baja humedad en el suelo, la planta manifiesta una brotación menos vigorosa y mas lenta, se reduce la superficie foliar y se acentúan los problemas mas lenta, se reduce la superficie foliar y se acentúan los problemas por exceso de sales y los desequilibrios nutricionales. Frecuentes periodos de sequia causan defoliaciones generando raíces largas, débiles y ramificadas, con abundante cabellera radicular en el extremo. Por el contrario excesos de agua originan amarillez en hojas y caída de estas en la base de la planta, raíces muy deterioradas, con pocas ramificaciones y escasa cabellera radicular (TESI, R. 1989).

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. No specific content can be transcribed.]

Para FERRER, F y SALVADOR, P.J. (1986) la dosis de riego debe estar comprendida entre 10-15 l/m² según textura del suelo, lo que nos lleva a aplicar de 50 a 60 riegos al año.

1.5.3. Fertirrigación

La fertirrigación permite suministrar a las plantas los nutrientes en los momentos en que estas lo necesitan y en la proporción y cantidades específicas que estas requieren en las diferentes etapas de su ciclo, esto es desarrollo de plántulas, floración (PADILLA, W. 1999).

La fertilización con líquidos es ahora el método más común de abastecer los nutrientes a las plantas de rosas de invernaderos; las aplicaciones se hacen con proporciones precisas de la solución concentrada, a través de los sistemas automáticos de aspersión o riego.

Las cantidades de los diferentes elementos utilizados en las soluciones concentradas se puede variar utilizando análisis de suelos y foliares como guías, de modo que las plantas estén siempre expuestas a un nivel relativamente constante de nutrientes en el suelo (BAILEY, D. 1999) (FAINSTEIN, R. 1998).

Actualmente la fertilización se realiza a través de riego por goteo, teniendo en cuenta el abonado de fondo aportado, en caso de haberse realizado (TAMAYO, I).

1.6. Asimilación de nutrientes minerales

1.6.1. Asimilación de nitrógeno

Las plantas superiores son organismos autotróficos que pueden sintetizar sus componentes moleculares orgánicos a partir de nutrientes inorgánicos obtenidos del medio ambiente. Para muchos nutrientes minerales, este proceso involucra la

absorción por las raíces desde el suelo y la incorporación en compuestos orgánicos que son esenciales para el crecimiento y desarrollo. Esta incorporación de nutrientes minerales en sustancias orgánicas tales como pigmentos, enzimas, cofactores, lípidos, ácidos nucleicos o aminoácidos se denomina asimilación de nutrientes.

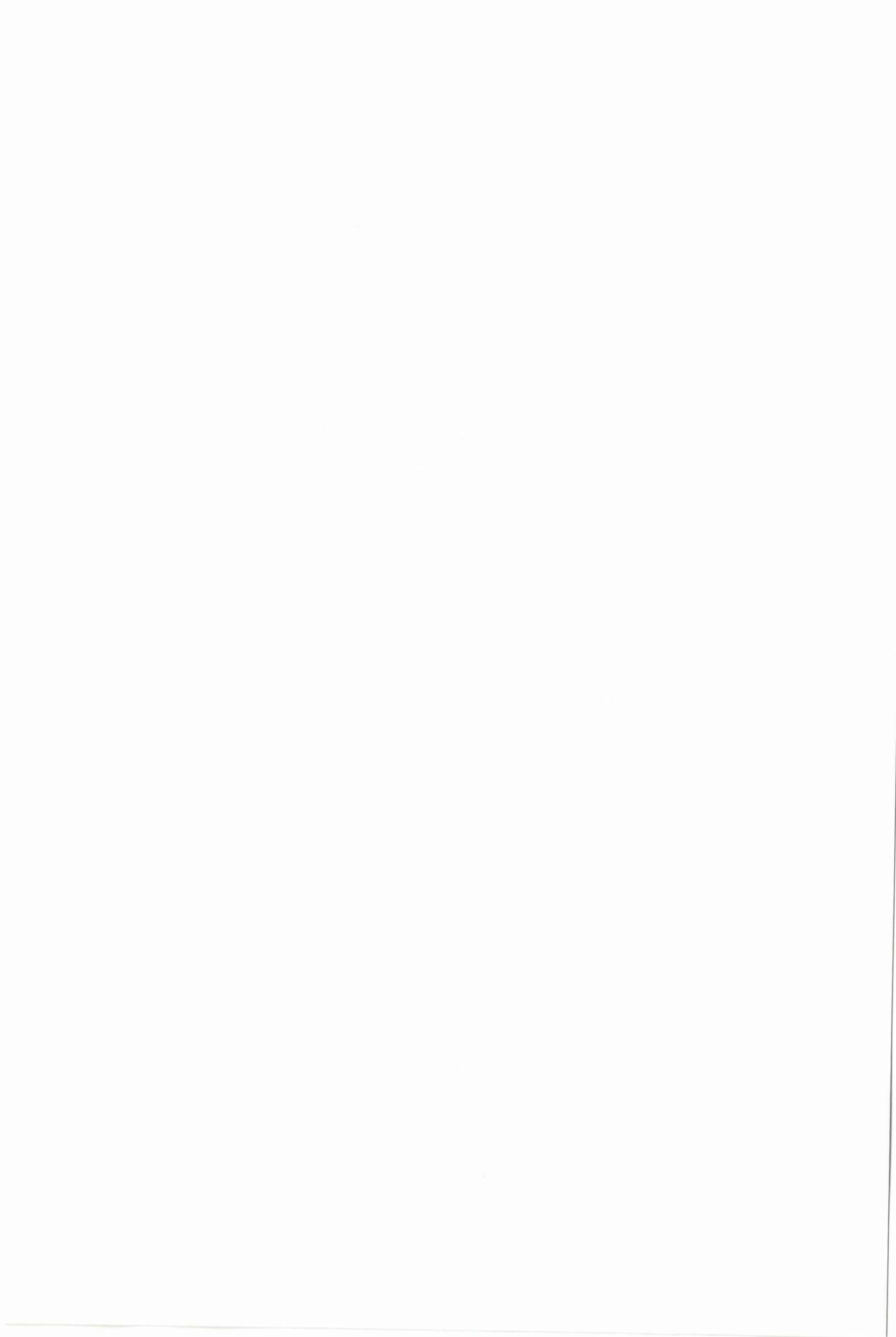
La asimilación del nitrógeno requiere una serie compleja de reacciones bioquímicas con un alto costo energético. En la asimilación del nitrato (NO_3^-), el nitrógeno del NO_3^- es convertido en una forma de energía superior, nitrito, (NO_2^-), luego en una mayor forma de energía, amonio, (NH_4^+) y finalmente en nitrógeno amídico en la glutamina. Este proceso consume 12 equivalentes de ATPs por molécula de nitrógeno. Por otra parte, las leguminosas que presentan una forma simbiótica con bacterias que transforman el nitrógeno atmosférico (N_2) en amonio; proceso denominado, fijación biológica del nitrógeno junto con la subsecuente asimilación del amonio en los aminoácidos, consume 16 ATPs por nitrógeno.

La mayoría de los compuestos presentes en las células vegetales contienen nitrógeno, tales como: aminoácidos, nucleósidos fosfatos, componentes de fosfolípidos, clorofila. Solamente el oxígeno, carbono, y el hidrógeno son elementos más abundantes en las plantas que el nitrógeno. La mayoría de los ecosistemas naturales y agrícolas, al ser fertilizados con nitrógeno inorgánico, muestran importantes incrementos en la productividad, poniendo en evidencia la importancia de este elemento (TAIZ, L Y ZEIGER, E. 2006).

1.6.1.1. Asimilación del nitrato

Las plantas asimilan la mayor parte del nitrato absorbido por sus raíces en compuestos orgánicos nitrogenados. La primera etapa de este proceso es la reducción de nitrato a nitrito en el citoplasma. La enzima nitrato reductasa (NR) cataliza la siguiente reacción:



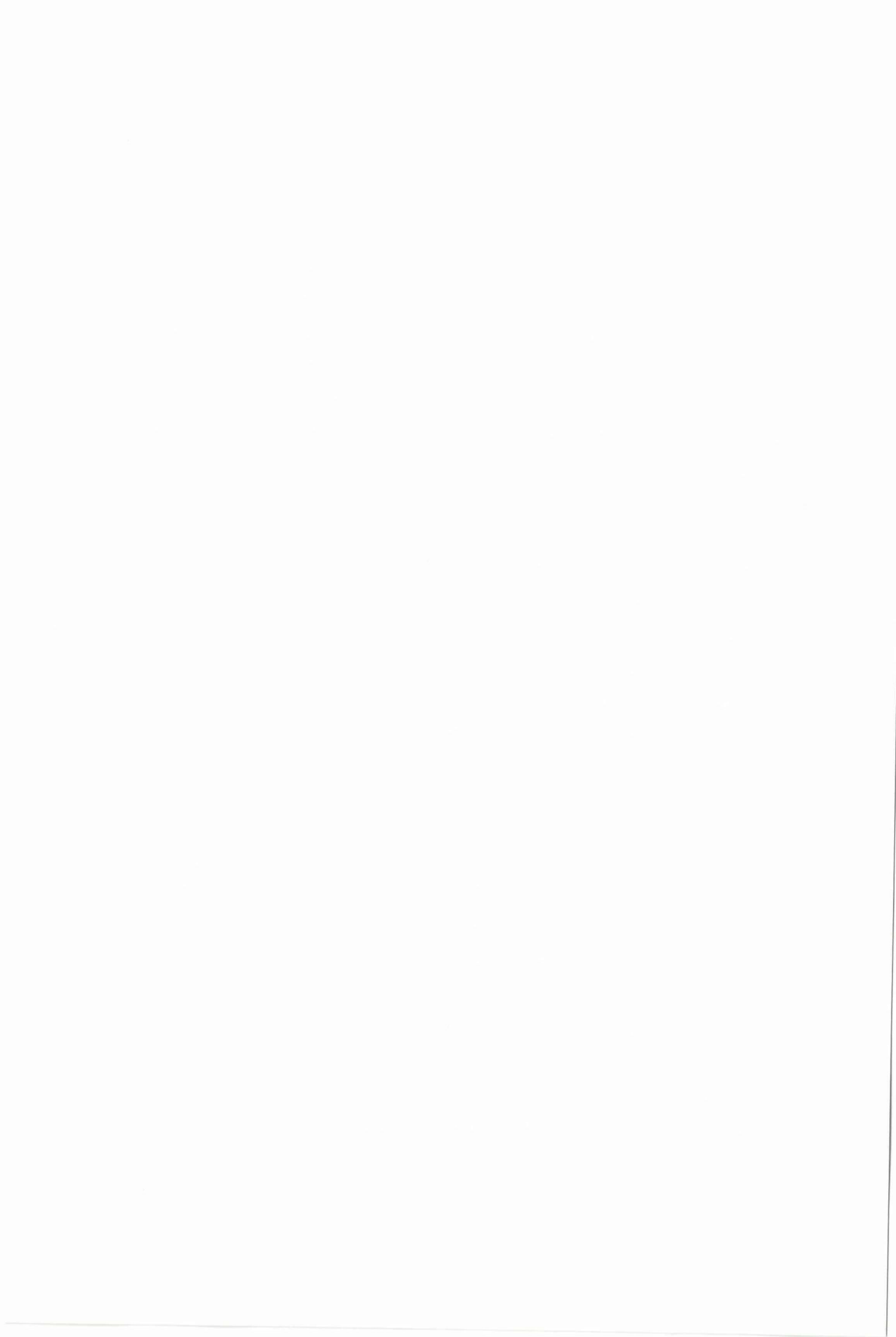


$$\Delta G = - 34.2 \text{ Kcal/mol}; \Delta E = 0.74 \text{ voltios}$$

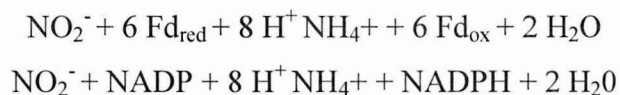
En la que se observa un gran cambio de energía libre bajo condiciones estándar, siendo una reacción irreversible. La NR – NADPH (Ec. 1.6.6.1) está presente en las plantas superiores y en algas, las formas NAD(P)H se encuentran en algas, hongos y plantas superiores y la forma específica de NADPH se encuentra en hongos. En las hojas la NR es NADH dependiente, mientras que en la raíz existen dos formas NADH y NADPH dependientes. La nitrato reductasa cataliza el primer paso de la asimilación del nitrato en todos estos organismos, el cual parece ser el proceso que limita la adquisición de N en la mayoría de los casos, siendo esta enzima regulada por el NO_3^- y la luz entre otros factores.

La enzima NR es un homodímero compuesto de 2 subunidades idénticas de 100 kDa aproximadamente cada una, conteniendo cada subunidad tres grupos prostéticos: un equivalente de FAD (flavina adenina dinucleótido), hemo-Fe y un complejo de Molibdeno (Mo) . El molibdeno está unido a la enzima por un complejo orgánico llamado pterina formando el Mo-molibdoterina (Mo-MPT). En consecuencia, la enzima contiene tres cofactores internos: FAD, hemo y MPT y dos iones metálicos: Fe y Mo en cada subunidad. Durante el recambio catalítico el FAD, el Fe y el Mo son cíclicamente reducidos y oxidados, de manera que la NR existe en formas reducidas y oxidadas. Los potenciales redox para el FAD, hemo-Fe y Mo-MPT son -272 a -287 mV, -123 a -174 mV y -25 a 15 mV, respectivamente. Este patrón redox es consistente con un flujo de electrones, dentro de la enzima desde el NADH con un potencial redox de -320 mV hasta el sitio activo donde se reduce el NO_3^- con un potencial redox de $+ 420$ mV. Por lo que, la NR es una proteína soluble que cataliza una reacción redox, involucra una cadena transportadora de electrones y tiene dos sitios activos físicamente separados, uno para el NADH para reducir el FAD al comienzo de la cadena transportadora de electrones y uno para reducir el nitrato por la MO-MPT.

Dado que el nitrito formado es altamente reactivo, siendo un ión potencialmente tóxico, las células vegetales lo transportan inmediatamente después de ser generado por la reducción del nitrato desde el citoplasma a los cloroplastos en las



hojas, y a los plástidos en las raíces. En estas organelas la enzima nitrito reductasa reduce el nitrito a amonio, siendo la reacción que cataliza:



Donde Fd indica ferredoxina reducida (red) y oxidada (ox). La ferredoxina reducida deriva del transporte de electrones de la fotosíntesis en los cloroplastos y el NADPH generado por la vía oxidativa de las pentosas fosfatos en los tejidos no fotosintéticos.

La nitrito reductasa es una proteína simple de 63 Kda y contiene dos grupos prostéticos, un complejo de Fe-S (Fe_4S_4) y un grupo hemo especializado. Experimentos cinéticos sugieren que el par Fe_4S_4 -hemo de la enzima se unen al nitrito y lo reducen directamente a amonio (TAIZ, L Y ZEIGER, E. 2006).

1.6.1.2. Asimilación de amonio

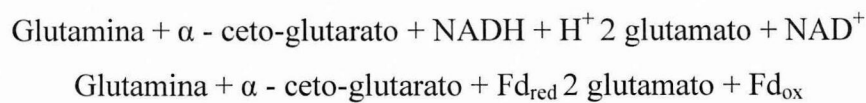
Las células vegetales evitan la toxicidad del amonio incorporándolo rápidamente en los esqueletos carbonados para formar aminoácidos. El paso primario de esta incorporación involucra las acciones secuenciales de la glutamina sintetasa y la glutamato sintetasa. La glutamina sintetasa (GS) combina el amonio con glutamato para formar glutamina:



Esta reacción requiere la hidrólisis de un ATP e involucra cationes divalentes como el Mg^{2+} , Mn^{2+} o Co^{2+} como cofactores. La GS tiene un peso molecular de 350 kDa y está compuesta por 8 subunidades aproximadamente idénticas. La GS tiene una alta afinidad por el NH_4^+ siendo la K_m de 3-5 μM . Las plantas contienen dos clases de GS, una en el citoplasma y otra en los plástidos de las raíces o en los cloroplastos de tallos y hojas. Las formas citosólicas son expresadas durante la germinación de las semillas o en las células vasculares de raíces y tallos y producen glutamina para el transporte intracelular de nitrógeno.

[The page contains extremely faint, illegible text that appears to be bleed-through from the reverse side of the paper. No specific content can be transcribed.]

