



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

**“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE  
PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE  
NITRÓGENO”**

**Autor:**

**JONNATHAN DIEGO VILLOTA PÉREZ**

**Directora:**

**Q.F. MARTHA MORA GUTIÉRREZ, MSc.**

**ECUADOR**

**2014**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

La presente tesis de grado titulada: “**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO**”, realizada por **Jonnathan Diego Villota Pérez**, bajo la dirección de la **Q.F. Martha Mora Gutiérrez, MSc.**, ha sido aprobada y aceptada por el Tribunal de Sustentación, con la calificación de: 10 - 10 - 10 puntos, equivalentes a sobresaliente, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN:**

Q.F. Martha Mora Gutiérrez, MSc.  
PRESIDENTA

Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL

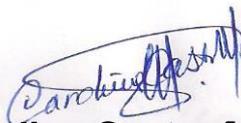
Ing. Agr. Carlos Ramírez Aguirre, MSc.  
EXAMINADOR PRINCIPALIZADO

Guayaquil, 04 de diciembre de 2014

## CERTIFICADO DEL GRAMÁTICO

Ing. Carolina Castro Mendoza, con domicilio ubicado en la ciudad de Guayaquil, por el presente CERTIFICO: Que he revisado la tesis de grado elaborada por el señor JONNATHAN DIEGO VILLOTA PÉREZ, previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo, cuyo tema es: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”.

LA TESIS DE GRADO ARRIBA SEÑALADA HA SIDO ESCRITA DE ACUERDO A LAS NORMAS GRAMATICALES Y DE SINTAXIS VIGENTES DE LA LENGUA ESPAÑOLA.



Ing. Carolina Castro Mendoza

C.I. 0919052175

N°. Registro SENESCYT: 1006-11-1071409

La responsabilidad de las investigaciones, resultados y conclusiones planteadas en la presente tesis, es exclusiva del autor.



---

Jonnathan Diego Villota Pérez

Telf. 0997095059

E-mail: [jonnathandiego1985@hotmail.com](mailto:jonnathandiego1985@hotmail.com)

## **DEDICATORIA**

A mi esposa, Mariela Cecilia León Gómez, por estar a mi lado dándome todo el apoyo incondicional.

A mi madre, Melba Flora Pérez Medina, por haberme dado la vida y cariño de padre y madre.

A mi hijo, Diego Iván Villota León, por ser la razón de conseguir este logro.

A mi suegra, Eva de Jesús Gómez Matute, por el apoyo incondicional que recibí durante todo el tiempo de mi carrera profesional.

A mis hermanos, por sus consejos y ayuda que recibí en toda mi etapa universitaria.

A mi cuñada, Catalina León Gómez, por el apoyo que me brindó durante mi periodo estudiantil.

## AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a DIOS, por la vida y todas las bendiciones otorgadas.

El autor deja constancia de sus sinceros agradecimientos a las siguientes instituciones y personas:

A la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Paralelo Guayaquil, por haberme acogido en los cinco años de estudios, en sus aulas.

A la Dra. Martha Mora Gutiérrez, MSc., directora de esta tesis, por su apoyo y orientación.

Al Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire, MSc., subdecano de la Facultad, por su incondicional ayuda.

Al Ing. Agr. Carlos Becilla Justillo, Mg. Ed., decano y catedrático de la Facultad, por las enseñanzas impartidas dentro y fuera del aula.

Al Sr. Freddy Estuardo González González, dueño del predio en donde se realizó el experimento.



**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS**

**TÍTULO:** “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”.

**AUTOR:**  
Jonathan Diego Villota Pérez

**DIRECTORA:**  
Q.F. Martha Mora Gutiérrez, MSc.  
**REVISORES:**  
Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.  
Ing. Agr. Carlos Ramírez Aguirre, MSc.

**INSTITUCIÓN:**  
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

**FACULTAD:**  
CIENCIAS AGRARIAS

**CARRERA:** Ingeniería Agronómica

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

**Nº. DE PÁGS.:**

**ÁREAS TEMÁTICAS:** composte agronómico, cultivo, producción.

**PALABRAS CLAVES:** niveles de nitrógeno, híbridos de pimiento.

**RESUMEN:** la presente investigación se realizó de julio/2013 a enero/2014, en una finca ubicada en el km 27 de la vía a Puerto Inca, parroquia Boliche, cantón Yaguachi, provincia del Guayas. El estudio se realizó en un área seleccionada de la finca y los objetivos fueron: 1) evaluar la influencia de los niveles de nitrógeno en el comportamiento agronómico de los híbridos a estudiar. 2) Seleccionar los híbridos con el mejor comportamiento agronómico, en función de los niveles de nitrógeno a investigar. 3) Realizar el análisis económico de los tratamientos. Hubo ocho tratamientos con diferentes dosis de urea. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial, con cuatro repeticiones. En la comparación de medias de tratamientos se trabajó con la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Las variables analizadas fueron: altura de planta, diámetro del tallo, días a la floración, número de flores, número de frutos/planta, longitud del fruto, diámetro del fruto, rendimiento (kg/ha) y días a la cosecha. Con los tres diferentes niveles (kg/ha) de nitrógeno se generó un mejoramiento agronómico en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.), híbridos Salvador y Quetzal. También se establecieron buenas alternativas para mejorar la producción y rentabilidad en el cultivo de pimiento. Conclusiones: 1) El híbrido Salvador presentó mayores promedios en: altura de planta, diámetro del tallo, longitud del fruto y diámetro del fruto. 2) Con el nivel de 180 kg/N/ha se obtuvo, en la mayoría de las variables, los mejores promedios en los híbridos Quetzal y Salvador. 3) De acuerdo al análisis de presupuesto parcial, la mejor tasa marginal de retorno (TMR) la obtuvo el híbrido Quetzal, con la aplicación de 180 kg/N/ha.