La GS en los plástidos de raíces genera nitrógeno amídico para su consumo; mientras que la GS de los cloroplastos de los tallos reasimila el NH_4^+ producido por fotorespiración. Al aumentar el nivel de glutamina aumenta la actividad de la glutamato sintasa (también conocida como glutamina 2 - oxoglutarato aminotransferasa, o GOGAT). Esta enzima transfiere el grupo amida de la glutamina al α - ceto glutarato, dando 2 moléculas de glutamato. Las plantas contienen dos tipos de GOGAT, una que acepta los electrones del NADH, la otra acepta electrones de la ferredoxina:

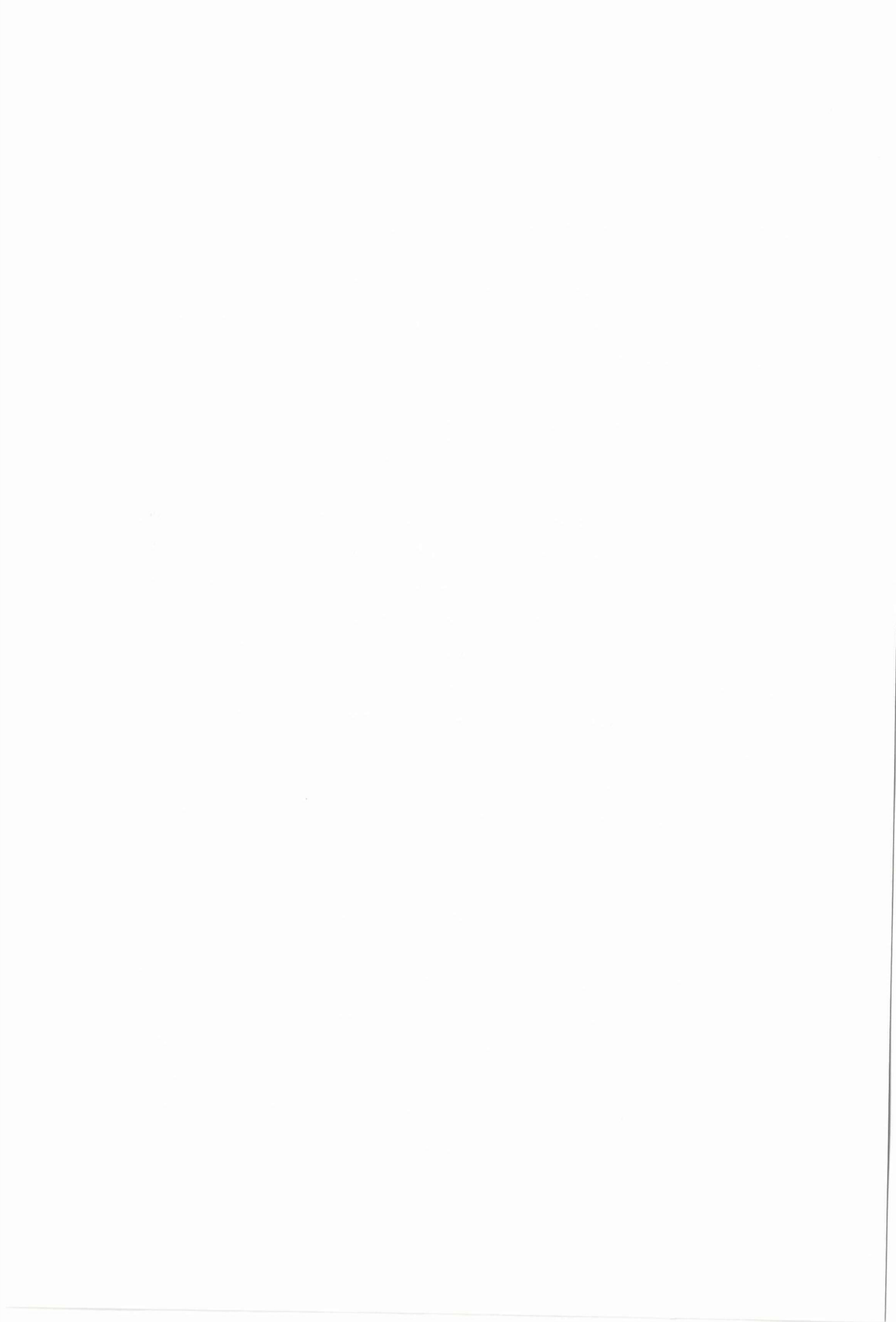


La NADH-GOGAT está ubicada en los plástidos de los tejidos no fotosintéticos tales como las raíces o las células vasculares de hojas en desarrollo. En las raíces la NADH - GOGAT, está involucrada en la asimilación del NH_4^+ absorbida desde la rizosfera; en las células vasculares de las hojas en desarrollo la NADH - GOGAT asimila la glutamina translocada desde las raíces o de las hojas senescentes. La Fd - GOGAT se encuentra en los cloroplastos, tiene una masa molecular de 165 kDa y participa del metabolismo del nitrógeno de la fotorespiración.

Otra enzima que participa en la asimilación del amonio es la glutamato deshidrogenasa (GDH), la cual cataliza una reacción reversible, sintetiza o desamina el glutamato:



La forma NADH dependiente se encuentra en la mitocondria y la NADPH dependiente está ubicada en los cloroplastos de los órganos fotosintéticos. Aunque ambas formas son relativamente abundantes, sus roles específicos aún no han sido resueltos. Se sabe que la GDH no puede sustituir las reacciones GS - GOGAT para la asimilación del amonio y que la función primaria de la GDH es la desaminación del glutamato (TAIZ, L Y ZEIGER, E. 2006).



1.6.2. Asimilación de fosfato

El fosfato (HPO_4^{2-}) del suelo es absorbido por las raíces de las plantas a través de un transportador simporte $\text{H}^+/\text{HPO}_4^{2-}$ e incorporado a diferentes compuestos orgánicos, incluidos azúcares fosfato, fosfolípidos y nucleótidos. El principal punto de entrada del fosfato en las rutas de asimilación es la formación de ATP, la «moneda energética» de la célula. En la reacción global de este proceso, se añade fosfato inorgánico al segundo grupo fosfato de la adenosina difosfato (ADP) para formar un enlace éster fosfato.

En la mitocondria, la energía que dirige la síntesis de ATP procede de la oxidación del NADH por fosforilación oxidativa. La síntesis de ATP también está dirigida por la fotofosforilación que se produce en los cloroplastos. Además de estas reacciones en la mitocondria y en los cloroplastos, el fosfato se asimila en reacciones que tienen lugar en el citoplasma, a nivel de sustrato.

La glicólisis incorpora el fosfato inorgánico al ácido 1,3-bisfosfoglicérido, formando un grupo acilfosfato de gran energía. Este fosfato puede ser cedido al ADP para formar ATP, en una reacción de fosforilación a nivel de sustrato. Una vez incorporado en el ATP, el grupo fosfato puede ser transferido a través de diversas reacciones para formar los diferentes compuestos fosforilados presentes en las células de las plantas superiores (TAIZ, L Y ZEIGER, E. 2006).

1.6.3. Asimilación de potasio

La planta absorbe el potasio iónico (K^+) presente en las soluciones del suelo o fijado sobre el complejo absorbente. La absorción radicular se hace por mecanismos de difusión y, debido a su baja carga y pequeño radio iónico, se efectúa con facilidad. Pueden, incluso, absorberse cantidades de K superiores a las necesidades de la planta originando lo que se denomina «consumo de lujo», según esto, la planta puede absorber cantidades elevadas de potasio sin que se

observen aumentos de rendimientos significativos respecto a los obtenidos con menores cantidades de potasio absorbido (PEDRO URBANO TERRÓN. 1992).

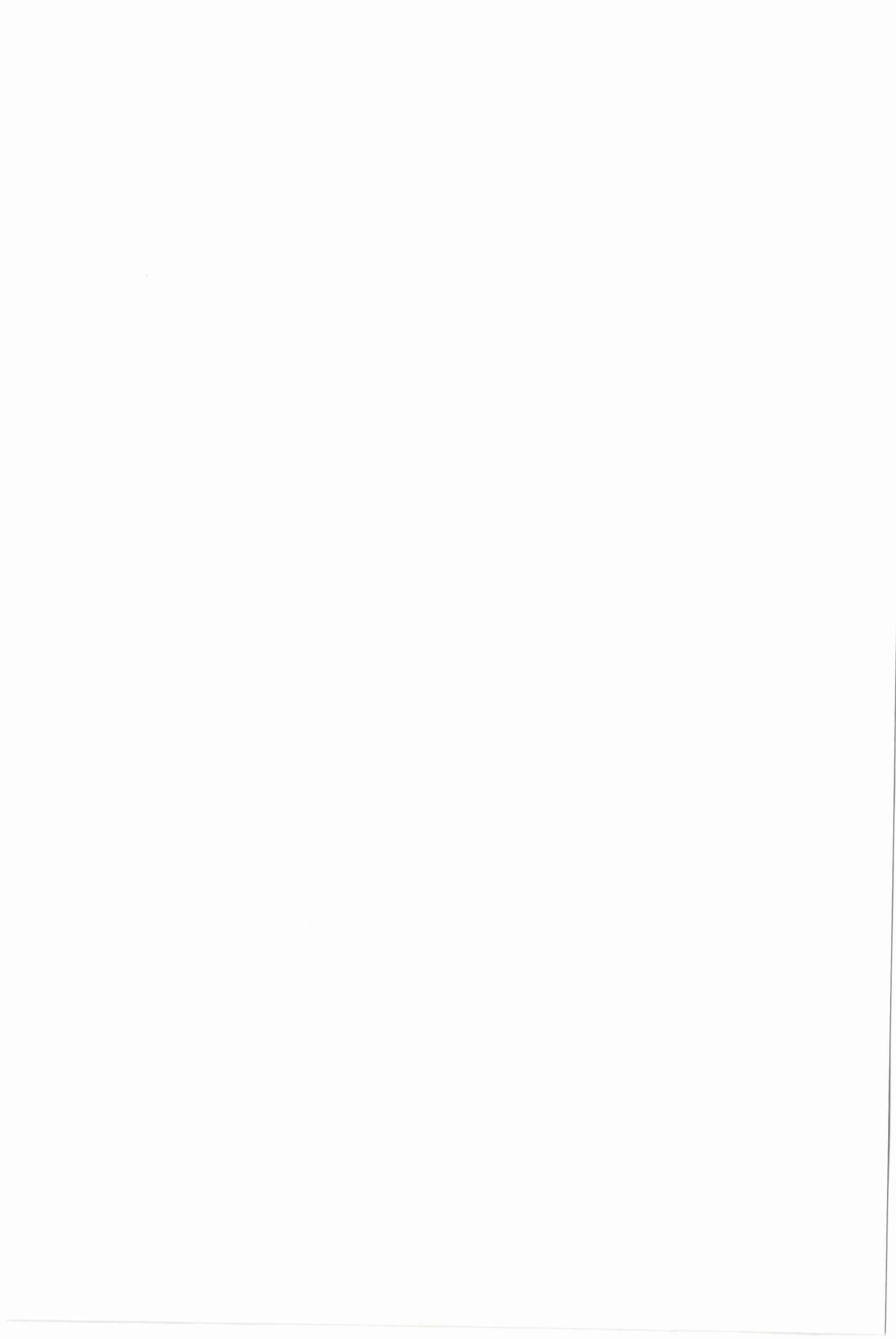
Las membranas celulares tienen poca permeabilidad para el potasio, a pesar de esto, es absorbido por las plantas en grandes cantidades. El potasio requerido por las plantas es transportado hasta la raíz por tres mecanismos: contacto, flujo de masas y difusión. Se calcula que menos del 10% del requerimiento de este nutriente es absorbido por intercambio con la micelia coloidal. El flujo de masas solo aporta una parte que depende de la concentración de potasio y del agua transpirada por la planta. La mayor parte del K se absorbe por difusión; el gradiente de concentración que es generado por la raíz en la solución del suelo (BARBER, S.A. 1961).

Las cantidades absorbidas por la planta son muy variables y dependen tanto del contenido de K cambiante en el suelo como del de otros cationes, calcio, magnesio y sodio, principalmente.

El calcio y el magnesio presentan un claro efecto antagonista respecto al potasio que puede dar lugar a situaciones de deficiencia potásica por exceso de calcio activo o de magnesio asimilable. La situación concreta también puede presentarse con el magnesio: un exceso de potasio origina situaciones de hipomagnesemia, con trastornos importantes.

Con el sodio, al contrario, pueden darse situaciones de sustitución. En deficiencia de K^+ , la planta puede absorber Na^+ , aunque esta sustitución solo tendrá efecto en el aspecto fisicoquímico de ambos cationes (turgencia, hidratación, presión osmótica, etc.), pero no en los aspectos biológicos que señalamos mas adelante.

Según la condiciones, las plantas pueden llegar a absorber cantidades muy importantes de potasio que alcanzan, incluso, el 1 % de la materia seca. (PEDRO URBANO TERRÓN. 1992).



1.6.4. Asimilación de calcio

El calcio es absorbido por la planta en forma de ión Ca^{2+} . El calcio presenta una alta densidad de carga neta en su superficie, lo que le permite unirse a las moléculas de agua, es decir, como ión hidratado se absorbe con más lentitud que un catión monovalente (SALISBURY Y ROSS, 1994; WHITE Y DAVENPORT, 2002), por lo cual la entrada de Ca^{2+} a la célula es exclusivamente por medio de canales en la membrana. Según White (2001) el movimiento del calcio en la raíz se da primero por vía apoplasto hasta llegar a las células endodermales y cuando los iones de Ca^{2+} no pueden superar la barrera física de la endodermis por dicha vía, entran a las células por medio de canales que les permiten continuar el trayecto hasta el xilema; sin embargo, la movilidad a través del simplasto sigue siendo restringida por las concentraciones bajas de Ca^{2+} , inhibiendo así las corrientes citoplasmáticas de dicho catión (THULEAU *ET AL.*, 1998). En la raíz, la permeabilidad de las células endodermales al Ca^{2+} varía según el estado de maduración que presenten.

Estados inmaduros son muy permeables al paso de Ca^{2+} , pero en la medida en que haya acumulación de polímeros de suberina alifática, lignina y carbohidratos en el interior de las paredes circundantes de las células se genera una baja permeabilidad al calcio y otros solutos (WHITE, 2001); así, el máximo reparto del calcio hacia el xilema se da en la zona apical de la raíz. Cuando el elemento ya ha sido absorbido por las raíces es transportado hacia las hojas en el interior de la planta a lo largo de la corriente de transpiración a través de los vasos xilemáticos (SALISBURY Y ROSS, 1994). Así, el proceso para que el calcio pueda moverse mejor en el xilema es el intercambio con grupos moleculares cargados negativamente, como las pectinas y ligninas (CARDONA, 2002). El movimiento del calcio en la planta se da exclusivamente por la corriente xilemática desde las raíces hacia órganos como las hojas y frutos. Las hojas, en comparación con los frutos, presentan una mayor tasa de transpiración y, por tanto, la llegada de Ca^{2+} es mayor en dichos tejidos y menor en los frutos (MARSCHNER, 1986).



Las concentraciones de calcio en las hojas normales, recientemente maduras será del 1.0% al 5.0%. Las deficiencias, sin embargo, pueden ocurrir de manera temporal bajo ciertas condiciones ambientales. Además, la absorción de calcio puede ser afectada por otros iones como el NH_4 , Mg y K. Estos cationes pueden competir con el Ca en la absorción por la raíz. Para evitar la competencia los cationes mencionados no deben ser suministrados en exceso a lo que se necesita por la planta (Sabelotodo.org).

1.6.5. Asimilación de magnesio.

El magnesio es muy móvil en el suelo, llega hasta la raíz principalmente por difusión pero también por flujo en masa. La planta lo absorbe como (Mg^{2+}) . La cantidad de magnesio que se mueve por difusión está relacionada con la intensidad del elemento en la solución del suelo, con las propiedades físicas (textura, porosidad), temperatura, humedad del suelo, pH y la capacidad de intercambio catiónico (Quiminet. 2007).

La asimilación de magnesio no sólo depende de la cantidad de magnesio soluble en la solución del suelo, sino también de la abundancia de otros cationes. Estos cationes, que son el Ca^{2+} , K^+ , Na^+ y NH_4^+ generan y están en competencia con el Mg^{2+} . Los altos niveles de Ca^{2+} , por ejemplo, pueden reprimir la asimilación de magnesio en diferentes órganos de la planta. (Kali. 2010).

Sus síntomas de deficiencia aparecen primero en hojas inferiores (viejas) debido a la alta movilidad del elemento dentro de la planta. Se presentan inicialmente como una leve decoloración amarillenta, pero las nervaduras permanecen verdes (quiminet 2007).

1.7. Silicio

El Silicio (**Si**) es el segundo elemento más abundante y disperso en la corteza de la Tierra, la Luna y Marte, después del Oxígeno (O_2). En la corteza terrestre,

excepto las formas inertes-cristalinas e insolubles del silicio; cuarzo, arena, cristales-minerales, zeolitas, en la naturaleza se encuentran formas biogeoquímicas activas de silicio, en la solución del suelo, como las derivadas del ácido silícico; monómeros, *ortosilícico*, H_4SiO_4 y *metasilícico*, H_2SiO_3 , dímeros, trímeros, polímeros, coloides, agregados coloidales y el silicio amorfo sin estructura cristalina (Quero E, 2008).

1.7.1. Funciones del silicio en el suelo

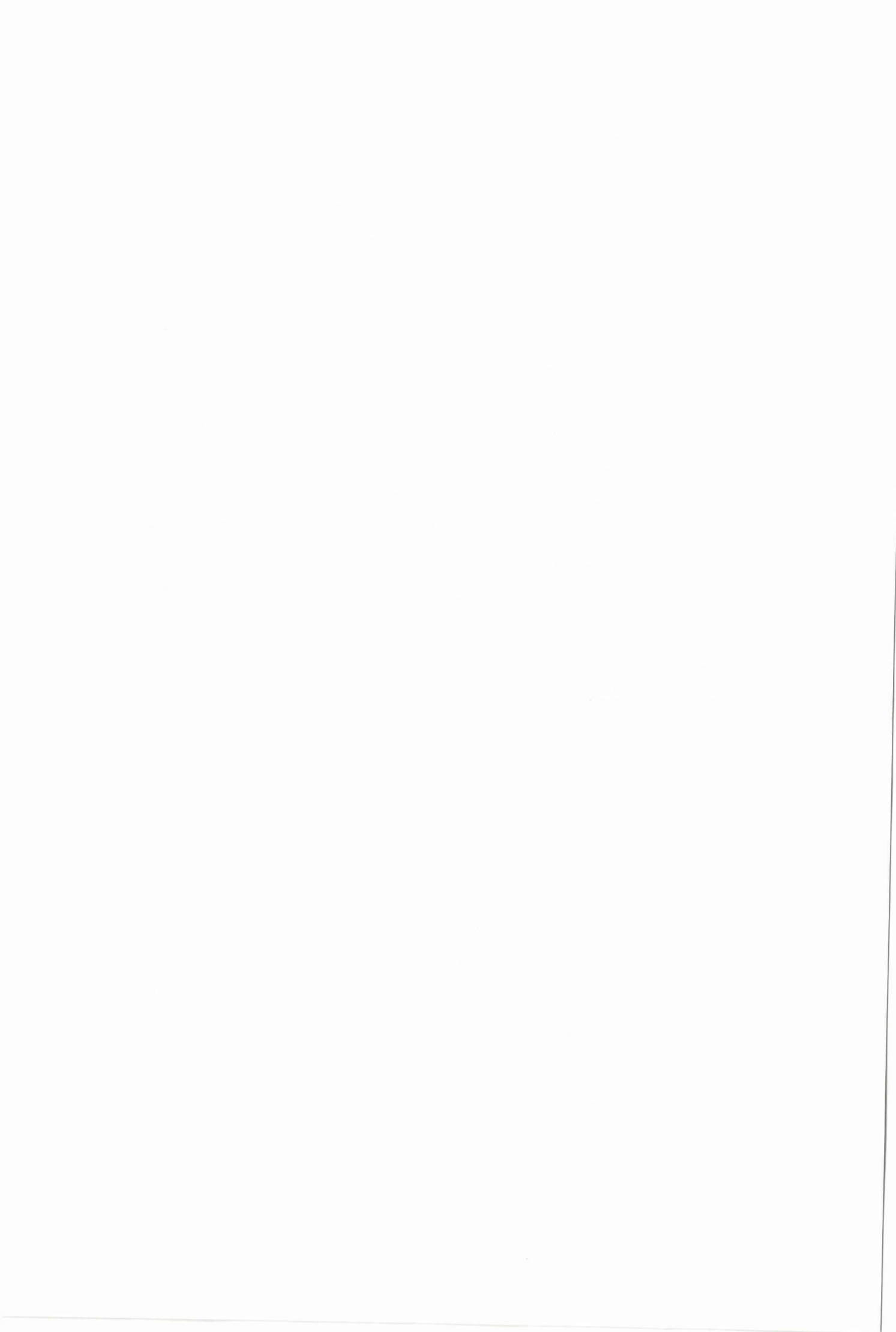
Los suelos, dependiendo de la Capacidad de Intercambio Catiónico que posean, pueden adsorber los nutrientes en las cargas eléctricas de los coloides, unos con mayor o menor fuerza de adsorción, dificultando en algunos casos su absorción por las plantas. Para lograr que los nutrientes entren a la Solución del suelo, el Silicio se intercambia con éstos, quedando (el Silicio) adherido a los coloides, liberándolos y permitiendo de ésta manera que queden disponibles para las plantas. Al aplicarse fertilizantes como fuentes de Fósforo, una gran cantidad de este no alcanza a ser tomado por las plantas, presentándose en el suelo reacciones que insolubilizan el fósforo, siendo las siguientes las más comunes:

- Precipitación mediante la reacción del ión fosfato con los iones de Fe, Al y Mn solubles (suelos ácidos), y con iones de Ca (suelos básicos) formando fosfatos insolubles, la cual es una reacción bastante rápida así:



- Fijación mediante óxidos hidratados al reaccionar el ión fosfato con óxidos hidratados insolubles como la limonita y goethita así: $Al(OH)^{+3} + H_2PO_4^-$ (soluble) = $Al(OH)_2 H_2PO_4$ (insoluble) + OH^-

- Adsorción directa del ión fosfato al complejo coloidal: Suelo]-2OH + $H_2PO_4^-$ = suelo] -2 $H_2PO_4^-$ + OH^- . En esta situación el anión de P es extremadamente susceptible de precipitar posteriormente con algún catión (Al,Fe,Mn,Ca,Mg) presente en la solución del suelo.



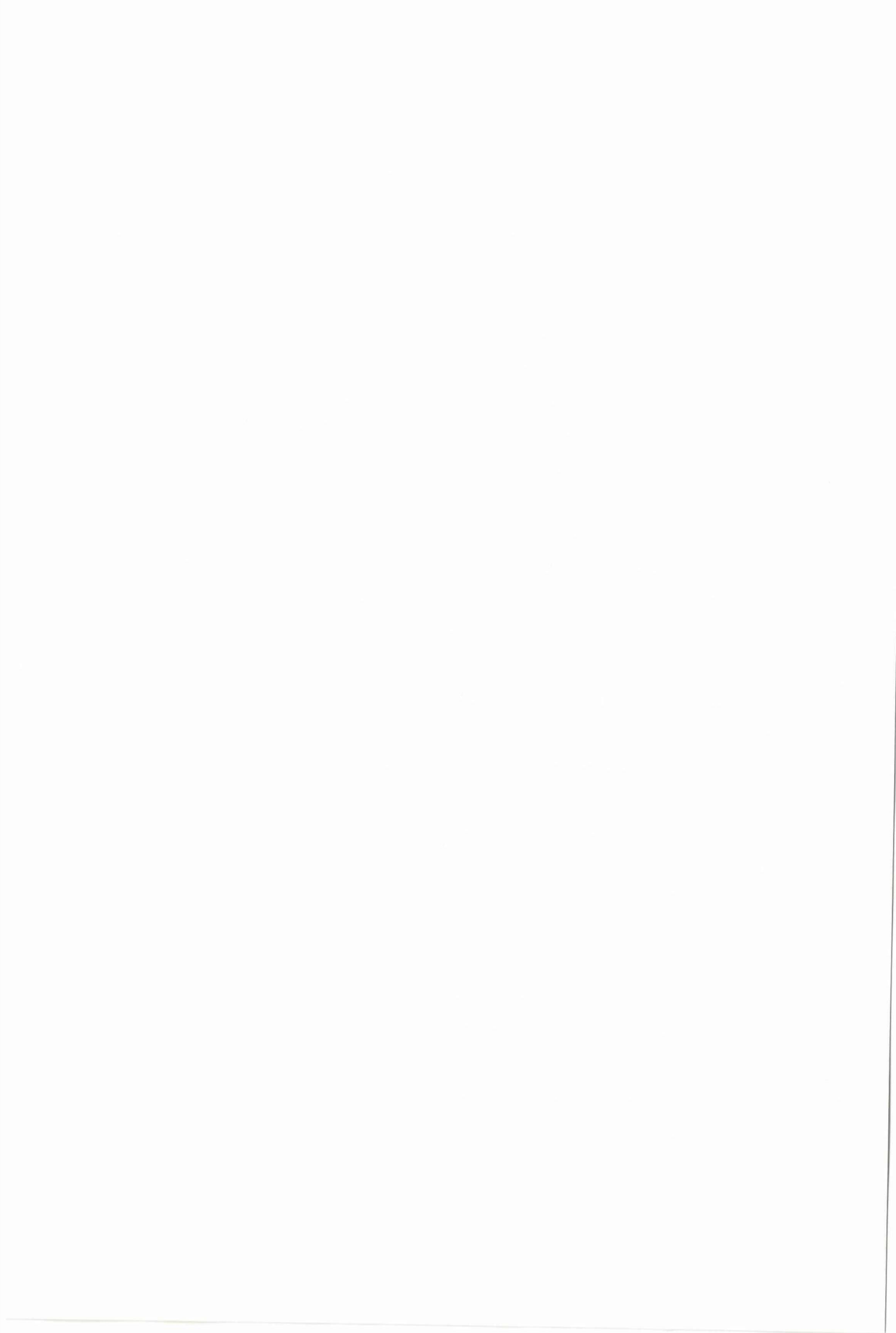
- Adsorción a través de un “puente” con un catión de intercambio: $\text{Suelo]Ca} + \text{H}_2\text{PO}_4^- = \text{suelo]Ca-H}_2\text{PO}_4$. Esta opción es muy frágil y fácilmente puede derivar en una precipitación posterior, en éste caso fosfato de Calcio. El SiO_2 al hidrolizarse forma el ÁCIDO MONOSILÍCICO (H_4SiO_4), forma en que es absorbido el Silicio por las plantas, como se muestra en la siguiente reacción: $\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_4\text{SiO}_4$ Este ácido Monosilícico reacciona con los Fosfatos insolubles de Al, Fe, Mn y Ca, formándose silicatos de cada uno de ellos precipitándose y liberando el ión Ortofosfato para ser absorbido por las plantas de la siguiente manera. $2\text{FePO}_4 + \text{H}_4\text{SiO}_4 = \text{Fe}_2\text{SiO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$ El Silicio neutraliza mejor la toxicidad del Al en suelos ácidos que el encalado debido a que existen 5 posibles mecanismos de acción y el encalado solo tiene uno. Desafortunadamente la aplicación de cal fija el P y transforma el P-disponible en no disponible para la planta, siendo la aplicación del Silicio además de la anterior función, liberadora del P.

El Silicio aumenta la nutrición de P en las plantas de un 40 a 60% sin la aplicación de fuentes fosfatadas e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de un 100 a 200%, previniendo la transformación del P en compuestos insolubles. El Silicio, como mejorador del suelo, puede reducir la lixiviación de los nutrientes en los suelos arenosos, especialmente N y K, guardándolos en una forma disponible para la planta (AGROMIL S.A).

1.7.2. Efecto del Silicio en el sistema radicular.

Quero E, (2008), señala que, el silicio controla el desarrollo del sistema radicular, la asimilación y distribución de nutrientes minerales, incrementa la resistencia de la planta al estrés abiótico (alta y baja temperatura, viento, alta concentración de sales, metales pesados, hidrocarburos, etc.).

El silicio, hace que de los tallos baje oxígeno a la raíz llegando al aerenquima, oxidando de esta manera la rizosfera (zona aledaña a la raíz), logrando que el Fe y



el Mn reducido (forma en que lo toma la planta) se oxide, siendo esta forma poco absorbida por las plantas, evitándose una toma excesiva de estos elementos, que aunque son necesarios para las plantas, su abundancia puede volverlos tóxicos (Horna R, 2007).

1.7.3. Beneficios del silicio en el suelo

Según Quero E, (2007), el aporte de silicio a los suelos brinda una serie de beneficios, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Neutraliza la toxicidad del Aluminio.
- Optimización del pH.
- Activa la capacidad de intercambio catiónico y movilización de nutrientes.
- Tiene acción sinérgica con el Calcio, Magnesio, Hierro, Zinc y Molibdeno.
- Aumenta la nutrición con fósforo de un 40 a 60%.
- Promueve la transformación del fósforo no disponible para la planta en formas asimilables.
- Incrementa la eficiencia de fertilizantes en especial de los fosforados.
- Promueve la colonización por microorganismos simbióticos (bacterias y hongos).
- Promueve la colonización de las raíces por algas, líquenes, bacterias y micorrizas.

1.7.4. Formas de silicio en la planta

El Si es absorbido como ácido monosilícico o su anión. En la planta, el si es transportado de la raíz a las hojas en la corriente de agua ascendente en el xilema. El ácido monosilícico soluble puede penetrar a través de las membranas celulares en forma pasiva. Después de la absorción, el Si es transportado rápidamente a las hojas en la corriente de transpiración. El Si es concentrado en el tejido epidermal

[The page contains extremely faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. No specific content can be transcribed.]

como una fina capa de Si-celulosa en forma de membrana y está asociado con pectinas y iones de Ca. De esta manera, una doble capa cuticular puede proteger y reforzar mecánicamente las estructuras de la planta.

Al aumentar la concentración de Si en la savia, el ácido monosilícico se polimeriza. La naturaleza química del ácido monosilícico polimerizado ha sido identificada como gel de Si u ópalo biogénico, SiO₂ amorfo, hidratado con varias moléculas de agua. La reacción es una condensación con deshidratación gradual del ácido monosilícico y formación del ácido polisilícico.



Noventa por ciento del Si absorbido se transforma en diferentes tipos de fitolitos o estructuras que tienen Si-celulosa, representados por sílica amorfa (FERTILIZANTES DE CENTRO AMÉRICA [PANAMÁ], S.A. 2001-2004).

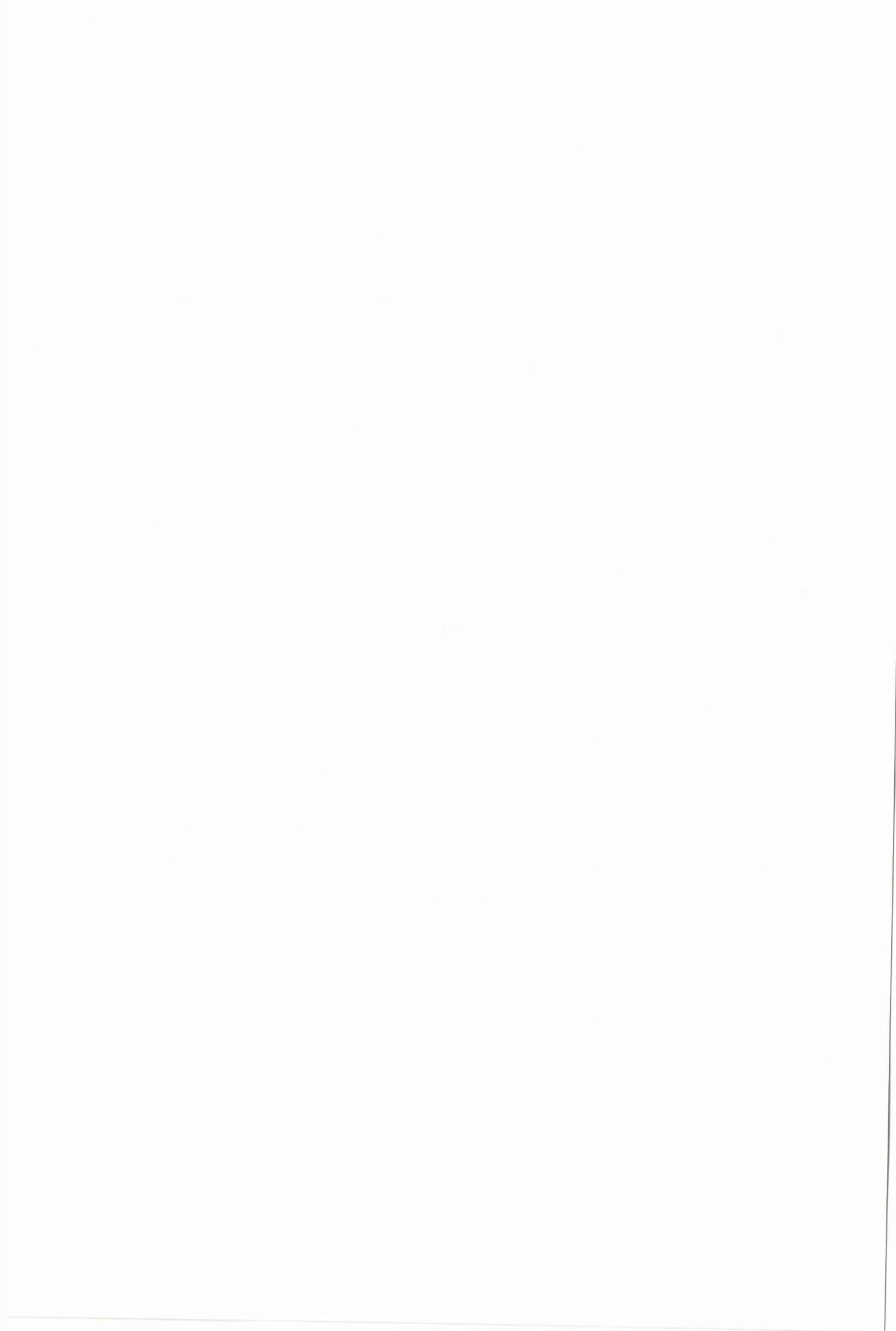
1.8. SIKLON

Ingrediente activo

Acido mono silícico.....350 g/l

SIKLON tiene un alto contenido de silicio en forma natural que es fundamental en la asimilación de fosforo, potasio, calcio, magnesio y hierro. El silicio por sus cargas químicas positivas disponible permite incrementar la conductividad eléctrica, por ende la productividad de sus cultivos hasta en un 30 %. Incrementa las defensas y la autoprotección (estimula la formación de tricomas) en la planta a enfermedades e insectos.

El silicio optimiza la fertilidad del suelo por su sinergia con la mayoría de los cultivos minerales en la producción de sus cultivos.



1.8.1. Aplicación de SIKLON

Aplicación al goteo y drench para todo tipo de cultivo

1.8.2. Dosis

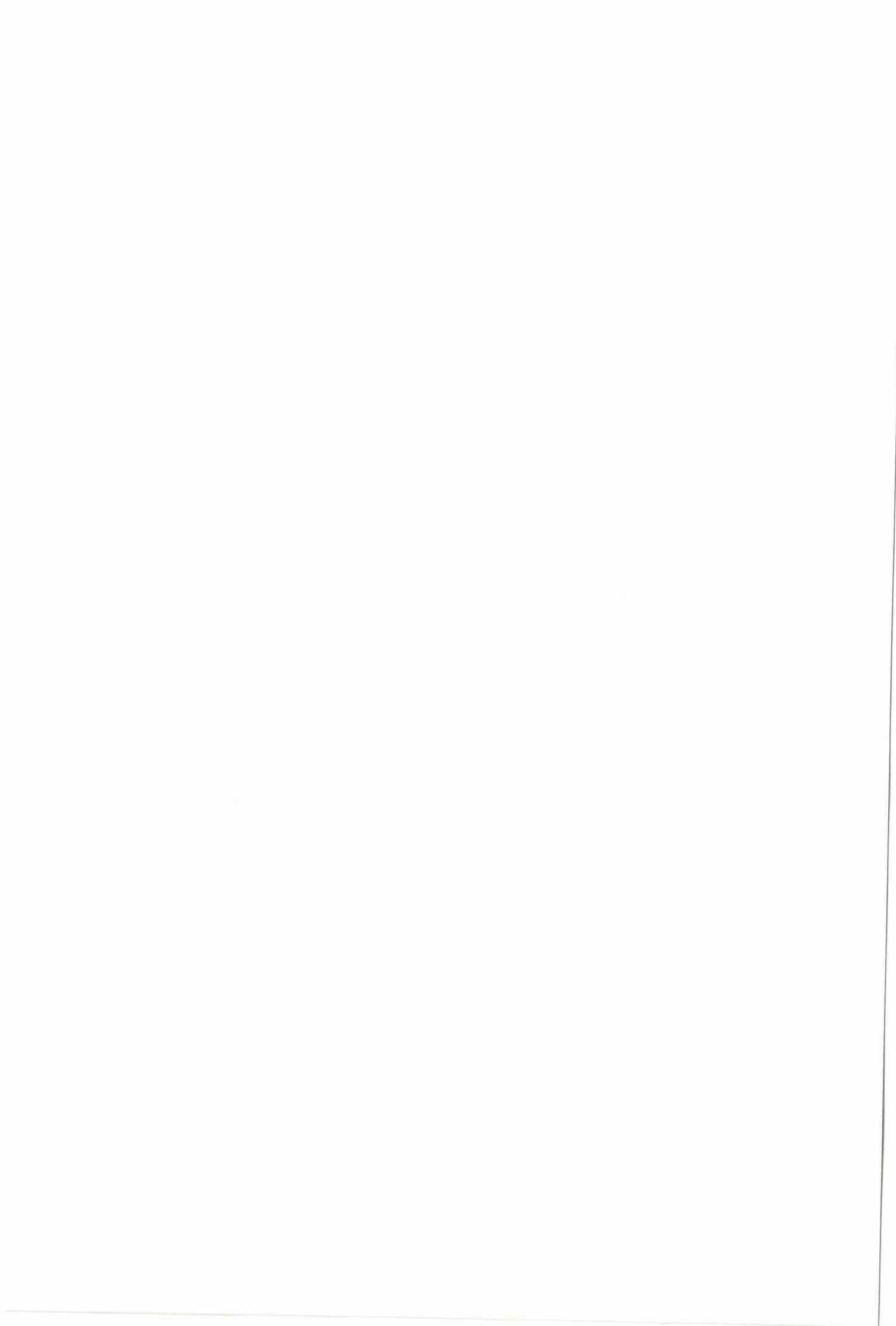
Drench: 2,5 – 5 cc por litro de agua para optimizar, adecuar, desalinizar, potencializa los fertilizantes desde el inicio al final del cultivo sea en drench o fertirriego.