**Nº. DE REGISTRO (en base de datos):**

**Nº. DE CLASIFICACIÓN:**

**DIRECCIÓN URL (tesis en la web):**

**ADJUNTO URL (tesis en la web):**

**ADJUNTO PDF:**

SÍ

NO

**CONTACTO CON AUTOR:**

**Teléfono:**  
0997095059

**E-mail:**  
jonnathandiego1985@hotmail.com

**CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:**

**Nombre:** Universidad de Guayaquil – Ciencias Agrarias

**Teléfono:** 2288040

**E-mail:** ww.ug.edu.ec/facultades/cinciasagrarias.aspx

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen del pimiento.....	4
2.2 Descripción botánica.....	4
2.3 Cultivares de pimiento.....	5
2.3.1 Híbrido.....	6
2.4 Nitrógeno.....	7
2.4.1 Ciclo del nitrógeno.....	9
2.4.1.1 Tipos de procesos del nitrógeno.....	12
2.4.2 Efectos del nitrógeno.....	13
2.4.2.1 Efectos secundarios del abonado nitrogenado.....	13
2.4.3 Impacto ambiental del exceso de fertilizantes nitrogenados...	14
2.4.4 Tipos de fertilizantes nitrogenados.....	15
2.4.5 Fuentes de nitrógeno.....	17
2.4.6 Función del nitrógeno en la planta.....	17
2.4.7 El nitrógeno en el suelo.....	18
2.4.8 Factores que afectan la disponibilidad del nitrógeno.....	19
2.4.9 Elección del tipo de fertilizantes nitrogenados.....	19
2.4.10 Formas de aplicación del nitrógeno.....	20
2.4.11 Fuentes nitrogenadas.....	21
2.4.12 Manejo del nitrógeno en pimiento.....	21
2.4.13 Niveles de nitrógeno.....	22
2.4.13.1 Velocidad de crecimiento.....	22
2.4.13.2 Tamaño y salud.....	23
2.4.13.3 Niveles bajos de nitrógeno en el suelo.....	23
2.4.13.4 ¿Cómo se pierde el nitrógeno?.....	24

2.4.14 Recomendaciones generales para la aplicación y uso de los fertilizantes nitrogenados .....	24
2.4.15 Abonos nitrogenados simples.....	25
2.4.15.1 Abonos nítricos amoniacales.....	26
2.4.15.2 Urea .....	27
2.4.15.3 Amonio .....	28
<b>2.4.15.3.1 Sulfato de amonio .....</b>	<b>29</b>
2.4.15.4 Nitrato .....	29
<b>2.4.15.4.1 Nitrato amónico.....</b>	<b>30</b>
2.4.15.5 Productos de nutrición vegetal de especialidad que contienen nitrógeno.....	31
2.4.15.6 Los abonos nitrogenados de liberación lenta.....	32
2.4.15.7 Factores que influyen en el ritmo de liberación del nitrógeno .....	32
2.4.15.8 Inhibir el proceso natural del suelo para incrementar la eficiencia del nitrógeno.....	33
2.4.16 Dosis de nitrógeno.....	35
2.4.16.1 Cálculo de dosis.....	35
2.4.17 Épocas de aplicación.....	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1 Localización del ensayo .....	37
3.2 Características climáticas de la zona .....	37
3.3 Materiales y equipos .....	37
3.3.1 Otros materiales.....	38
3.3.2 Equipos.....	38
3.4 Métodos.....	38
3.4.1 Factores en estudio.....	38
3.4.2 Diseño de tratamientos .....	38
3.4.3 Diseño experimental y análisis de la varianza .....	39
3.4.4 Delineamiento experimental.....	40
3.5 Manejo del cultivo .....	41
3.5.1 Preparación del suelo.....	41
3.5.2 Realización del semillero.....	41

3.5.3 Manejo del semillero.....	41
3.5.4 Trazado de las parcelas .....	42
3.5.5 Trasplante .....	42
3.5.6 Riego.....	42
3.5.7 Tutoreo.....	42
3.5.8 Fertilización .....	42
3.5.9 Control de malezas .....	43
3.5.10 Control fitosanitario.....	43
3.5.11 Cosecha .....	43
3.6 Variables evaluadas .....	43
3.6.1 Altura de planta (cm).....	43
3.6.2 Diámetro del tallo (cm) .....	44
3.6.3 Días a la floración.....	44
3.6.4 Número de flores.....	44
3.6.5 Número de frutos por planta .....	44
3.6.6 Longitud del fruto (cm).....	45
3.6.7 Diámetro del fruto (cm).....	45
3.6.8 Rendimiento (kg/ha) .....	45
3.6.9 Días a la cosecha.....	46
3.6.10 Análisis económico.....	46
IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES .....	47
4.1 Altura de planta (cm).....	47
4.2 Diámetro del tallo (cm) .....	47
4.3 Días a la floración .....	48
4.4 Número de flores.....	48
4.5 Número de frutos por planta.....	49
4.6 Longitud del fruto (cm) .....	50
4.7 Diámetro del fruto (cm) .....	50
4.8 Rendimiento (kg/ha).....	51

4.9 Días a la cosecha.....	52
4.10 Análisis económico .....	52
V. DISCUSIÓN .....	61
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
VII. RESUMEN .....	65
VIII. SUMMARY .....	67
IX. LITERATURA CITADA .....	69
Anexos.....	75

## ÍNDICE DE CUADROS DE TEXTO

Cuadro 1.	Tratamientos estudiados	40
Cuadro 2.	Esquema del análisis de la varianza	41
Cuadro 3.	Promedios de ocho variables agronómicas obtenidas en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	55
Cuadro 4.	Presupuesto parcial del experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	60
Cuadro 5.	Análisis de dominancia	61
Cuadro 6.	Análisis marginal	61

## ÍNDICE DE FIGURAS DE TEXTO

Figura 1.	Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable altura de planta (cm).	56
Figura 2.	Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable diámetro del tallo (cm).	56
Figura 3.	Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable longitud del fruto (cm).	57
Figura 4.	Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable diámetro del fruto (cm).	57
Figura 5.	Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable número de frutos/planta.	58
Figura 6.	Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable rendimiento (kg/ha).	58
Figura 7.	Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable número de flores.	59

## ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXOS

Cuadro 1A.	Datos de la variable altura de planta (cm), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	77
Cuadro 2A.	Análisis de la varianza de la variable altura de planta (cm), obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	78
Cuadro 3A.	Datos de la variable diámetro del tallo (cm), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	79
Cuadro 4A.	Análisis de la varianza de la variable diámetro del tallo (cm), obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	80
Cuadro 5A.	Datos de la variable días a la floración, obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	81

Cuadro 6A.	Análisis de la varianza de la variable días a la floración, obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	82
Cuadro 7A.	Datos de la variable número de flores, obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	83
Cuadro 8A.	Análisis de la varianza de la variable número de flores, obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	84
Cuadro 9A.	Datos de la variable número de frutos/planta, obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	85
Cuadro 10A.	Análisis de la varianza de la variable número de frutos/planta, obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	86

Cuadro 11A.	Datos de la variable longitud del fruto (cm), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	87
Cuadro 12A.	Análisis de la varianza de la variable longitud del fruto (cm), obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	88
Cuadro 13A.	Datos de la variable diámetro del fruto (cm), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	89
Cuadro 14A.	Análisis de la varianza de la variable diámetro del fruto (cm), obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	90
Cuadro 15A.	Datos de la variable rendimiento (kg/ha), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	91
Cuadro 16A.	Análisis de la varianza de la variable rendimiento (kg/ha), obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.	92

## ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Figura 1A.	Croquis de campo del área experimental	93
Figura 2A.	Semillero	96
Figura 3A.	Semillero	96
Figura 4A.	Protección del semillero	97
Figura 5A.	Germinación del híbrido Quetzal	97
Figura 6A.	Germinación del híbrido Salvador	98
Figura 7A.	Selección de mejores plántulas	98
Figura 8A.	Trasplante del semillero al campo	99
Figura 9A.	Riego	99
Figura 10A.	Control de malezas en forma manual	100
Figura 11 A.	Días a la floración	100
Figura 12A.	Cosecha	101
Figura 13A.	Toma de datos	101
Figura 14A.	Peso del fruto	102

## I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de pimientos, sin tener en cuenta los destinados a producto en seco, se elevó en el año 2011 a casi 30 millones de toneladas, concretamente 29'939.029, según los datos de la FAO. El mayor productor es China, con 15,54 millones de toneladas, más de la mitad de la producción mundial. A China le sigue, aunque a larga distancia, México con 2,13 millones de toneladas; Turquía ocupa el tercer lugar con 1,97 millones de toneladas, mientras que España está en la sexta posición con 0,89 millones de toneladas. Los países que obtienen un mayor rendimiento de este cultivo (kilos por metro cuadrado) son: Bélgica, Holanda y Reino Unido (**HORTOINFO, 2011**).

En Ecuador se estima que se siembran alrededor de 1420 ha, con una producción que bordea las 6955 toneladas, y un rendimiento promedio de 4,58 ton/ha (**ECOAGRICULTOR, 2013**).

El pimiento es cultivado en el Litoral Ecuatoriano y en los valles Interandinos donde existen condiciones ecológicas favorables. Los rendimientos que se obtienen con los híbridos de crecimiento semideterminado fluctúan entre 20.000 y 25.000 kg/ha. Es demandado por los mercados locales y del exterior, y es importante en la agroindustria para la elaboración de deshidratados, conservas, congelados, encurtidos, etc. (**INIAP, 2008**).