1.8.3. Frecuencia

Aplicar al suelo durante todo el ciclo del cultivo con un intervalo de tres semanas.

1.8.4. Casa comercial

NEOQUIM



CAPÍTULO II

UBICACIÓN MATERIALES Y METODOS

2.1. Ubicación

2.1.1. División política.

Provincia:	Cotopaxi
Ciudad:	Latacunga
Parroquia:	Ignacio Flores
Sector:	Pillig Loma

2.1.2. Características Metereológicas

Precipitación promedio anual:	500 a 1000 mm
Temperatura promedio anual:	13 °C
(Gad Provincia de Cotopaxi, 2014)	
Suelos:	franco – arenosos

2.1.3. Coordenadas Geográficas

Altitud:	2800 m.s.n.m
Latitud:	0°57'12.3"S
Longitud:	78°35'33.8"W
(Google maps, 2014)	

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the paper. No specific content can be transcribed.]

2.2. Características del ensayo

Área total de una parcela	1200 m ²
Número de plantas en la parcela	9500 plantas
Número de plantas muestreadas	10 por cada tratamiento
Numero de tratamiento por repetición	8
Numero de testigos	2
Número de repeticiones	3

2.2.1. Materiales

- Tijeras de podar
- Libro de campo
- Cámara fotográfica
- Baldes
- Calibrador vernier
- Balanza
- Rótulos

2.3. Metodología

2.3.1. Factores en estudio

Factores 1

- V 1 Variedad Vendela
- V 2 Variedad Freedom

Factor 2

- S 0 Silicio 0cc/lt
- S 1 Silicio 2cc/lt
- S 2 Silicio 4cc/lt
- S 3 Silicio 6cc/lt

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. No specific content can be transcribed.]

2.4. Tratamientos

En la presente investigación se evaluaron 8 tratamientos que a continuación se detalla.

Cuadro N° 1 Tratamientos para evaluar los efectos del silicio en la absorción de nutrientes.

N° DE TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGIA
T1	Variedad Vendela + Silicio (0cc/lit)	V1 S0
T2	Variedad Vendela + Silicio (2cc/lit)	V1 S1
T3	Variedad Vendela + Silicio (4cc/lit)	V1 S2
T4	Variedad Vendela + Silicio (6cc/lit)	V1 S3
T5	Variedad Freedom + Silicio (0cc/lit)	V2 S0
T6	Variedad Freedom + Silicio (2cc/lit)	V2 S1
T7	Variedad Freedom + Silicio (4cc/lit)	V2 S2
T8	Variedad Freedom + Silicio (6cc/lit)	V2 S3

2.5. Metodología

2.5.1. Diseño experimental

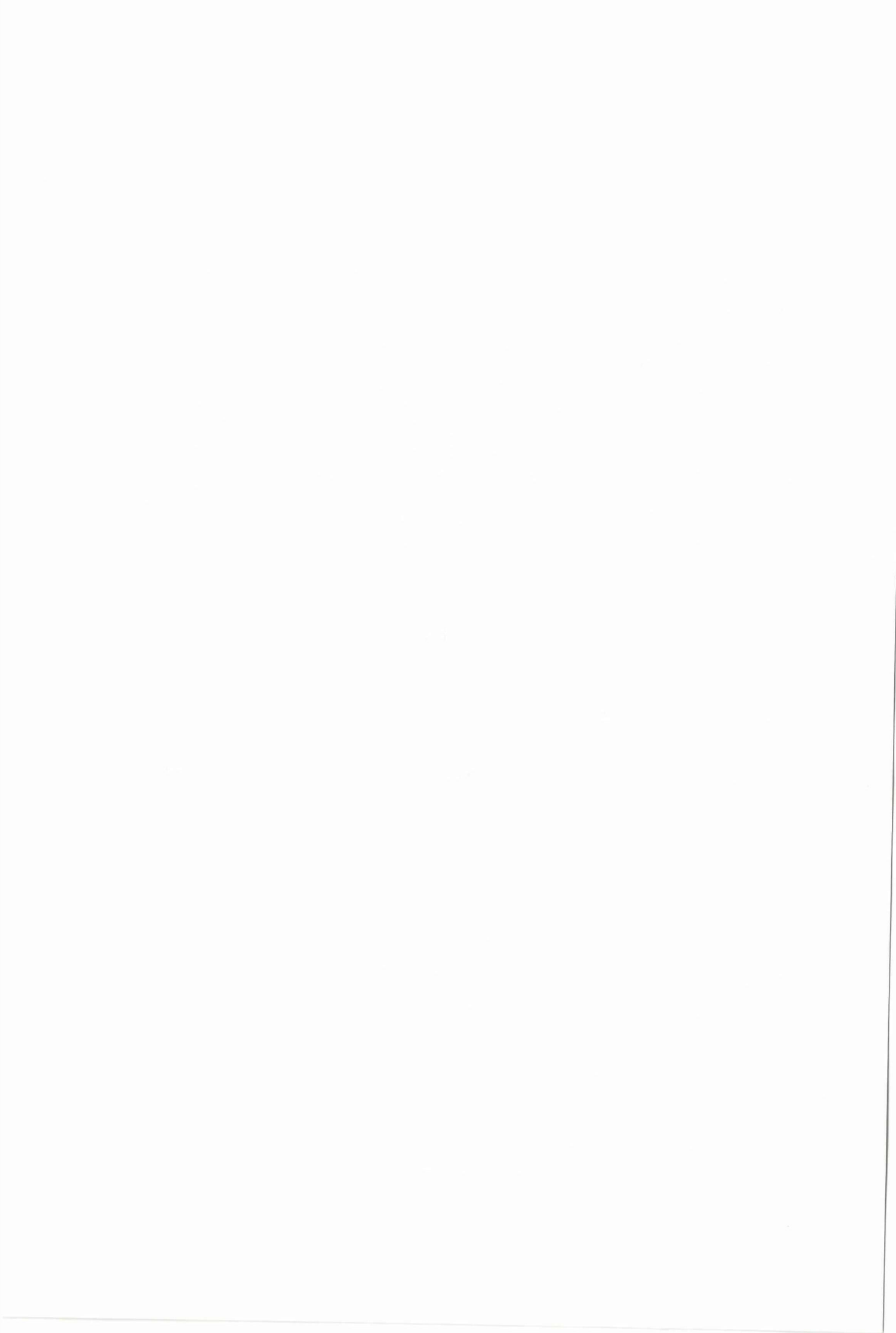
En el presente ensayo se realizó un diseño de parcelas divididas (DPD), con 3 repeticiones, cuadro N° 20

2.5.1.1. Unidad experimental

El ensayo consta de 24 unidades experimentales. El área de cada unidad experimental fue de 24 m de largo por 0.6 m de ancho, correspondiente a una cama de cultivo y el área total del ensayo fue de 1200 m².

2.5.2. Manejo del ensayo

- Delimitación y señalización de los tratamientos.
- Se aplicó fertirriego 2 veces por semana (los días lunes y viernes).



2.5.3. Aplicación de SIKLON

- La aplicación de los tratamientos con Silicio se realizó con un intervalo de 3 semanas a partir del pinch con un total de 4 aplicaciones.
- Se prepararon soluciones de 2cc/lit, 4cc/lit, y 6cc/lit de Silicio para los tratamientos respectivos, la aplicación se realizó con una bomba a motor con una cantidad de 20 lit de la solución por tratamiento.

2.5.4. Pinch

El pinch se lo realizó a 10 tallos por tratamiento, cada tallo debía medir de 5 a 6 milímetros de diámetro (tomando en cuenta una media del calibre de los tallos producidos en la finca donde se realizara el ensayo) y el mismo estado fisiológico, este será el punto arroz o alverja (cuando el botón floral tiene 1 milímetro de diámetro).

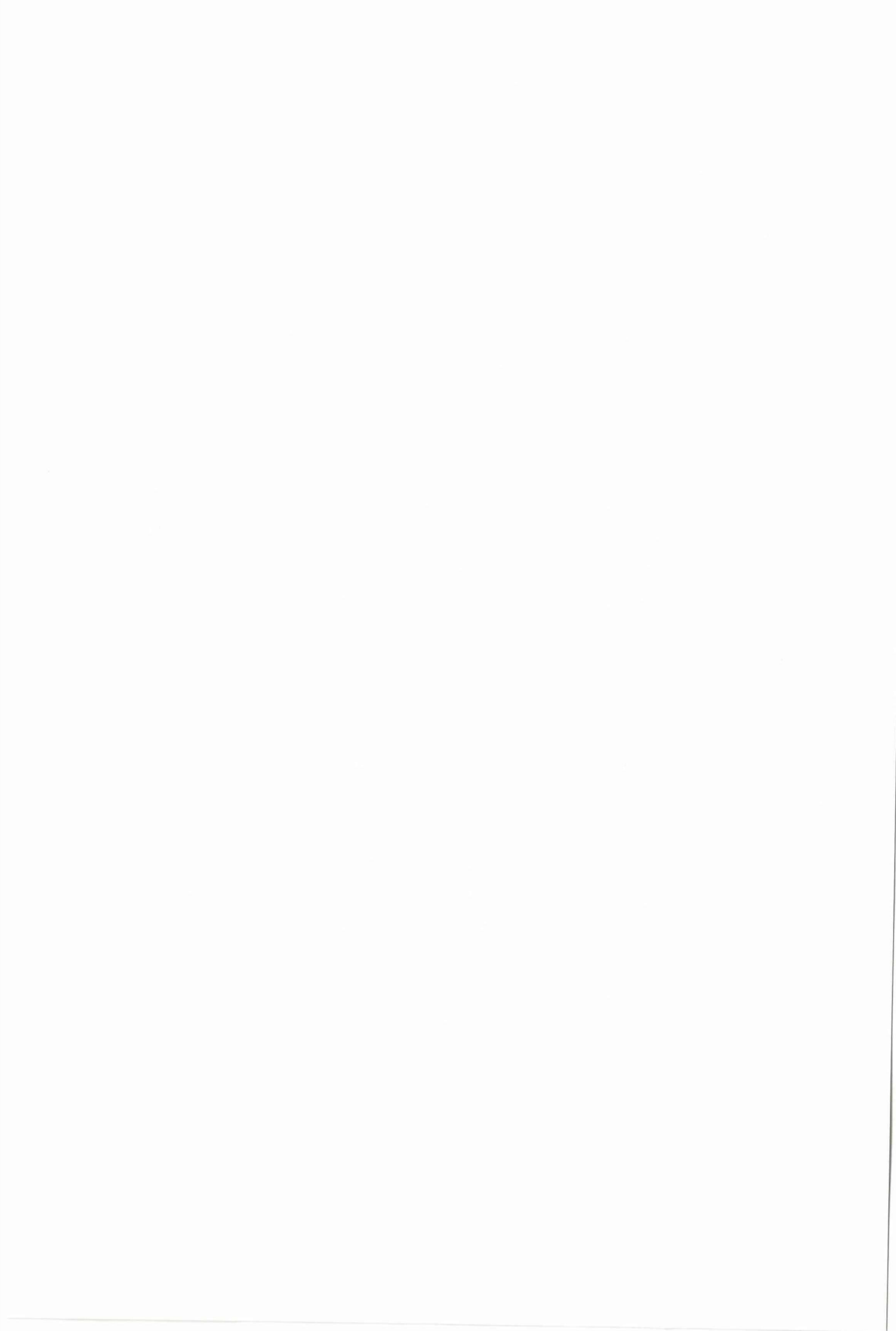
2.5.5. Cosecha

A los 90 días se recolectaron los tallos y se tomaron datos como el peso en fresco, la longitud de los tallos y el tamaño del botón, de estos tallos un tallo por tratamiento fue al laboratorio para su análisis.

Estas muestras fueron embaladas y etiquetadas en bolsas de papel para su mejor conservación, luego enviadas al laboratorio en la brevedad posible, en donde se determinó el contenido de N, P, K, Ca y Mg de cada muestra.

Para determinar el contenido de nutrientes en los demás tallos se tomó en cuenta el peso en fresco de cada tallo y los resultados del laboratorio.

Se aplicó la siguiente fórmula para determinar el contenido nutricional.



$$CN = \frac{(PP \times PMS / 100) \times PEN}{100}$$

CN = Contenido nutricional

PP = Peso promedio

PMS = Porcentaje materia seca

PEN = Porcentaje de extracción nutricional

2.5.6. Análisis económico

Para el análisis económico se calculó la relación costo/beneficio por su fácil aplicación, adecuada confiabilidad y porque se ajusta a procesos y diseños cortos de inversión, tomándose en cuenta datos como el tamaño del tallo y los costos de producción para su elaboración.

2.5.7. Cuadro del Adeva

F. V.	G. L.
Total	23
Repeticiones	2
Variedades	1
Error (a)	2
Dosis Silicio	3
V x S	3
Error (b)	12

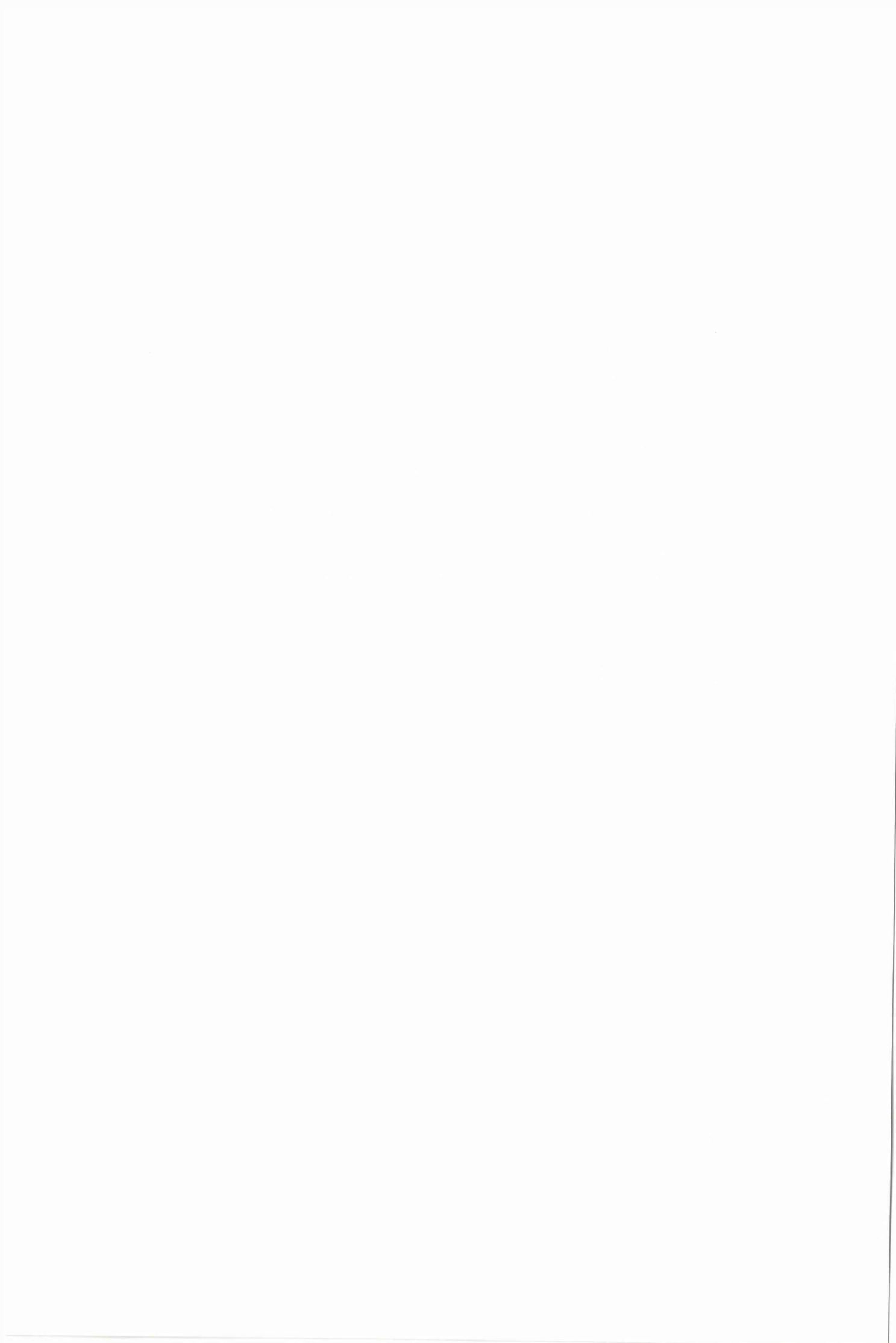
Cv % (a)

Cv % (b)

Interpretación de Resultados

El procesamiento de los datos se realizó mediante el programa INFOSTAT.

- **Coefficiente de variación 5%**
- **Prueba de significación Tukey**



CAPÍTULO III

ANALISIS DE RESULTADOS

3. Resultados y Discusiones

3.1. Extracción de Nitrógeno

Cuadro N° 2. ADEVA de la extracción de nitrógeno con la aplicación de 4 niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadro medio	F calculada	Valor p
Total	11	0.03	0.00	4.77	
Repeticiones	2	0.00	0.00	0.93	0.5193 ns
Variedades	1	0.01	0.01	15.47	0.0590 ns
V Repeticiones	2	0.00	0.00	0.93	0.4206 ns
Silicio	3	0.00	0.00	1.77	0.2068 ns
V x S	3	0.01	0.00	9.72	0.0016 *
Error	12	0.01	0.00		
Total	23	0.03			
Coeficiente de variación: 5.89 %					

El análisis de varianza (cuadro N° 2), muestra que se encontró significación estadística para la interacción V x S.

En base a que los resultados no muestran ninguna lógica se puede decir que la aplicación de silicio no facilita la extracción de nitrógeno lo que fue evidenciado al no encontrar una significación estadística para la altura de tallos.

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the paper. No specific content can be transcribed.]

Lo cual corrobora las anteriores investigaciones realizadas en otros cultivos citados en los antecedentes investigativos, al no mencionar la asimilación del nitrógeno como un beneficio de la aplicación de silicio.

Cuadro N° 3 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de nitrógeno para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

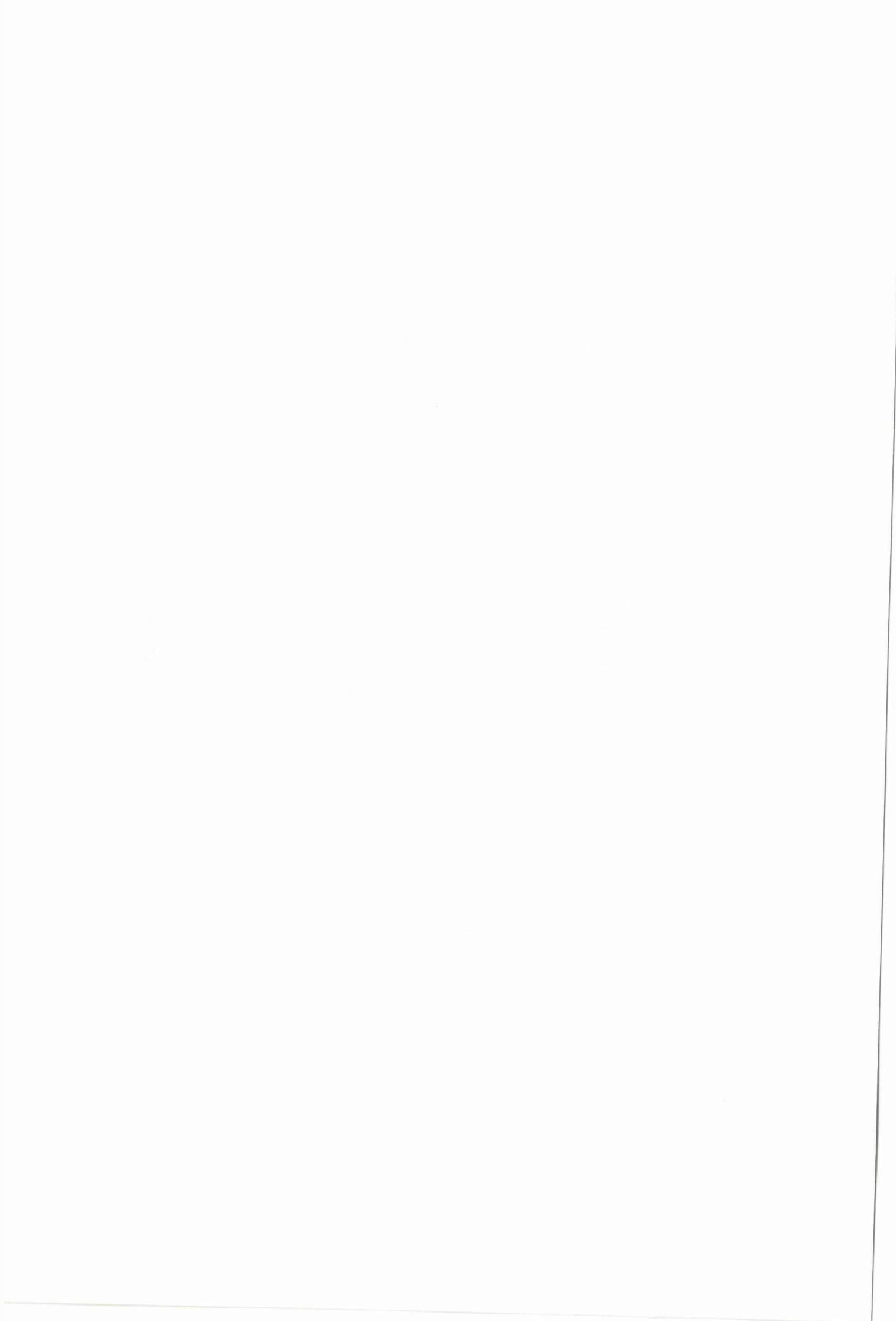
Tratamiento	promedio	Rango
V2 S3	0.42	a
V1 S1	0.41	a
V2 S2	0.41	a b
V2 S0	0.37	a b c
V2 S1	0.37	a b c
V1 S0	0.34	b c
V1 S2	0.34	c
V1 S3	0.34	c

La prueba de Tukey al 5 % (Cuadro N° 3), realizada para la interacción entre los niveles de silicio en dos variedades de rosas, se observa 3 rangos de significación de los cuales se determina que el mejor tratamiento fue la variedad Freedom a una dosis de 6cc/lit con una extracción de 0.42 gr/tallo de nitrógeno.

3.2. Extracción del Fósforo

Cuadro N° 4 ADEVA de la extracción de fósforo con la aplicación de 4 niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadro medio	F calculada	Valor p
Total	11	0.00	0.00	23.69	<0.0001
Repeticiones	2	0.00	0.00	0.91	0.5234ns
Variedades	1	0.00	0.00	94.75	0.0104*
V Repeticiones	2	0.00	0.00	1.20	0.3359ns
Silicio	3	0.00	0.00	35.72	<0.0001*
V x S	3	0.00	0.00	11.85	0.0007*
Error	12	0.00	0.00		
Total	23	0.00	0.00		
Coeficiente de variación: 6.66 %					



El análisis de varianza (cuadro N° 4), muestra que se encontró significación estadística tanto para las variedades como para los niveles de silicio y la interacción V x S.

Cuadro N° 5 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de fósforo para las dos variedades de rosas.

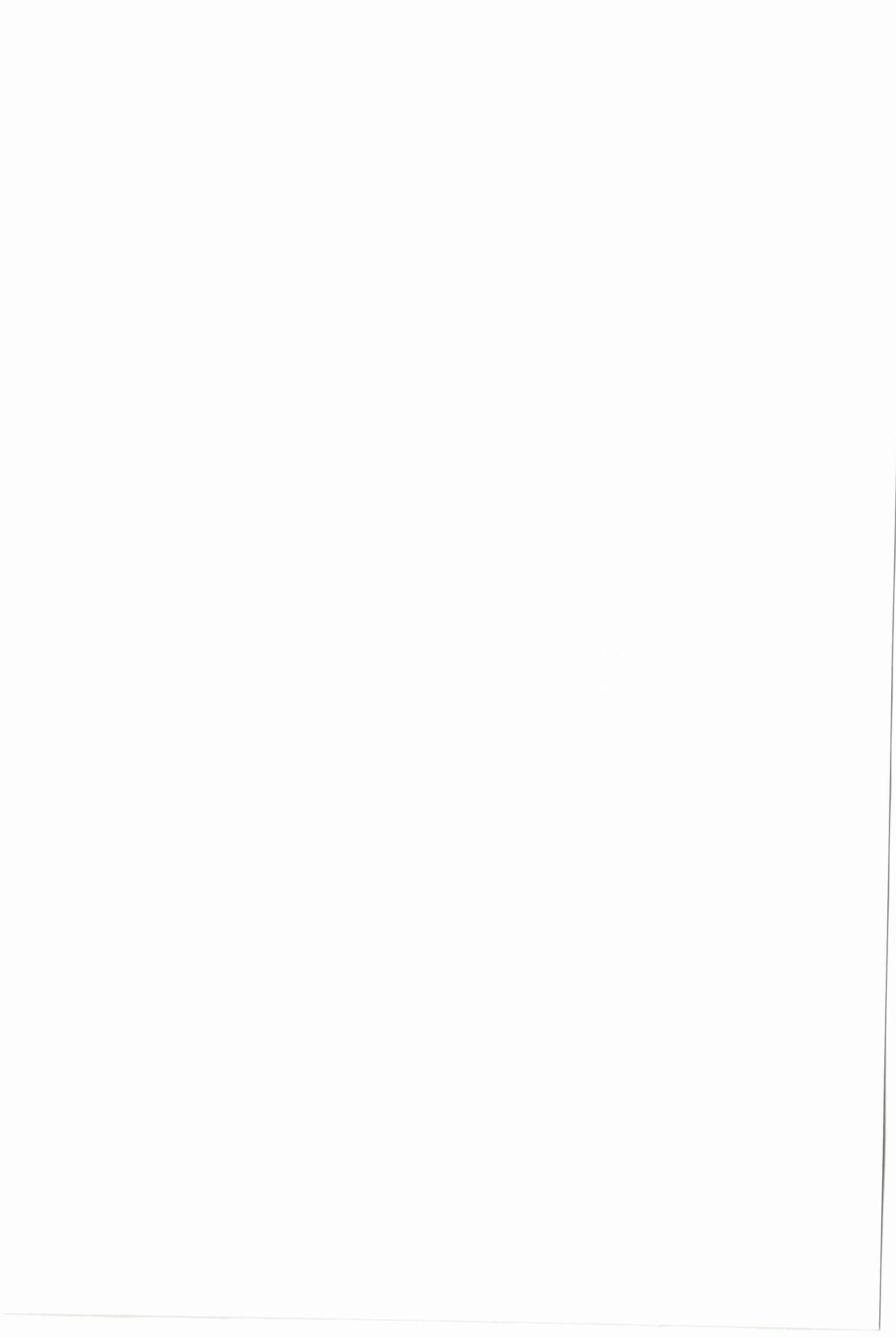
Tratamiento	Promedio	Rango
V2	0.05	a
V1	0.03	b

La prueba de Tukey al 5 % (cuadro N° 5), realizada para las variedades, nos muestra que la variedad con mayor extracción de fosforo fue la variedad freedom con un promedio de 0.05gr/tallo, con respecto a la variedad vëndela con un promedio de 0.03 gr/tallo.

Cuadro N° 6 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de fósforo para la interacción niveles de Silicio.

Tratamiento	Promedio	Rango
S1	0.05	a
S0	0.04	a b
S3	0.04	b
S2	0.03	c

La prueba de Tukey al 5 % (cuadro N° 6), realizada para los niveles de silicio, nos muestra que la dosis de silicio con mayor rango fue 2cc/lit extrajo un promedio de 0.05 gr/tallo de fósforo, con respecto a 0.04 gr/tallo sin ninguna aplicación mientras que las dosis altas como 4cc/lit y 6cc/lit permanecen por debajo de este promedio.



Cuadro N° 7 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de fósforo para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Tratamiento	Promedio	Rango
V2 S1	0.06	a
V2 S0	0.05	a b
V2 S3	0.04	a b
V1 S1	0.04	a b
V2 S2	0.04	a b
V1 S0	0.03	b c
V1 S3	0.03	c
V1 S2	0.03	d

La prueba de Tukey al 5 % (Cuadro N° 7), realizada para la interacción entre los niveles de silicio en dos variedades de rosas, se observa 4 rangos de significación de los cuales se determina que el mejor tratamiento fue la variedad Freedom a una dosis de 2cc/lit con una extracción de 0.06 gr/tallo de fósforo. Lo mismo pasa con la variedad véndela la dosis de 2cc/lit resulto ser la mejor para esta variedad, mientras que para las dos variedades contradictoria mente las dosis más altas reducen la absorción de fosforo.

3.3. Extracción del Potasio

Cuadro N° 8 ADEVA de la extracción de potasio con la aplicación de 4 niveles se Silicio en dos variedades de rosas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadro medio	F calculada	Valor p
Total	11	0.01	0.00	9.50	0.0002
Repeticiones	2	0.00	0.00	0.80	0.5544ns
Variedades	1	0.00	0.00	0.00	0.9765ns
V Repeticiones	2	0.00	0.00	1.27	0.3171ns
Silicio	3	0.00	0.00	4.20	0.0300*
V x S	3	0.01	0.00	29.10	<0.0001*
Error	12	0.00	0.00		
Total	23	0.01			

Coefficiente de variación: 5.82 %

El análisis de varianza (cuadro N° 8), muestra que no se encontró significación estadística para las variedades, pero se encontró significación estadística para los niveles de silicio y la interacción VxS.

Cuadro N° 9 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de potasio para los niveles de Silicio.

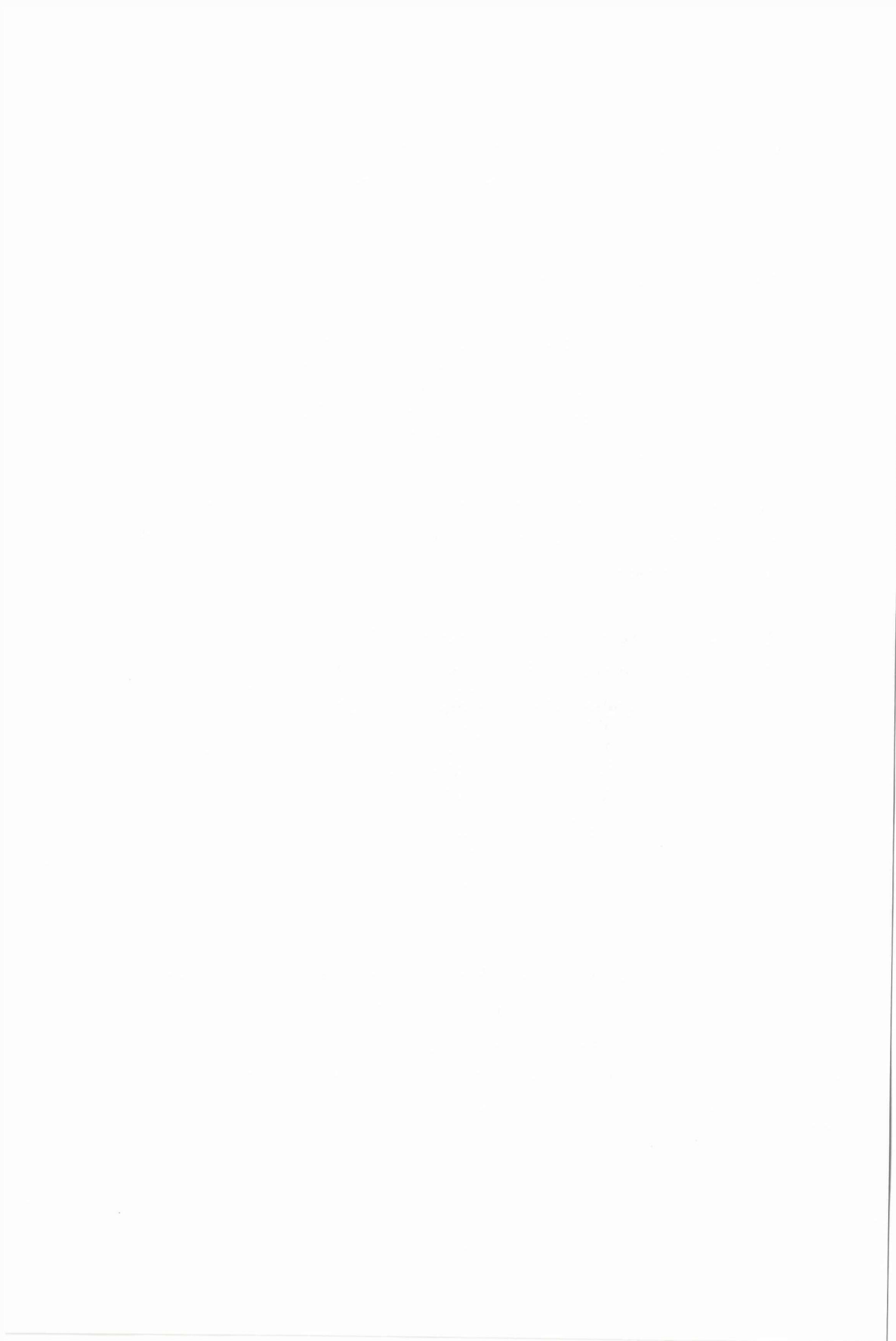
Tratamiento	promedio	Rango
S1	0.20	a
S0	0.19	a b
S3	0.19	a b
S2	0.18	b

La prueba de Tukey al 5 % (cuadro N° 9), realizada para los niveles de silicio, nos muestra que la dosis de silicio con el mayor rango fue 2cc/lit con un promedio de 0.20gr/tallo de potasio.

Cuadro N° 10 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de potasio para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Tratamiento	promedio	Rango
V2 S0	0.23	a
V1 S3	0.20	a b
V2 S1	0.20	a b
V1 S2	0.20	a b c
V1 S1	0.19	b c d
V2 S3	0.17	c d
V1 S0	0.16	c d
V2 S2	0.16	d

La prueba de tukey al 5 % (Cuadro N° 10), realizada para la interacción entre los niveles de silicio en dos variedades de rosas, se observa 4 rangos de significación de los cuales se determina que el mejor tratamiento fue la variedad Freedom a una dosis de 0cc/lit con una extracción de 0.23 gr/tallo de potasio, por lo que se puede decir que resulta perjudicial la aplicación de silicio para la variedad freedom ya que según el cuadro mientras mayor es la dosis, menor es el promedio de absorción de potasio.



En contraste la variedad vendela la dosis que muestra los mejores resultados es la dosis de 6cc/litro de silicio y 0.23 gr/tallo de absorción, mientras que los peores resultados son para la dosis de 0 cc/litro y 0.16 gr/tallo de absorción de potasio.

3.4. Extracción del Calcio

Cuadro N° 11 ADEVA de la extracción de calcio con la aplicación de 4 niveles de Silicio en dos variedades de rosas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadro medio	F calculada	Valor p
Total	11	0.01	0.00	12.64	0.0001
Repeticiones	2	0.00	0.00	4.31	0.1883ns
Variedades	1	0.01	0.01	327.36	0.0030*
V Repeticiones	2	0.00	0.00	0.24	0.7935ns
Silicio	3	0.01	0.00	18.57	0.0001*
V x S	3	0.00	0.00	1.19	0.3542ns
Error	12	0.00	0.00		
Total	23	0.01			
Coeficiente de variación: 5.76 %					

El análisis de varianza (cuadro N° 11), muestra que se encontró significación estadística tanto para las variedades como para los niveles de silicio y la interacción VxS.