El pimiento llegó a España en 1493, después del primer viaje de Cristóbal Colón a América. Los indígenas americanos lo llamaban chile, pero los españoles y los portugueses los llamaron pimientos o pimientos de Brasil. A partir del siglo XVI se empezó a cultivar en España y de ahí pasó a Italia y desde Italia llegó a Francia. Los portugueses se encargaron de hacerlo llegar al resto de Europa y al resto del mundo. Las variedades más grandes y carnosas, dulces o poco picantes que consumimos actualmente, empezaron a cultivarse a partir del siglo XX. **(EURORESIDENTES, 2006.)**

Según los datos del III Censo Nacional Agropecuario, el cultivo de pimiento en el Ecuador alcanza una superficie total de 956 hectáreas, aproximadamente. Las principales provincias productoras de pimiento son: Chimborazo, Loja y Península de Santa Elena. Existen distintas especies que difieren fundamentalmente en el número y color de las flores por inflorescencia, forma y tipo de frutos, duración del ciclo vegetativo, etc. Aunque hay muchas especies y numerosos tipos de pimiento, tanto dulces como picantes, en nuestro país se siembran los híbridos: California Wonder 4 puntas corto, Ketzal y Salvador 3 puntas largo, y además las variedades: Agronómica 10-G y Tropical Irazú mejorada **(SOLAGRO, 2006).**

Una de las posibles causas del bajo rendimiento del cultivo de pimiento en el Ecuador es el sistema de fertilización, por ello, en esta investigación se planteó la aplicación de tres niveles de nitrógeno, con la finalidad de evaluar su rendimiento por hectárea.

## **1.1 Objetivo general**

Generar alternativas tecnológicas sobre nutrición en hortalizas, para mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo de pimiento.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la influencia de los niveles de nitrógeno en el comportamiento agronómico adecuado de los híbridos a estudiar.
- Seleccionar los híbridos con mejor comportamiento agronómico, en función de los niveles de nitrógeno a investigar.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen del pimiento

El pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú en donde, además de *Capsicum annum* L., se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue llevado al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España **(ECOAGRICULTOR, 2013)**.

Su introducción en Europa y el mundo, con la colaboración de los portugueses, supuso un avance culinario ya que vino a complementar e incluso a sustituir otro condimento muy empleado como lo era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente **(ECOAGRICULTOR, 2013)**.

### 2.2 Descripción botánica

<b>Reino:</b>	vegetal
<b>Subreino:</b>	fanerógamas
<b>División:</b>	spermatophyta
<b>Subdivisión:</b>	angiospermae
<b>Clase:</b>	monocotiledónea
<b>Orden:</b>	Tubiflorae
<b>Familia:</b>	Solanaceae
<b>Género:</b>	<i>Capsicum</i>
<b>Especie:</b>	<i>annuum</i>
<b>Nombre común:</b>	pimiento
<b>Nombre científico:</b>	<i>Capsicum annum</i> , L. <b>(Zapata et al., 1992)</b>

El pimiento es un pequeño arbusto anual de 0,75 a 1,0 m de alto, perteneciente a la familia de las Solanáceas, que tiene un tallo frágil, erecto y verde, con ramas que se subdividen en dos partes, tiene las hojas grandes y de color verde intenso brillante de forma oblonga (más largas que anchas), lanceolada o globosa. Sus flores son escasas, de color blanco o blanco-amarillentas, y su propagación se realiza por semillas **(FAO, 2006)**.

Su densidad de siembra es aproximadamente de 30.000 plantas por hectárea. El inicio de la cosecha se da entre los 90 y 115 días después de la siembra y se prolonga durante dos o tres meses. Se adapta bien a los climas cálidos y no tolera las heladas. Es una planta de día corto y la temperatura para su mejor desarrollo está entre 21 y 26 °C, se debe procurar no bajar de 16 °C. Necesita de una precipitación de 1000 mm **(FAO, 2006)**.

### **2.3 Cultivares de pimiento**

A continuación se presentan las características de los cultivares que serán estudiados en la presente investigación:

#### **Híbrido Quetzal**

##### **Características:**

- Pimentón híbrido tipo Marconi, muy precoz.
- Planta media a grande, de aproximadamente 50 cm de altura.
- Se recomienda empalar.
- Follaje abundante que cubre bien los frutos.

- Frutos de aproximadamente 230 – 250 g de peso, que terminan en una punta, excelente color rojo vino y buena firmeza.
- Se cosecha aproximadamente a los 70 días después del trasplante.
- Resistencia a TMV (*Tomato mosaic virus*), PVY (*Potato virus Y*) y TEV (*Tobacco etch virus*).
- Excelente rendimiento **(SEMILLAS MAGNA C.A., 2013)**.

## **Híbrido Salvador**

### **Características:**

- Excelente pimentón híbrido para mercado, fresco, tipo lamuyo.
- Es una planta vigorosa, muy productiva.
- Frutos verdes – rojos, 3 – 4 cascotes, semiprecoz.
- Posee paredes gruesas y de muy buen sabor.
- Planta de porte medio, protege muy bien sus frutos de los golpes de sol.
- Planta de alto rendimiento **(SEMILLAS MAGNA C.A., 2013)**.

En estudios realizados en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) con aplicación de soluciones nutritivas dieron rendimientos en los híbridos Quetzal de 37.938 kg/ha y Salvador de 36.011 kg/ha, con una media general de 29.373,45 kg/ha **(González y López, 2011)**.

### **2.3.1 Híbrido**

Un híbrido se considera al descendiente del cruce entre especies, géneros o, en casos raros, familias distintas. Como definición más

imprecisa puede considerarse también un híbrido aquel que procede del cruce entre progenitores de subespecies distintas o de variedades de una especie **(OFORIA, 2007)**.

## **2.4 Nitrógeno**

Es un nutriente esencial para el crecimiento de los vegetales ya que es un constituyente de todas las proteínas. Es absorbido por las raíces generalmente bajo las formas de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ . Su asimilación se diferencia en el hecho de que el ión nitrato se encuentra disuelto en la solución del suelo, mientras que gran parte del ión amonio está absorbido sobre las superficies de las arcillas. El contenido de nitrógeno en los suelos varía en un amplio espectro, pero valores normales para la capa arable son del 0,2 al 0,7 %. Estos porcentajes tienden a disminuir acusadamente con la profundidad. El nitrógeno tiende a incrementarse al disminuir la temperatura de los suelos y al aumentar las precipitaciones atmosféricas **(García y Dorronso, 1995)**.

Como resultado, en el suelo podemos encontrar: nitrógeno orgánico (proteínico, ácidos nucleicos, azúcares,...) e inorgánico ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  ...), siendo el orgánico, generalmente, el más abundante (del 85 al 95 % son valores normales) **(García y Dorronso, 1995)**.

El nitrógeno es el motor del crecimiento de las plantas. Como constituyente esencial de las proteínas participa en todos los procesos principales de crecimiento de las plantas. Es un elemento constitutivo de los aminoácidos y de los ácidos nucleicos, proteínas, clorofila y de numerosas sustancias secundarias como los

alcaloides. Es un componente importante del protoplasma y de aquellos constituyentes responsables de almacenar y transferir la información genética en las células: los cromosomas, genes y ribosomas.

También como constituyente de las enzimas, el nitrógeno participa en las reacciones enzimáticas en las células y por lo tanto desempeña un rol muy activo en el metabolismo de la energía. Ningún otro elemento lo puede reemplazar en ninguna de sus funciones. La falta de nitrógeno siempre disminuye la síntesis de proteínas, lo que afecta el crecimiento.

El nitrógeno es absorbido por las plantas en forma de iones ( $\text{NH}_4$  y  $\text{NH}_3$ ) a través de las raíces o de las hojas. También hay compuestos orgánicos nitrogenados que pueden servir de fuente de N (**RED AGRÍCOLA, 2013**).

Las plantas que contienen ureasa, como algunos frijoles, pueden usar urea directamente como fuente de nitrógeno. También se ha determinado que la disponibilidad de nitrógeno juega un rol clave en la síntesis de fitohormonas, como giberelinas o citoquininas.

La atmósfera se compone de un 78 % de nitrógeno y cerca del 99 % de todo el nitrógeno en la tierra es dinitrógeno atmosférico ( $\text{N}_2$ ). Este gas, sin embargo, no está disponible para las plantas porque no reacciona con otras moléculas bajo condiciones normales. Sólo un 1 % del nitrógeno en la tierra está en una forma reactiva. Sin ese nitrógeno en forma reactiva no habría vida en la tierra, al menos en la forma que la conocemos.

Algunas bacterias pueden fijar dinitrógeno y algunas de ellas establecen relaciones simbióticas con algunas plantas (Ej. leguminosas). El nitrógeno también se fija industrialmente a través del proceso llamado Haber-Bosch, que es la base para la producción de fertilizantes nitrogenados **(RED AGRÍCOLA, 2013)**.

El abono nitrogenado es una de las principales prácticas agronómicas que regula la productividad de las plantas y la calidad de los frutos. Esta práctica ha estado considerada durante mucho tiempo como un instrumento necesario para incrementar la productividad. Las últimas investigaciones han ayudado a conocer mejor el papel que ejerce el nitrógeno en el proceso vegetativo y productivo **(Padilla, 1979)**.

Entre las principales funciones tenemos: formar la clorofila, aminoácidos, proteínas, enzimas, síntesis de carbohidratos. Además, es la base del crecimiento y desarrollo, y uno de los elementos que en mayor cantidad demandan las plantas **(Padilla, 1979)**.

La urea, amonio y nitrato son las tres formas principales de nitrógeno en los fertilizantes nitrogenados que sufrirán diferentes procesos una vez que se encuentren en la solución del suelo **(SQM, 2013)**.

#### **2.4.1 Ciclo del nitrógeno**

Tiene una gran diferencia con el ciclo del fósforo. En este último la incorporación del nutriente depende principalmente del agregado de fertilizantes fosfatados, por ser muy pobre el aporte de los restos vegetales. El nitrógeno, cuya fuente principal es el aire (sobre 1 ha

se encuentra un equivalente a 80.000 toneladas de nitrógeno), se incorpora al suelo de diferentes maneras:

- a. Por la fijación producida por los rizobios (bacterias nitrificantes del género ***Rhizobium***) que se encuentran en las raíces de las leguminosas (200 - 400 kg/ha/año).
- b. Por las bacterias libres que fijan 6 - 10 kg/ha/año.
- c. Por lluvia, 4 - 10 kg/ha/año.
- d. Por restos vegetales.
- e. Excretas del ganado **(Amadeo, 2013)**.

Así como hay aportes también existen extracciones (consumo por las plantas, lavado, etc.). Según se maneje este balance habrá mayor o menor disponibilidad de nitrógeno dentro del sistema. Varios de estos elementos pueden ser manejados por el hombre (rotaciones agrícolas-ganaderas y de cultivos, incorporación de rastrojos, cantidad de labranzas, aplicación de fertilizantes, etc.) de allí la responsabilidad del productor en mantener al suelo fértil, activo biológicamente y proveedor permanente de nutrientes.

La disponibilidad de nitrógeno que puedan consumir las raíces depende de las cantidades agregadas por los fertilizantes y las liberadas por la materia orgánica. El equilibrio entre la mineralización e inmovilización del nitrógeno y las pérdidas del terreno (lavado, consumo, gases, etc.) influyen sobre el balance de las reservas **(Amadeo, 2013)**.