Cuadro N° 12 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de calcio para las dos variedades de rosas.

Tratamiento	promedio	Rango
V1	0.18	a
V2	0.15	b

La prueba de Tukey al 5 % (cuadro N° 12), realizada para las variedades, nos muestra que la variedad con mayor rango fue la variedad Vendela con un promedio de 0.18gr/tallo de calcio, con respecto a la variedad Freedom que obtuvo un promedio de 0.15gr/tallo.



Cuadro N° 13 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de calcio para la interacción niveles de Silicio.

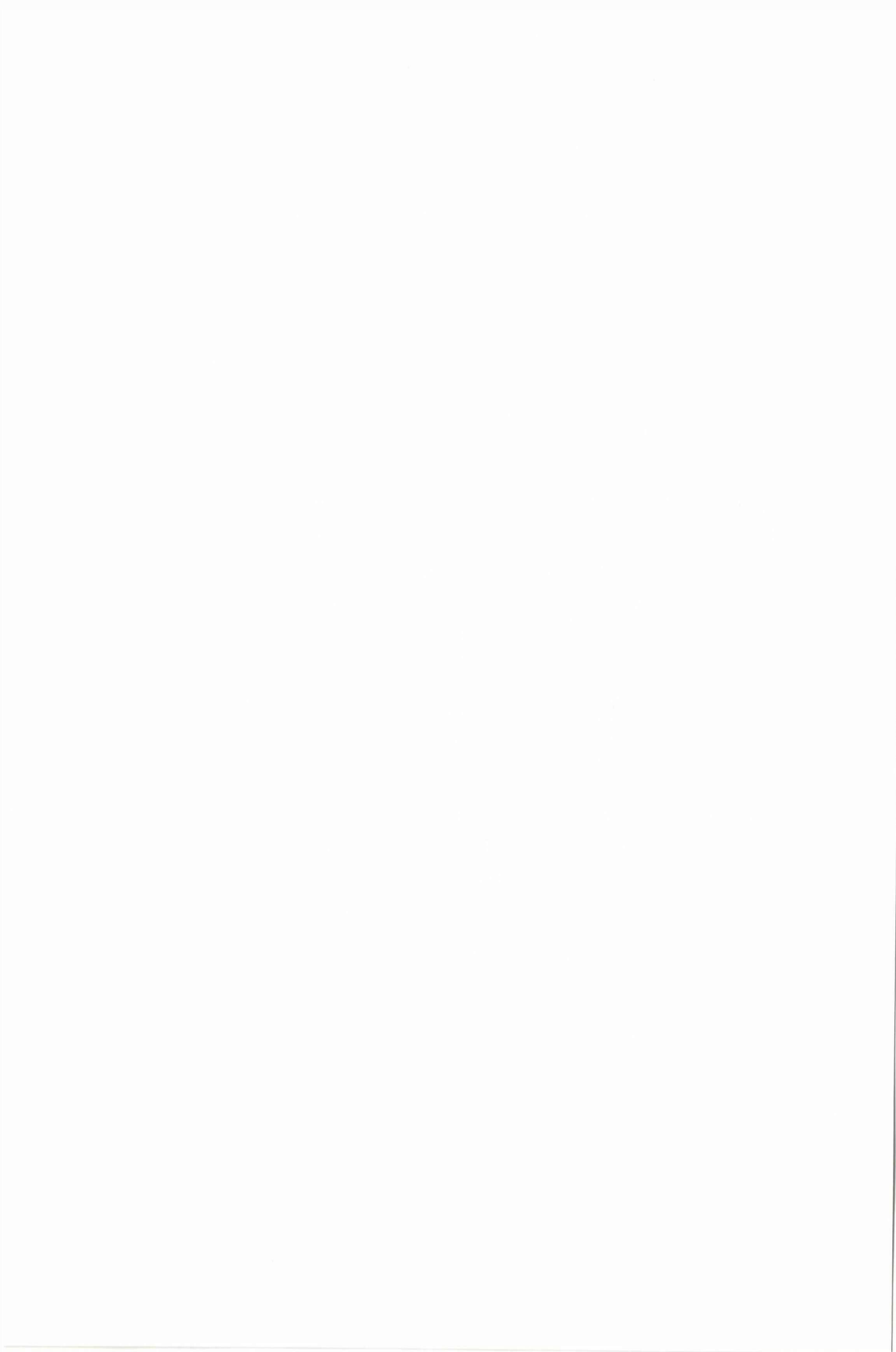
Tratamiento	promedio	Rango
S1	0.18	a
S0	0.17	a
S2	0.16	b
S3	0.15	b

La prueba de tukey al 5 % (cuadro N° 13), realizada para los niveles de silicio, nos muestra que la dosis de silicio con el mayor rango fue 2cc/lit con promedio de 0.18gr/tallo de calcio.

Cuadro N° 14 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de calcio para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Tratamiento	promedio	Rango
V1 S1	0.20	a
V1 S0	0.19	a b
V1 S3	0.17	b
V1 S2	0.17	b c
V2 S1	0.17	b c
V2 S0	0.16	b c
V2 S2	0.14	c d
V2 S3	0.12	d

La prueba de Tukey al 5 % (Cuadro N° 14), realizada para la interacción entre los niveles de silicio en dos variedades de rosas, se observa 4 rangos de significación de los cuales se determina que el mejor tratamiento fue la variedad Vendela con una dosis de 2cc/lit con una extracción de 0.20gr/tallo de calcio, mientras que para la variedad freedom la mejor dosis fue 2 cc/lit con un promedio de absorción de 0.17gr/tallo.



3.5. Extracción de magnesio

Cuadro N° 15 ADEVA de la extracción de magnesio con la aplicación de 4 niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadro medio	F calculada	Valor p
Total	11	0.00	0.00	5.69	0.0028
Repeticiones	2	0.00	0.00	0.51	0.6616ns
Variedades	1	0.00	0.00	9.75	0.0891ns
V Repeticiones	2	0.00	0.00	1.40	0.2834ns
Silicio	3	0.00	0.00	0.46	0.7174ns
V x S	3	0.00	0.00	14.42	0.0003*
Error	12	0.00			
Total	23	0.00			

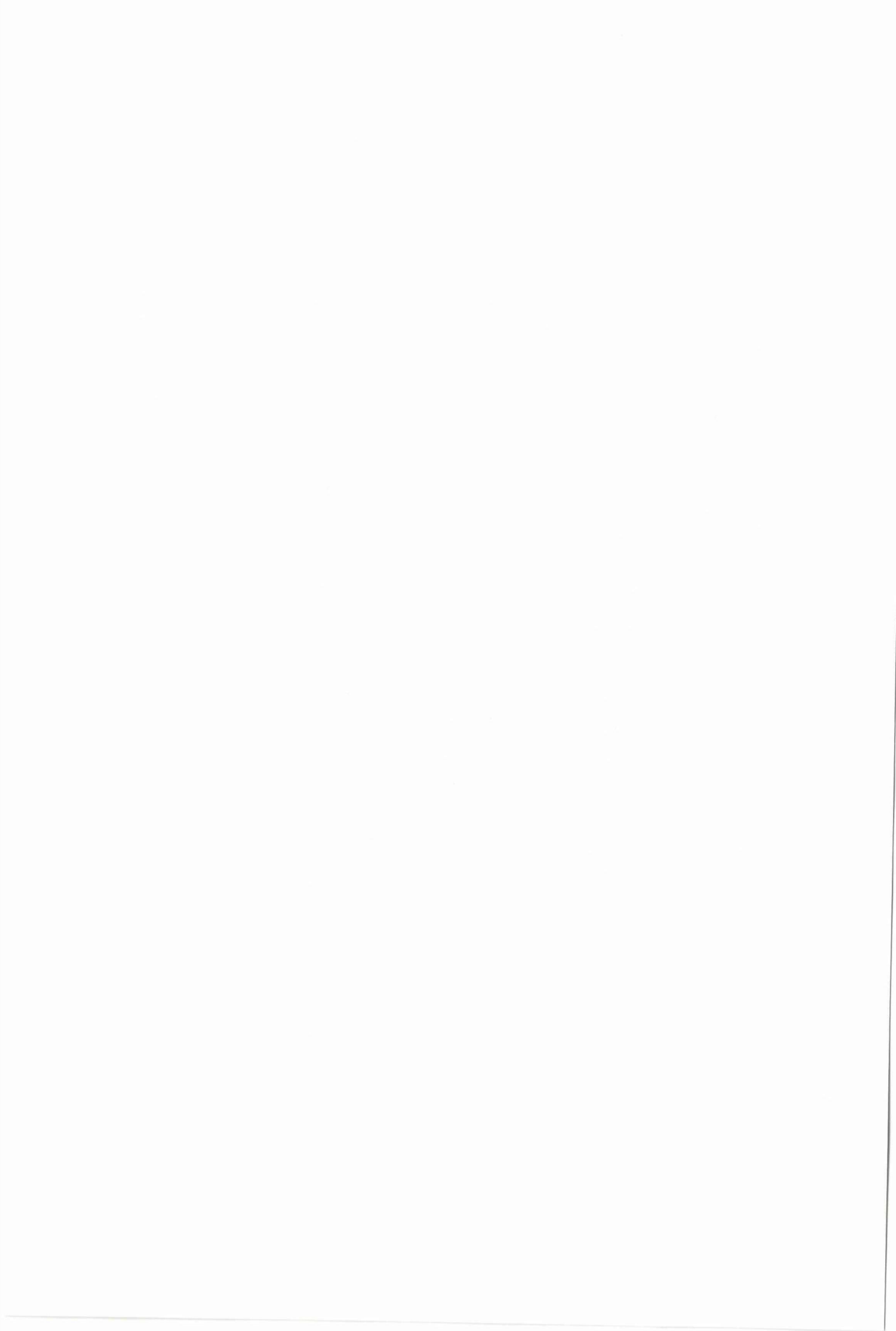
Coefficiente de variación: 5.8 %

El análisis de varianza (cuadro N° 15), muestra que se encontró alta significación estadística para la interacción VxS.

Cuadro N° 16 Prueba de significación Tukey al 5 % del promedio de extracción de calcio para la interacción niveles de Silicio en dos variedades de rosas.

Tratamiento	promedio	Rango
V1 S3	0.05	a
V1 S2	0.05	a
V2 S0	0.05	a
V1 S1	0.04	a b
V2 S1	0.04	a b c
V1 S0	0.04	a b c
V2 S3	0.04	b c
V2 S2	0.04	c

La prueba de Tukey al 5 % (Cuadro N° 16), realizada para la interacción entre los niveles de silicio en dos variedades de rosas, se observa 3 rangos de significación de los cuales se determina que el mejor tratamiento fue la variedad Vendela a una dosis de 6cc/lit con una extracción de 0.05 gr/tallo de magnesio, demostrando que para esta variedad las dosis altas aumentan la absorción de magnesio mientras que



para la variedad freedom las dosis altas disminuyen la absorción de magnesio. Mostrándose comportamientos parecidos a los de la absorción de potasio.

3.6. Altura de tallos

Cuadro N° 17 ADEVA de la altura de tallos con la aplicación de 4 niveles de Silicio en dos variedades de rosas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadro medio	F calculada	Valor p
Total	11	116.05	10.55	2.27	0.0870
Repeticiones	2	43.01	21.50	4.34	0.1874ns
Variedades	1	15.04	15.04	3.03	0.2237ns
V Repeticiones	2	9.92	4.96	1.07	0.3742ns
Silicio	3	3.55	1.18	0.25	0.8564ns
V x S	3	44.53	14.85	3.20	0.0624ns
Error	12	55.70	4.64		
Total	23	171.75			
Coeficiente de variación: 3.38 %					

El análisis de varianza (cuadro N° 17), muestra que no se encontró significación estadística tanto para las variedades como para los niveles de silicio, ni para la interacción VxS lo que demuestra que la aplicación de silicio no influye en el tamaño del tallo floral en el cultivo de rosas.

3.7. Tamaño del botón

Cuadro N°18 ADEVA de la extracción de calcio con la aplicación de 4 niveles de Silicio en dos variedades de rosas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadro medio	F calculada	Valor p
Total	11	0.08	0.01	0.53	0.8519
Repeticiones	2	0.01	0.01	2.19	0.3130ns
Variedades	1	0.01	0.01	3.42	0.2058ns
V Repeticiones	2	0.01	0.00	0.21	0.8109ns
Silicio	3	0.01	0.00	0.35	0.7929ns



V x S	3	0.04	0.01	0.88	0.4771ns
Error	12	0.16	0.01		
Total	23	0.24			
Coeficiente de variación: 2.13 %					

El análisis de varianza (cuadro N° 18), muestra que no se encontró significación estadística tanto para las variedades como para los niveles de silicio y la interacción V x S lo que demuestra que la aplicación de silicio no influye en el tamaño del botón floral en el cultivo de rosas.

3.8. Análisis Económico

Para el tomaron en cuenta datos como la altura de tallos, el promedio de tallos cosechados por tamaño y los costos de producción, (cuadros N° 25 al 30). que se detalla a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 19 relación beneficio / costo de los tratamientos que recibieron la aplicación de Silicio como para los tratamientos que no recibieron la aplicación.

Dosis SIKLON	Beneficio/ tallos/planta/ha	Costo / tallos/planta/ha	Relación beneficio / costo
0 cc/lt	14936	8118.25	1.83
2cc/lt	15600	8302.68	1.87
4cc/lt	15336	8487.25	1.80
6cc/lt	15600	8671.58	1.79

En este cuadro se puede observar que la mejor relación beneficio / costo se dio para el tratamiento que recibió 2cc/lt de Silicio a un valor de \$1.87 por cada dólar gastado (USD15600/8302.68).

El análisis económico demostró que es mas rentable producir rosas con la aplicación de 2cc/lt de Silicio que hacerlo sin la aplicación de este, pues el costo por hectárea ascendió a USD8302.68 frente a USD8118.25 que cuesta sin aplicación alguna. Los ingresos por la comercialización de tallos de rosas producidos con la aplicación de 2cc/lt ascendieron a USD15600 frente a



USD14936 por concepto de la comercialización de los tallos producidos sin ninguna aplicación.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Como conclusión podemos decir que según los resultados de esta investigación la variedad freedom se encontró un leve incremento en la absorción de nitrógeno con las dosis mas altas de silicio mientras que las dosis más altas disminuyeron la absorción en la variedad vendela.
- Para la absorción de fosforo se vio que el mejor rendimiento se dio con la aplicación de 2 cc/litro de silicio en las dos variedad de rosas.
- En cambio se encontraron diferencias para la absorción de potasio la variedad Freedom a una dosis de 0cc/litro obtuvo el mejor promedio con 0.23 gr/tallo de potasio, por lo que se puede decir que resulta perjudicial la aplicación de silicio para la variedad freedom ya que según el **cuadro N° 10** muestra que mientras menor es la dosis, mayor es el promedio de absorción de potasio. En contraste la variedad vendela la dosis que muestra los mejores resultados es la dosis de 6cc/litro de silicio y 0.23 gr/tallo de absorción, mientras que los peores resultados son para la dosis de 0 cc/litro y 0.16 gr/tallo de absorción de potasio.
- En cuanto a la absorción de calcio el mejor tratamiento fue la variedad Vendela con una dosis de 2cc/litro con una extracción de 0.20gr/tallo de calcio, mientras que para la variedad freedom la mejor dosis fue 2 cc/litro con un promedio de absorción de 0.17gr/tallo.
- Para el magnesio el mejor tratamiento fue la variedad Vendela a una dosis de 6cc/litro con una extracción de 0.05 gr/tallo de magnesio, demostrando



que para esta variedad las dosis altas aumentan la absorción de magnesio mientras que para la variedad freedom las dosis altas disminuyen la absorción de magnesio.

- Con esto se concluye que según esta investigación la aplicación de silicio aumenta la absorción de nitrógenos para la variedad freedom mientras que disminuye la absorción de nitrógeno para véndela. La dosis de 2cc/lit de silicio aumenta la absorción de fósforo y calcio mientras que la aplicación de dosis altas de silicio mejoran la absorción de potasio y magnesio en véndela mientras que perjudican la absorción de potasio y magnesio en la variedad freedom.
- El análisis económico demostró que es más rentable producir rosas con la aplicación de 2cc/lit de Silicio que hacerlo sin la aplicación de este, pues el costo por hectárea ascendió a USD8302.68 frente a USD8118.25 que cuesta sin aplicación alguna. Los ingresos por la comercialización de tallos de rosas producidos con la aplicación de 2cc/lit ascendieron a USD15600 frente a USD14936 por concepto de la comercialización de los tallos producidos sin ninguna aplicación. La mejor relación beneficio / costo fue para los tratamientos que recibieron una dosis de 2cc/lit con una relación de \$1.87 por cada dólar gastado, mientras que los tratamientos de testigos obtuvieron una relación beneficio costo de \$1.83 por cada dólar gastado.

4.2. Recomendaciones

- Según la presente investigación no se recomienda la aplicación de silicio a la variedad freedom debido a que su aplicación perjudica la absorción de potasio y magnesio, en cuanto a sus beneficios en la asimilación de fósforo y calcio no son lo suficiente mente altos como para recomendar su aplicación.



- En cuanto a la variedad véndela se recomienda la aplicación de 2 a 4 cc/lit de silicio ya que mejora la absorción de fosforo potasio calcio y magnesio.
- Los resultados mostrados en el análisis económico muestran un mejor beneficio/costo para la aplicación de 2cc/lit con un valor de \$ 1.87 por cada dólar gastado mientras que el beneficio/costo de la dosis 0cc/lit es de \$ 1.83 por cada dólar gastado con una diferencia de \$ 0.04 no resulta rentable su aplicación.