La mineralización es simplemente la conversión del nitrógeno orgánico a la forma mineral.

La inmovilización es la transferencia del nitrógeno inorgánico o mineral a la forma orgánica.

El predominio de uno u otro proceso depende de la relación carbono/nitrógeno (C/N) del material en descomposición. Cuando hay más celulosa (rastros de maíz, trigo, etc.), con una relación 30/1, se favorece la inmovilización.

La materia orgánica en el suelo puede agruparse en dos categorías:

- a. Humus (lenta descomposición).
- b. Restos orgánicos (por ejemplo, restos de cosecha de rápida descomposición). Para descomponer estos restos vegetales (que pueden reponer alrededor del 50 % del nitrógeno contenido en ellos) son necesarios microorganismos que requieren de nitrógeno (**Amadeo, 2013**).

Si los materiales incorporados contienen poco nitrógeno con respecto al carbono del suelo (paja de trigo, maíz, etc.) estos microorganismos tomarán nitrógeno del suelo para descomponerlos, por lo que existirá un déficit de nitrógeno. En cambio, si los restos orgánicos contienen mucho nitrógeno (pastura) no habrá retención del nitrógeno (**Amadeo, 2013**).

Cuando los rastros son incorporados tarde, la futura siembra se verá afectada, pues la población bacteriana necesitará nitrógeno para su crecimiento y descomposición de los restos vegetales. Por ello es tan importante incorporar el rastrojo bien temprano. El tiempo que requiere en este ciclo depende de la cantidad y calidad del material incorporado, del suministro de nitrógeno utilizable, de la temperatura y de la humedad del suelo.

Sin embargo, en los últimos años, debido a la intensificación de la agricultura, se han producido reducciones en la materia orgánica (ciclo de nitrógeno negativo), en nutrientes, etc., por lo que la fertilización se ha convertido en una imperiosa necesidad. Incluso se hace más indispensable aún en la siembra directa, porque al implantar los cultivos sin mover el suelo, los déficits de nutrientes se hacen más evidentes (**Amadeo, 2013**).

#### **2.4.1.1 Tipos de procesos del nitrógeno**

Básicamente el ciclo del nitrógeno se compone de cuatro tipos de procesos:

**Fijación del nitrógeno molecular.-** Puede realizarse bajo diferentes vías.

**Fijación biológica simbiótica.-** El nitrógeno atmosférico es fijado en el suelo por ciertos microorganismos que actúan de manera simbiótica con las plantas (actúan como plantas hospedadoras, preferentemente las leguminosas). El mecanismo es complejo, básicamente se admite que el  $N_2$  es transformado a  $NO_3^-$  por la actividad de bacterias del género *Rhizobium* y es incorporado a estos organismos bajo la forma de aminoácidos. En ausencia de fertilizantes, este es el proceso esencial para el crecimiento de las plantas (**García y Dorronso, 1995**).

**Fijación biológica asimbiótica.-** Ciertos microorganismos pueden fijar nitrógeno sin recurrir a comportamientos simbióticos. Se trata de microorganismos heterótrofos frente al carbono y tienen que tomar el nitrógeno de los azúcares, almidón, celulosas.

**Fijación no biológica.**- El nitrógeno puede ser arrastrado directamente al suelo por las aguas de lluvia. Representa una vía muy poco importante frente a la fijación biológica **(García y Dorronso, 1995)**.

## **2.4.2 Efectos del nitrógeno**

El nitrógeno (N) es un nutriente de gran importancia debido a su presencia en las principales biomoléculas de la materia vegetal. Si agregamos el hecho de que los suelos de cultivo suelen soportar un déficit de este elemento, tendremos que, junto al potasio (K) y el fósforo (P), es uno de los elementos claves en la nutrición mineral.

A nivel mundial el nitrógeno es el nutriente que más limita las cosechas, y por ello, el que más se utiliza para fertilizar. Esto tiene implicaciones en contaminación ambiental por nitratos, y en consecuencia, la aplicación de dosis y frecuencia correcta de este nutriente es fundamental para el desarrollo sustentable de los cultivos.

Una buena forma de calcular la aplicación de nitrógeno consiste en determinar con exactitud las necesidades de cada cultivo, dependiendo de su etapa de desarrollo, mediante el análisis del tejido vegetal **(HORTALIZAS, 2013)**.

### **2.4.2.1 Efectos secundarios del abonado nitrogenado**

- Aportación de nutrientes, aparte del nitrógeno, como S, Mg, Ca, Na y B.

- Variación de la reacción del suelo (acidificación o alcalinización).
- Incremento de la actividad biológica del suelo con importantes efectos indirectos sobre la dinámica global de los nutrientes.
- Daños por salinidad y contaminación de acuíferos, causados por una dosificación muy alta.
- Daños causados por las impurezas y productos de descomposición.
- Efecto secundario, herbicida y fungicida de la cianamida cálcica. **(García y Dorronso, 1995).**

#### **2.4.3 Impacto ambiental del exceso de fertilizantes nitrogenados**

Las sales de nitrato son muy solubles, por lo que la posibilidad de que se produzca la lixiviación del anión es elevada y más teniendo en cuenta el bajo poder de adsorción que presentan la mayoría de los suelos para las partículas cargadas negativamente **(García y Dorronso, 1995).**

El problema ambiental más importante relativo al ciclo del N es la acumulación de nitratos en el subsuelo que, por lixiviación, pueden incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales. En estos medios los nitratos también actúan como fertilizantes de la vegetación acuática, de tal manera que, si se concentran, puede originarse la eutrofización **(enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema)** del medio.

La textura de los suelos es un factor importante en relación con la lixiviación. Cuanto más fina sea la textura, más capacidad de retención presentará **(García y Dorronso, 1995)**.

#### **2.4.4 Tipos de fertilizantes nitrogenados**

El nitrógeno añadido como abono puede estar como urea,  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$ . Este nitrógeno sigue los mismos modelos de reacción que el nitrógeno liberado por los procesos bioquímicos a partir de residuos de plantas.

- Así, la urea es sometida a la amonificación (formación de  $\text{NH}_4^+$ ) y nitrificación, previas para su utilización por los microorganismos y plantas.
- El amonio puede ser oxidado a  $\text{NO}_3^-$  y fijado por las partículas sólidas del suelo, o utilizado sin cambios por los microorganismos y las plantas.
- Los nitratos pueden ser absorbidos directamente por microorganismos y plantas o pueden perderse por volatilización y lavado **(U. Chile, 1999)**.

En cuanto a la nutrición, el pimiento es una planta muy exigente en nitrógeno durante las primeras fases del cultivo, decreciendo la demanda de este elemento tras la recolección de los primeros frutos verdes, debiendo controlar muy bien su dosificación a partir de este momento ya que un exceso retrasaría la maduración de los frutos **(ECOAGRICULTOR, 2013)**.

El nitrógeno (N) es un nutriente importante para la planta y es el más deficiente en los suelos. Las plantas contienen entre 10 y 40 g de N por kg de materia seca. Es absorbido por las plantas como iones de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

El nitrato es una fuente preferencial para el crecimiento de los cultivos, principalmente toman nitrato aun cuando se aplica  $\text{NH}_4$ , debido a la rápida acción microbial sobre el amonio en el suelo **(Leyton, 2003)**.

La deficiencia de nitrógeno disminuye el rendimiento y calidad, al limitar la síntesis de aminoácidos y clorofila. Los síntomas visuales de estrés por nitrógeno producen clorosis y senescencia de las hojas **(Marschner, 1995)**.

Se debe considerar que la mayor absorción de nutrientes ocurre en las primeras semanas de crecimiento (8 a 14), y nuevamente después de la primera cosecha. Por ello, altos niveles de nitrógeno son requeridos durante el estado inicial de crecimiento de la planta, con aplicaciones suplementarias después del estado inicial de fructificación **(Ramírez, 2000)**.

Los principales procesos que tienen lugar en el ciclo del nitrógeno se describen a continuación:

- Absorción de nitrógeno por la planta, del que parte vuelve al suelo después de la cosecha (raíces, tallos), y es aprovechado, o puede serlo, por los cultivos de la siguiente cosecha.
- Mineralización.- Transformación del nitrógeno orgánico del suelo en amonio, debido a la acción de los microorganismos, mientras

que la inmovilización es el proceso contrario. El balance entre ambos se denomina mineralización neta.

- Volatilización.- Emisión de amoníaco gaseoso desde el suelo a la atmósfera. Si los estiércoles no se incorporan al suelo, pierden una parte importante de nitrógeno que contienen en forma amónica.
- Nitrificación.- Transformación del amonio en nitrito y posteriormente en nitrato, debido a la acción de las bacterias aeróbicas del suelo.
- Deposición atmosférica.- Nitrógeno que en distintas formas contienen las precipitaciones procedentes de la lluvia.
- Lixiviación.- Arrastre, a través de la lluvia o riego, del nitrato no aprovechado por debajo de la zona radicular, produciendo la contaminación de las aguas subterráneas **(IGME, 2002)**.

#### **2.4.5 Fuentes de nitrógeno**

Es posible que la baja concentración de nitrógeno en el suelo se deba a un aporte inadecuado de este nutriente desde las diversas fuentes naturales. El nitrógeno de la atmósfera se introduce en el suelo gracias a la lluvia y los rayos. La materia orgánica presente en el suelo, como el estiércol o los residuos de la cosecha, también aporta nitrógeno. Otra fuente común son los fertilizantes comerciales **(Morgan, 2013)**.

#### **2.4.6 Función del nitrógeno en la planta**

El nitrógeno es un constituyente esencial en las células. Al ingresar en ellas se transforma en proteínas y luego en enzimas, y algunas

de ellas están en los cromosomas, resultando ser estos compuestos catalizadores y directores del metabolismo de la planta.

Además:

- Acelera la división celular.
- Acelera la elongación de las raíces y mejora en ellas la capacidad de absorber fósforo.
- Es componente de las vitaminas.
- Es necesario en la síntesis de clorofila, elemento primordial en la fotosíntesis para la formación de hidratos de carbono.
- Aumenta la producción de las cosechas y forrajes, etc. **(Amadeo, 2013)**.

#### **2.4.7 El nitrógeno en el suelo**

El nitrógeno bajo la forma de  $\text{NO}_3$  (nitrato) es absorbido por las plantas, siendo muy soluble en el agua. También se absorbe como amonio, pero generalmente en este estado se encuentra adherido a las partículas del suelo y luego se oxida pasando a la forma de nitratos para luego difundirse en la solución del suelo. Por esta característica se puede lavar (fuente de pérdidas) fácilmente en el perfil del suelo, siendo aprovechable solo por aquellas plantas que tienen un excelente sistema radicular **(Amadeo, 2013)**.