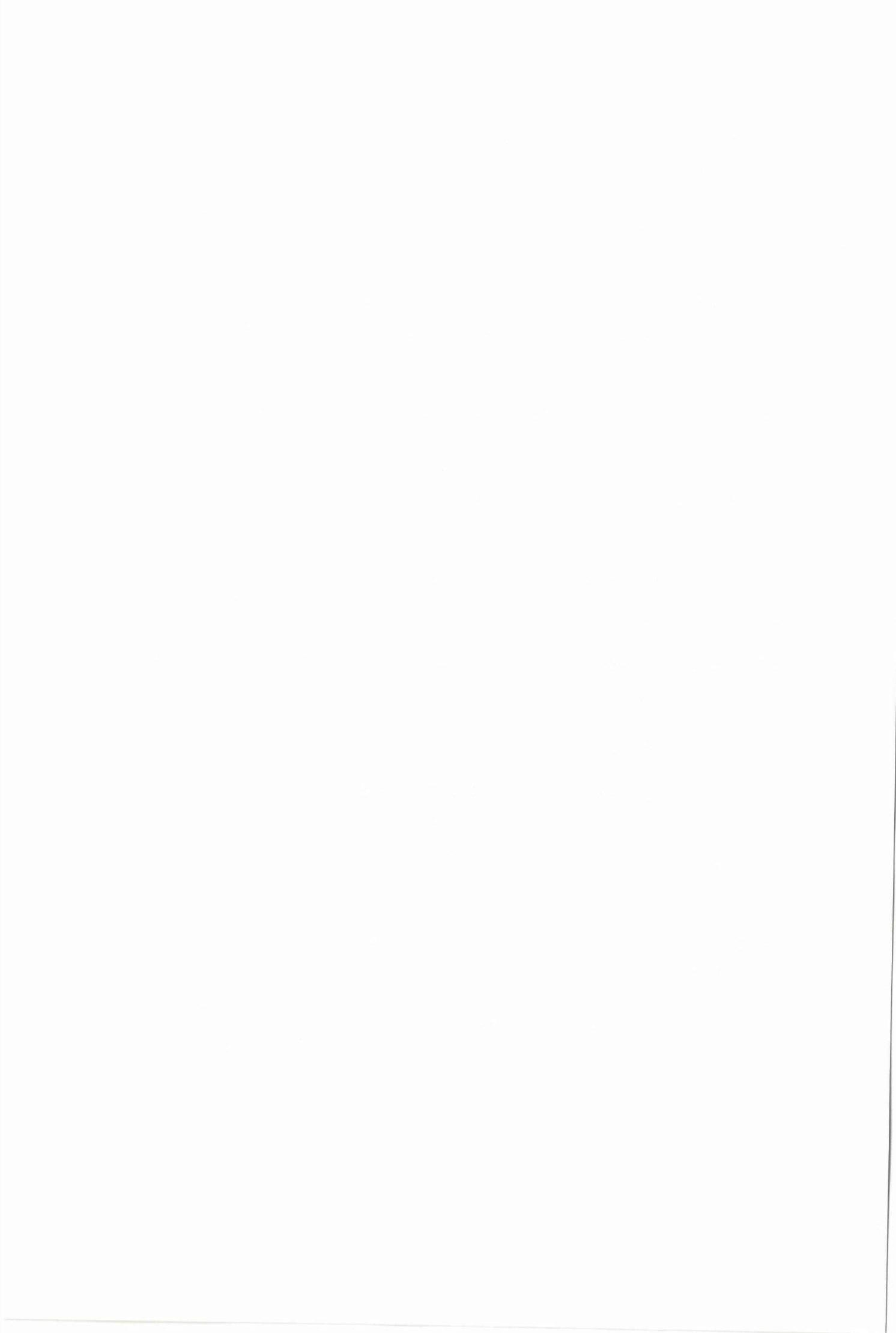
5. Bibliografía

5.1. Bibliografía Consultada

1. **ACOSTA, C. 1991.** Mecanismos de absorción foliar de nutrientes. Mexico, Universidad Autónoma Chapingo. 32p.
2. **BARBER, S. A. 1961.** A diffusion and mass-flow concept of soil nutrient availability. Journal paper at Purdue University in Agricultural experiment station on sabbatical year with Hans Jenny.
3. **BAILEY, D. 1999.** Aguas sustratos y nutrición de los cultivos de flores bajo invernadero. Capitulo 4 Alcalinidad Ph y acidificación. Editado por Bail publisbing y Ediciones Horti Tecnia Ltda.
4. **CARDONA, C.E. 2002.** Efecto de la aplicación foliar de Ca sobre la incidencia de la pudrición apical y la calidad de los frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Trabajo de maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 87 p.
5. **DAZA, R. 1989.** ¿Qué factores influyen sobre el cultivo de rosas en invernadero?. FLOR, cultivo & comercio, n°4.
6. **FAINSTEIN, R, 1998.** Manual para el cultivo de rosas en latinoamerica. Quito, (Ecuador), Ecuaoffset.

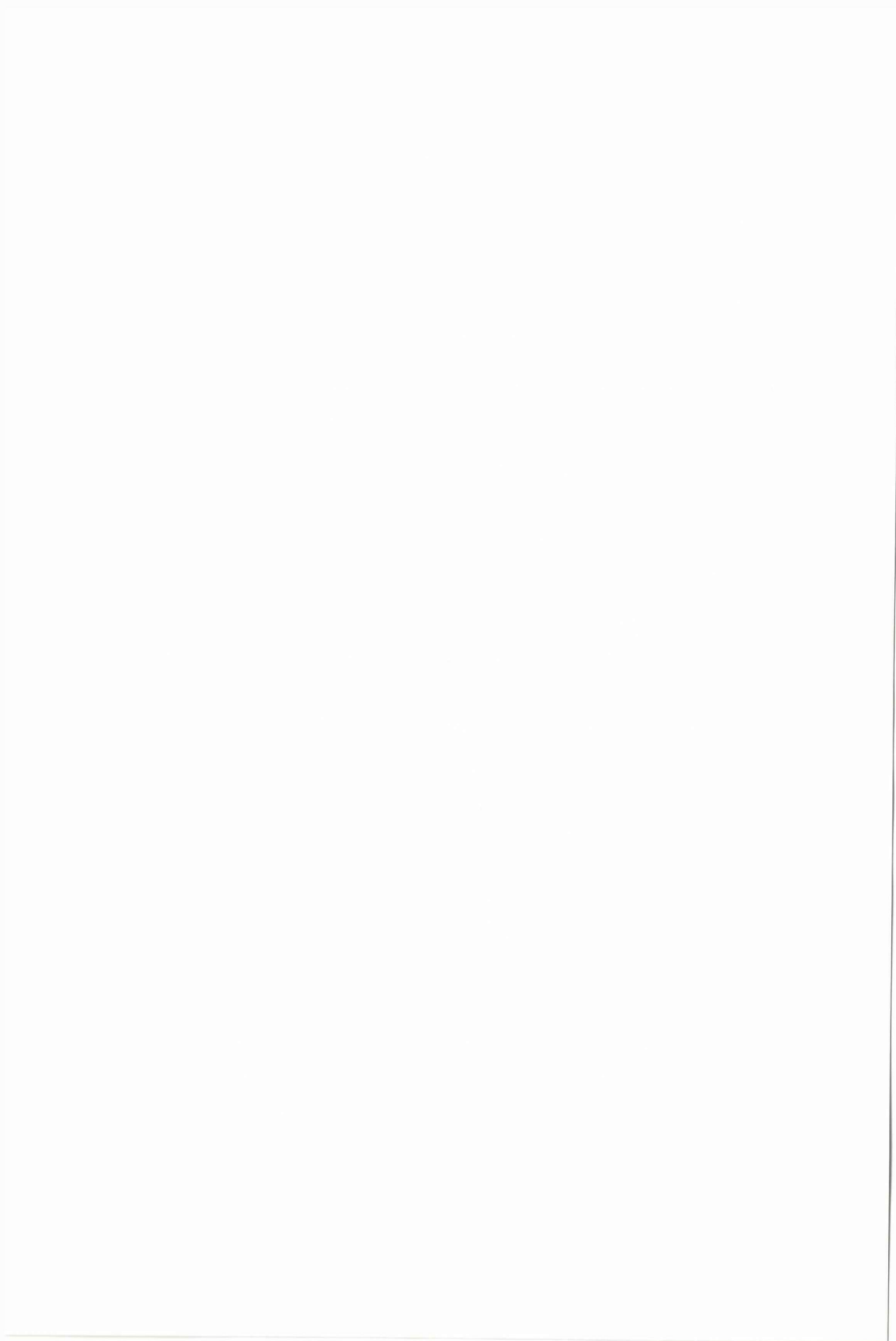
[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. No specific content can be transcribed.]

- 7. FERRER, F y SALVADOR, P.J. 1986.** La producción de rosas en cultivo protegido. Editorial universal plantas. S.a. Sevilla.
- 8. MARSCHNER, H. 1986.** Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Londres. pp. 7-73, 285-299.
- 9. PADILLA, W. 1999.** Memorias de tercer curso internacional de manejo de fertilizantes de cultivos intensos, publicado por Grupo agrícola, del 28 de junio al 2 de julio.
- 10. PEDRO URBANO TERRÓN. 1992.** Tratado de fitotecnia general. Ediciones Mundi-Prensa 2ª edición. España. Bilbao.
- 11. SALISBURY, F. Y C. ROSS. 1994.** Fisiología Vegetal. Cuarta edición. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. México, D.F. pp. 3-177.
- 12. TAIZ, L Y ZEIGER, E, 2006.** Fisiología vegetal. España, Universidad Jaume. Publicaciones ed. III
- 13. TAMAYO, I. 2007** Manual básico cultivo de rosas, Editado por corporación de servicios empresariales CORSEDI.
- 14. TESI, R. 1989.** Cultura protette. Ortoflorovivaismo. Edagricole. Bolonia.
- 15. THULEAU, P., J.I. SCHROEDER Y R. RANJEVA. 1998.** Recent advances in the regulation of plant calcium channels: evidence for regulation by G- proteins, the cytoskeleton and second messenger. Current Opinion Plant Biol. 1, 424- 427.
- 16. WHITE, P.J. 2001.** The pathways of calcium movement to the xylem. J. Expl. Bot. 52(358), 891-899.
- 17. WHITE, P.J. Y R.J. DAVENPORT. 2002.** The voltage- independent cation channel in the plasma membrane of wheat roots is permeable to divalent cations and be involved in cytosolic Ca²⁺ homeostasis. Plant Physiol. 130, 1386-1395.

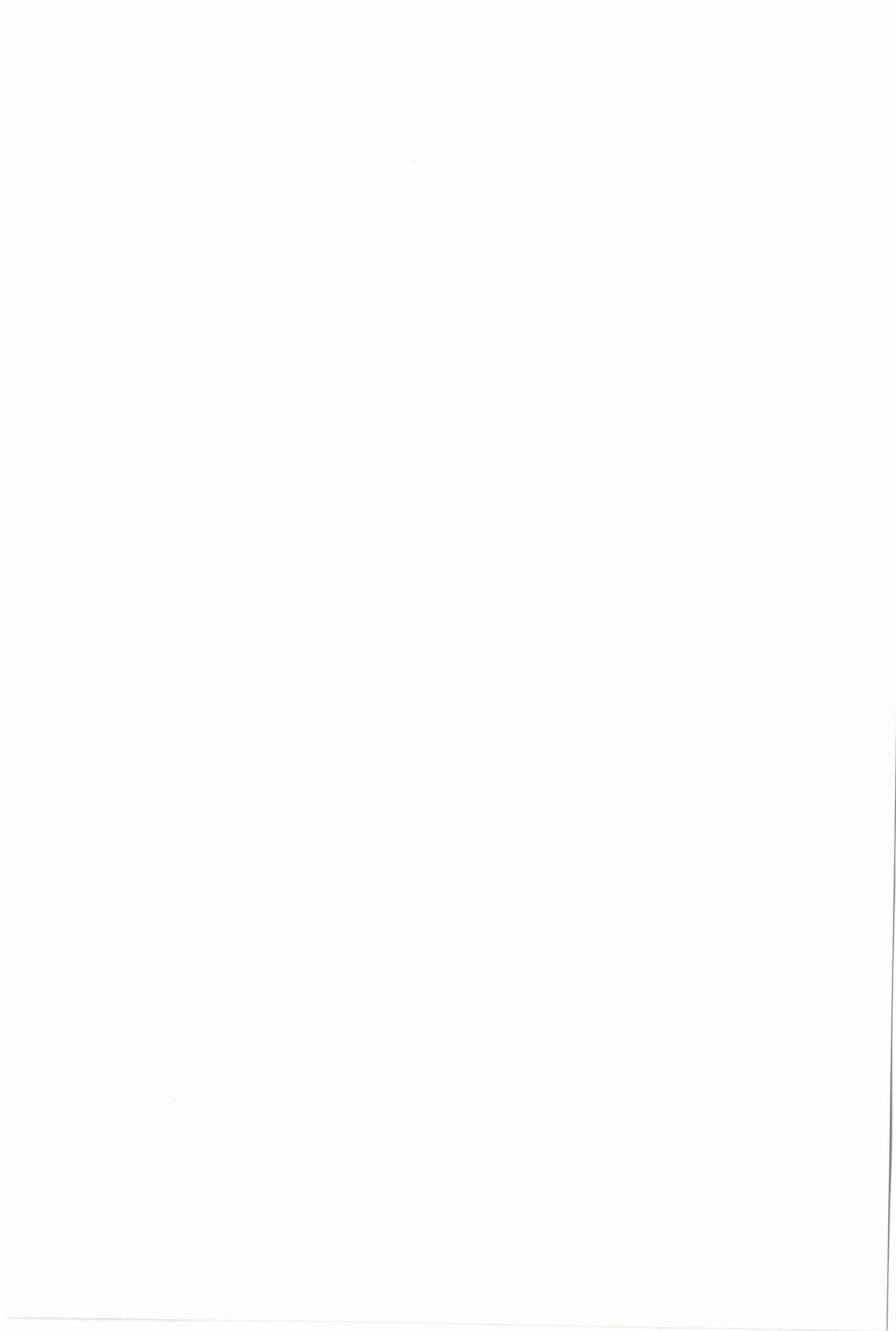


5.2. Link grafía

- a) **AGROMIL S.A 2010** Silicio en la agricultura disponible en <http://es.calameo.com/read/0041160803d48ea3387c9>
- b) **AGRO-PERFECT S.A. SILICATO DE POTASIO SOLUBLE, 2009.** disponible en <http://www.agro-perfect.com/Pages/VioSil.htm>
- c) **BORDA O, BARÓN F y GÓMEZ M, 2007.** El silicio como elemento benéfico en avena forrajera (*Avena sativa L.*): Respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n2/v25n2a09.pdf>.
- d) **CAICEDO L y CHAVARRIAGA W, 2008.** Efecto De la aplicación de dosis de silicio sobre el desarrollo en almácigo de plántulas de café Variedad Colombia. Disponible en http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15%281%29_2.pdf.
- e) **Gad Provincia de Cotopaxi, 2014.** Canton Latacunga. Disponible en http://www.cotopaxi.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=2&Itemid=208
- f) **Google maps, 2014.** Disponible en <https://www.google.com.ec/maps/place/0%C2%B057'12.4%22S+78%C2%B035'33.2%22W/@-0.9535969,-78.5925198,199m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x0:0x0?hl=es>
- g) **GÓMEZ R, RODRÍGUEZ M, CÁRDENAS E, SANDOVAL M, 2006.** Fertilización foliar con silicio como alternativa contra la marchitez causada por *fusarium oxysporum* (sheld) en tomate de cáscara. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/609/60912111.pdf>.



- h) HORNA R, 2007.** Efectos del silicio en la nutrición vegetal Producción de silicio orgánico. Disponible en http://www.uteq.edu.ec/eventos/2007/congreso_bioteecnologia/bioteecnologia/archivos/832.pdf
- i) Kali.2010.** El magnesio en el suelo disponible en http://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/news/news_20101119_magnesio_en_suelo.html
- j) MIRAMONTES B, ARROYO L, ALVA M y ESPIRICUETA T, 2004.** Efecto del metasilicato de sodio sobre el crecimiento del cultivo de chicharo. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57322205>.
- k) QUERO E, 2008.** Silicio en la producción de chile. Disponible en <http://loquequero.com>.
- m) QUIMINET.2007.** La absorción del Magnesio por las plantas disponible en <http://www.quiminet.com/articulos/la-absorcion-del-magnesio-por-las-plantas-17604.htm>
- n) ROSEN TANTAU. 2008.** Catalogo de variedades de rosas. Disponible en http://www.rosen-tantau.com/cms/index.php?article_id=1&clang=2
- o) SILICIO. 2009** disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Silicio>



6. ANEXOS

Cuadro N° 20 Codificación y distribución de tratamientos

VARIEDAD I

REPETICION I				REPETICION II				REPETICION III			
S0	S3	S1	S2	S1	S2	S0	S3	S4	S3	S0	S1

VARIEDAD II

REPETICION I				REPETICION II				REPETICION III			
S3	S0	S1	S2	S1	S0	S3	S2	S0	S3	S1	S2

Cuadro N° 21 Resultados tamaño del tallo

repetición 1											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	65	67	77	57	52	52	72	54	63	57	61,6
v1 s1	60	63	69	68	72	57	69	58	63	66	64,5
v1 s2	62	66	52	61	71	57	64	63	58	64	61,8
v1 s3	73	73	60	62	72	63	59	59	67	63	65,1
v2 s0	69	69	61	67	70	73	58	58	69	62	65,6
v2 s1	64	65	76	80	85	50	62	62	71	65	68
v2 s2	60	76	51	73	81	63	50	79	66	63	66,2
v3 s3	56	58	73	75	55	66	53	62	63	64	62,5
repetición 2											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	72	53	73	59	49	56	57	52	53	63	58,7
v1 s1	64	68	68	69	54	70	54	63	56	71	63,7
v1 s2	67	57	65	65	66	60	68	58	58	62	62,6
v1 s3	62	58	61	71	69	70	66	63	54	57	63,1
v2 s0	68	77	61	74	55	59	56	52	63	73	63,8
v2 s1	66	69	57	59	51	65	62	56	55	66	60,6
v2 s2	61	61	55	63	48	65	60	59	61	57	59
v3 s3	59	60	60	65	55	80	61	61	70	67	63,8
repetición 3											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	62	55	60	64	61	58	62	61	59	60	60,2
v1 s1	75	73	64	62	55	55	64	68	62	67	64,5
v1 s2	79	70	76	74	64	65	70	64	55	56	67,3
v1 s3	70	63	58	63	53	66	66	62	70	56	62,7
v2 s0	72	83	63	68	63	67	65	78	74	65	69,8
v2 s1	72	72	74	62	73	56	54	53	70	59	64,5
v2 s2	59	52	77	72	58	61	64	74	64	64	64,5
v3 s3	59	68	82	59	73	58	70	63	68	65	66,5



Cuadro N° 22 Resultados tamaño del botón

repetición 1											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	5,8	5,4	5,5	5,3	5,2	5,3	5,6	5,2	5,4	5,3	5,4
v1 s1	5,2	5,3	5,9	5,7	5,6	5,4	5,4	5,3	5,4	5,5	5,47
v1 s2	5,6	5,2	5,4	5,6	5,9	5,2	5,5	5,6	5,3	5,5	5,48
v1 s3	5,7	6,2	5	5,5	5,8	5,3	5,5	5,9	5,7	5,5	5,61
v2 s0	5,6	5,8	5,3	5,4	5,2	6	5,4	5,7	5,6	5,5	5,55
v2 s1	4,8	5	5,1	5,8	5,7	6	6,3	6,2	5,7	5,5	5,61
v2 s2	5,1	5,5	4,8	6,2	5,7	5,3	5,4	5,9	5,6	5,6	5,51
v3 s3	5,3	5,3	5,6	6,2	5,4	5,7	5,2	5,5	5,8	5,7	5,57
repetición 2											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	5,5	5,5	5,4	5,4	5,2	5,4	5,4	5,5	5,4	5,7	5,44
v1 s1	5,5	5,5	5,6	5,8	5,3	5,8	5,4	5	5,3	5,7	5,49
v1 s2	5,5	5,3	5,5	5,3	5,4	5,2	5,5	5,3	5,5	5,4	5,39
v1 s3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,7	5,6	5,6	5,5	6	5,3	5,5
v2 s0	5,4	5,9	5,8	5,4	5,3	5,3	5,1	5,6	5,5	5,8	5,51
v2 s1	8,5	5,5	5,3	5,3	4,9	5,4	5,4	5,6	5,7	5,7	5,73
v2 s2	5,6	5,6	5,1	5,9	5,4	5,5	5,5	6	5,7	5,4	5,57
v3 s3	5,1	5,4	5,6	5,3	4,9	5,4	4,7	4,5	5,9	5,5	5,23
repetición 3											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	5,5	5,7	5,6	5,7	5,7	6	5,7	5,6	5,7	5,5	5,67
v1 s1	5,1	5,8	5,4	5,9	5	5,6	6	5,5	5,6	5,4	5,53
v1 s2	5,8	5,4	5,9	5,8	5,5	5,5	5,1	5,3	5	5,4	5,47
v1 s3	5,8	5,7	5,5	5,2	5,5	5,5	5,2	5,4	5,6	5,4	5,48
v2 s0	5,3	5,7	5,3	5,2	5,6	5,4	5,3	5,7	5,5	5,2	5,42
v2 s1	5,4	5,5	5,1	4,9	5,8	5,8	5,7	5,9	5,6	5,4	5,51
v2 s2	5,4	4,8	5,2	5,5	5,6	6,3	5,8	6,1	5,7	5,6	5,6
v3 s3	5,7	5,9	5,7	5,4	5,8	5,3	5,6	5,5	5,7	5,5	5,61

Cuadro N° 23 Resultados peso

repetición 1											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	70	70	65	65	52	45	65	57	63	59	61,1
v1 s1	65	65	75	60	65	62	68	60	62	68	65
v1 s2	70	75	55	60	70	59	50	71	56	61	62,7
v1 s3	70	90	45	60	75	53	40	58	65	57	61,3
v2 s0	80	90	71	70	80	71	54	55	73	69	71,3
v2 s1	65	50	73	110	100	60	58	59	78	65	71,8
v2 s2	59	80	45	80	70	60	55	80	65	60	65,4
v3 s3	55	53	55	70	42	75	45	57	55	65	57,2
repetición 2											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	70	65	80	55	50	70	59	45	55	50	59,9
v1 s1	60	75	60	65	60	70	62	52	50	70	62,4
v1 s2	80	60	70	62	60	63	65	60	52	63	63,5
v1 s3	70	50	65	77	55	65	80	65	70	58	65,5
v2 s0	75	82	80	60	50	58	48	50	64	80	64,7
v2 s1	80	75	55	60	55	45	50	60	55	65	60
v2 s2	57	80	59	68	50	70	60	55	66	58	62,3
v3 s3	50	52	60	65	50	75	50	50	80	70	60,2
repetición 3											
interacciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
v1 s0	65	60	60	65	62	65	55	62	65	58	61,7
v1 s1	53	70	61	68	40	52	58	48	59	53	56,2
v1 s2	80	75	90	90	65	63	55	55	40	42	65,5
v1 s3	85	60	50	60	45	65	61	59	60	50	59,5
v2 s0	72	95	60	55	58	65	60	85	72	58	68
v2 s1	68	60	68	65	68	53	55	60	68	56	62,1
v2 s2	60	50	65	72	60	63	45	72	60	60	60,7
v3 s3	62	72	90	60	68	52	59	55	67	62	64,7

100

Cuadro N° 24 Resultados absorción de nutrientes

tratamiento	repeticiones	datos	nutrientes				
			N	P	K	Ca	Mg
1	1	61,1	0,344	0,033	0,164	0,191	0,04
2	1	65	0,435	0,04	0,199	0,212	0,047
3	1	62,7	0,331	0,031	0,191	0,165	0,047
4	1	61,3	0,332	0,033	0,202	0,168	0,049
5	1	71,3	0,392	0,049	0,236	0,167	0,049
6	1	71,8	0,406	0,066	0,226	0,178	0,047
7	1	65,4	0,423	0,037	0,163	0,148	0,041
8	1	57,2	0,392	0,038	0,157	0,117	0,037
1	2	59,9	0,338	0,033	0,161	0,188	0,039
2	2	62,4	0,417	0,039	0,191	0,203	0,046
3	2	63,5	0,335	0,031	0,194	0,167	0,048
4	2	65,5	0,355	0,035	0,216	0,179	0,053
5	2	64,7	0,356	0,044	0,214	0,151	0,044
6	2	60	0,34	0,055	0,189	0,171	0,039
7	2	62,3	0,403	0,036	0,155	0,141	0,039
8	2	60,2	0,413	0,04	0,165	0,123	0,039
1	3	61,7	0,348	0,034	0,166	0,193	0,04
2	3	56,2	0,376	0,035	0,172	0,183	0,041
3	3	65,5	0,345	0,032	0,2	0,173	0,05
4	3	59,5	0,322	0,032	0,196	0,163	0,048
5	3	68	0,374	0,046	0,225	0,159	0,046
6	3	62,1	0,351	0,057	0,195	0,151	0,041
7	3	60,7	0,393	0,035	0,151	0,138	0,038
8	3	64,7	0,444	0,043	0,178	0,132	0,042

Cuadro N° 25 Costos de comercialización para diferentes tamaños de tallos de

rosas.

Tamaño de tallos (cm)	Costo /tallo (dolares)
Tallos de 40cm	Sin valor comercial*
Tallos de 50cm	0.18
Tallos de 60cm	0.20
Tallos de 70cm	0.20
Tallos de 80cm	0.22

* Son tallos que no se exportan en fincas pequeñas, aunque pueden comercializarse en el mercado nacional.

Cuadro N° 26 Promedio de tallos cosechados por tamaño.

Tamaño Dosis de SIKLON	40	50	60	70	80
0cc/lit	0,167	3,334	4,334	2	0,167
2cc/lit	0	2,833	4,834	2	0,334
4cc/lit	0,167	2,667	5	2	0,167
6cc/lit	0	2,834	4,834	2	0,334

Cuadro N° 27 ingresos por tallos cosechados (dólares).

Tamaño Dosis de SIKLON	40	50	60	70	80	Total	Ha/80000 plantas
0cc/lit	0	0,6	0,867	0,4	0,037	1,867	14936
2cc/lit	0	0,51	0,967	0,4	0,073	1,95	15600
4cc/lit	0	0,48	1	0,4	0,037	1,917	15336
6cc/lit	0	0,51	0,967	0,4	0,073	1,95	15600

Cuadro N° 28 cantidades de SIKLON utilizadas por tratamiento.

Dosis de SIKLON	Tanque/120 lt	Tratamiento	Planta	Total 4 aplicaciones
2cc/lit	240cc	40cc	0,167cc	960cc
4cc/lit	480cc	80cc	0,333cc	1920cc
6cc/lit	720cc	120cc	0,5cc	2880cc

Cuadro N° 29 costos de los tratamientos que recibieron la aplicación de SIKLON (dólares).

Dosis de SIKLON	Tanque	Tratamiento	Planta	Total	Total ha	Total ha/mes
2cc/lit	2,49	1,66	0,007	9,96	553,3	184.43
4cc/lit	4,98	3,32	0,014	19,92	1107	369
6cc/lit	7,47	4,98	4,98	29,88	1660	553.33



Cuadro N° 30 Costos de producción por hectárea al año.

detalle	Tipo de costos		
	C. fijos	C. variables	
Mano de obra directa	43578		
Mano de obra indirecta		3235	
Almuerzo personal	6004		
Ropa de trabajo	263		
Agasajo personal	400		
Insumos agrícolas		16524	
Material de empaque		12991	
Útiles y materiales		631	
Depreciaciones y amortizaciones	5300		
Comunicaciones	168		
Mantenimiento y reparación	736		
Gastos administrativos	6089		
Gastos no operacionales	1500		
TOTAL EGRESOS	64038	33381	97419

Foto 1. Variedad Vendela



[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. No specific content can be transcribed.]

Foto 2. Variedad Freedom



Foto 3. Yemas en estado arroz o alverja



Foto 3. Pinch



Foto 4. Etiquetado



Foto 5. Aplicación del Producto (Silicio)



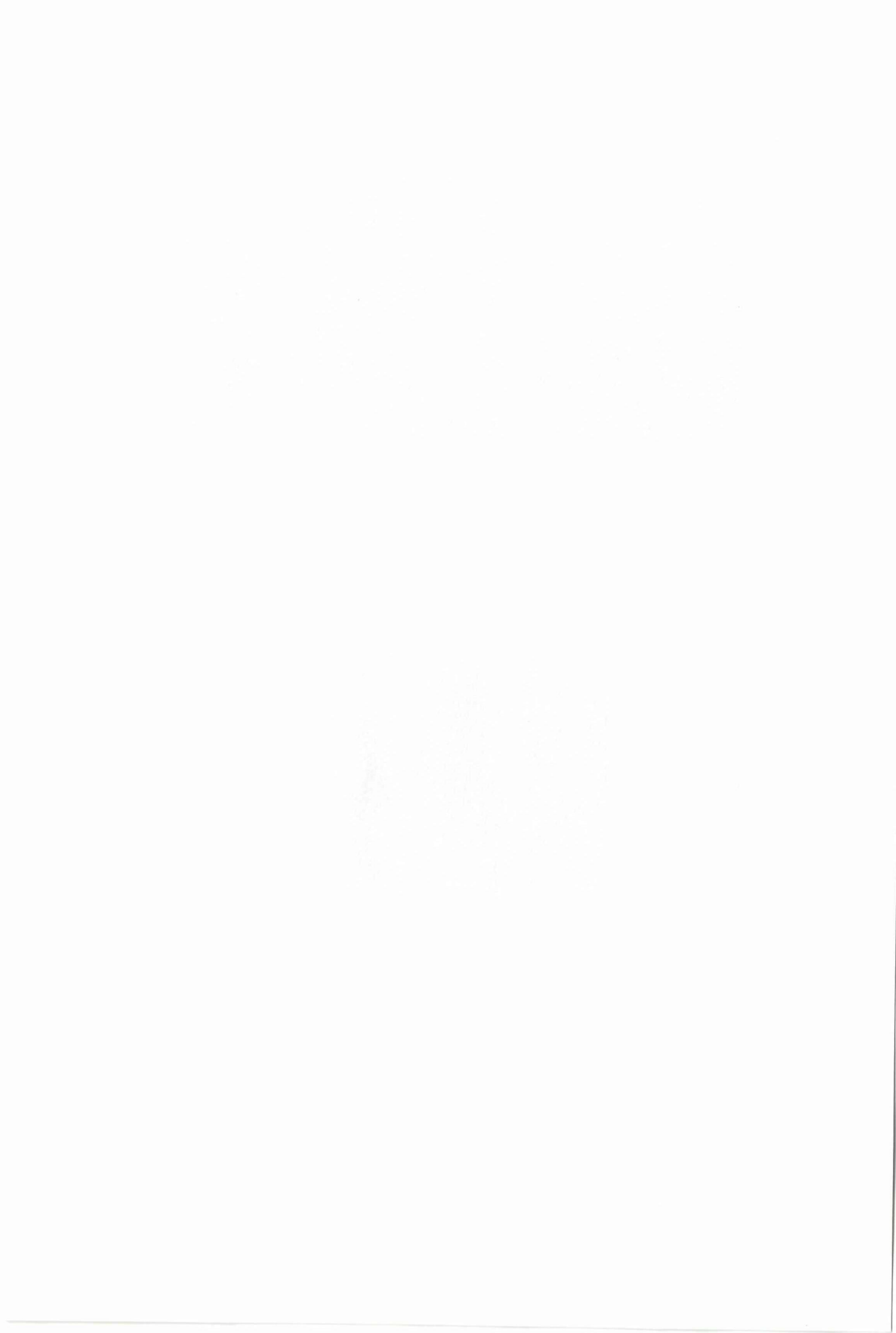


Foto 6. Recoleccion y pesaje de las muestras

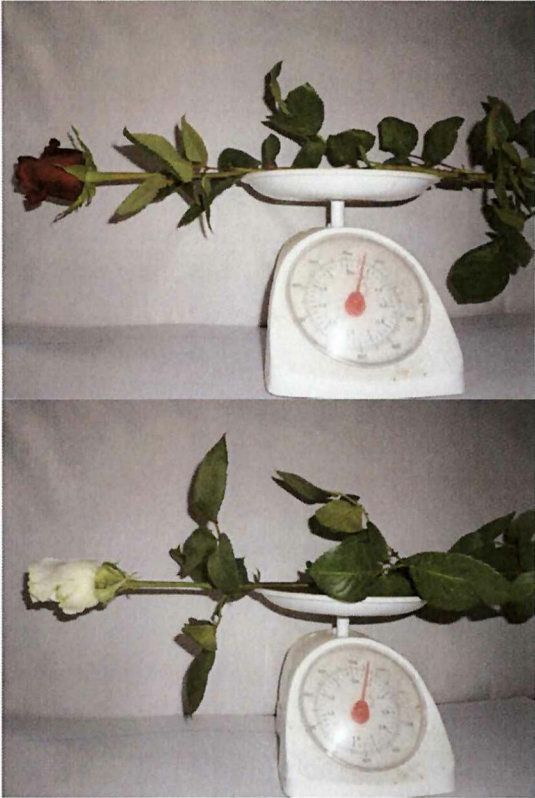


Foto 7. Medición del largo del tallo

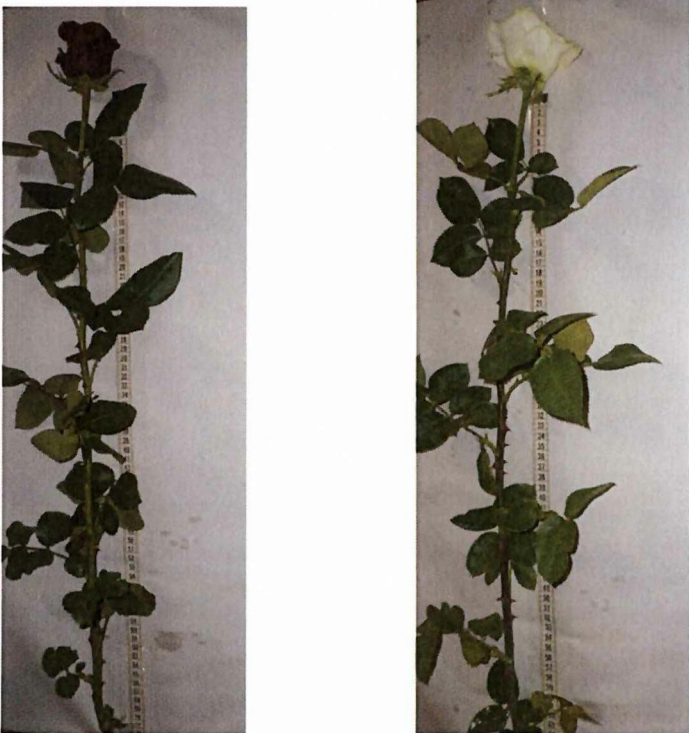




Foto 8. Medición del botón floral

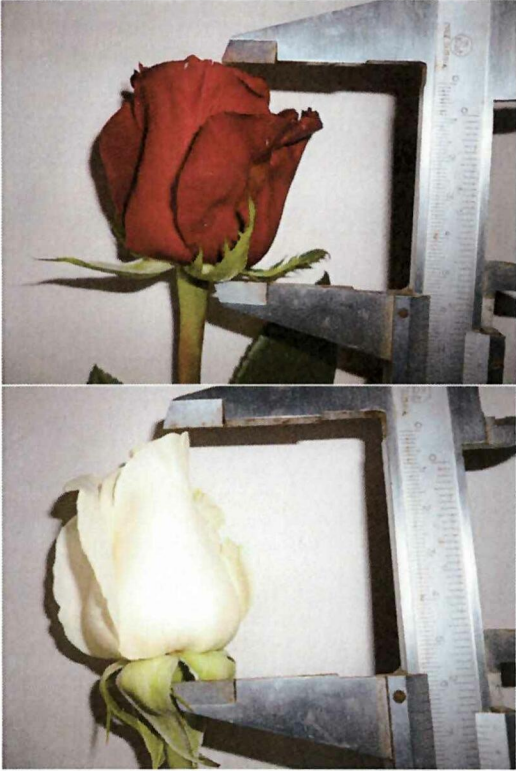


Foto 9. Embalaje de las muestras que serán enviadas al laboratorio