El nitrógeno en el suelo tiene gran movilidad horizontal o vertical, por lo tanto es menos móvil en los suelos pesados que en los arenosos. Por ello, es muy importante alejar el fertilizante nitrogenado de las líneas de siembra, pues se puede producir el "quemado" de ellas o efectos tóxicos, retrasando su crecimiento e incluso reduciendo los rendimientos **(Amadeo, 2013)**.

#### 2.4.8 Factores que afectan la disponibilidad de nitrógeno

1. **Humedad.-** Para que se cumplan los procesos bacterianos es necesaria una adecuada humedad del suelo.
2. **Temperatura.-** La nitrificación se inicia sobre el punto de congelación y aumenta hasta los 30 °C.
3. **Relación C/N.-** Cuando es muy alta se produce una falta temporaria de nitrógeno (N) para el cultivo.
4. **Masa de rastrojo.-** Se produce un efecto similar al anterior, cuando el volumen de los residuos es importante (**Amadeo, 2013**).

#### 2.4.9 Elección del tipo de fertilizantes nitrogenados

La elección depende de tres factores: las condiciones del suelo, el cultivo a fertilizar y aspectos económicos.

Con respecto al primer factor, es importante tener en cuenta:

- a. **La textura:** ya que en los suelos de textura gruesa (arenosos), con baja retención hídrica y alta permeabilidad se tienen grandes riesgos de pérdidas de nitrógeno por lixiviación (lavado). En esas condiciones es conveniente aplicar fertilizantes amoniacales u orgánicos y no los nitratos.

En suelos arcillosos poco permeables y muy húmedos conviene la aplicación de nitratos o cloruro de amonio.

- b. **Temperatura:** incide en el proceso de nitrificación. Con bajas temperaturas o prolongadas sequías conviene la aplicación de

nitratos de utilización rápida y directa. El uso de otros tipos puede acarrear un alto riesgo de volatilización, sobre todo con altas temperaturas.

- c. **pH:** influye también en el proceso de nitrificación. En suelos alcalinos los abonos amoniacales y amídicos pueden ser afectados en la nitrificación, acumulándose nitritos y volatilizándose amoníaco. Con pH ácidos hay mayores problemas con el uso de urea y amoniacales, salvo que para evitar el efecto acidificante se prefiera utilizar un nitrato cálcico. Aquí es posible pensar en el encalado.
- d. **Humedad:** cuando se utiliza amoníaco o urea en suelos secos, especialmente en aplicaciones superficiales, se corre el riesgo de volatilización. Con exceso de humedad puede haber grandes pérdidas por lixiviación (**Amadeo, 2013**).

El segundo factor es el cultivo. Algunas especies como el tabaco y el algodón muestran mayor preferencia por el aporte de nitratos. Otras, por su sistema radicular profundo, pueden aprovechar mejor el nitrógeno lixiviado. Por otro lado, cuando el cultivo se encuentre en etapas iniciales de su desarrollo se pueden utilizar fertilizantes amoniacales; en caso contrario, si se requiere una respuesta rápida, será conveniente el uso de nitratos. También influye la forma de aplicación, ya que si la misma es foliar se debe emplear productos no fitotóxicos (**Amadeo, 2013**).

#### **2.4.10 Formas de aplicación del nitrógeno**

Se puede incorporar en bandas; al voleo incorporado o al voleo en cobertura. Como el N tiene gran movilidad en el suelo, la aplicación

en la zona radicular no es crítica, para que este sea interceptado por las raíces la forma de aplicación dependerá del tipo de fertilizante, del momento de aplicación, de la dosis usada y de las condiciones del suelo y clima **(Amadeo, 2013)**.

#### **2.4.11 Fuentes nitrogenadas**

La descomposición de la materia orgánica (M.O.) suministra casi todo el N del suelo. Cada 1 % de M.O. entrega cerca de 20 kg de N por año, que es una cantidad insuficiente para la mayoría de los cultivos con altos rendimientos.

Por esta razón, las plantas no leguminosas deben ser fertilizadas con N para que se produzcan altos rendimientos.

La mayor parte de los fertilizantes nitrogenados provienen de la síntesis de amoníaco a partir del nitrógeno del aire y del gas natural **(Amadeo, 2013)**.

#### **2.4.12 Manejo del nitrógeno en pimiento**

El nitrógeno es el principal nutriente responsable del desarrollo del área foliar y debería estar, por consiguiente, presente desde las primeras fases de desarrollo de la planta hacia adelante. Dado el corto periodo en que puede tener lugar la absorción del mismo, el nitrógeno aplicado como fertilizante debe estar inmediatamente disponible para la planta en la forma de nitrato ( $N-NO_3^-$ ), porque el nitrato es la forma de nitrógeno que la planta prefiere absorber.

Se recomienda aplicar no más del 20 % del nitrógeno total como amonio y por lo menos el 80 % como nitrato **(SQM, 2013)**.

### **2.4.13 Niveles de nitrógeno**

Aunque el nitrógeno es un elemento muy común en la tierra, es el que con más frecuencia falta en la materia vegetal. Como las plantas únicamente son capaces de absorberlo de determinadas formas, un suelo suele ser considerado bajo en nitrógeno si no se le añaden fertilizantes nitrogenados.

La forma en que el nitrógeno penetra en el suelo, los procesos por los que desaparece y su cometido en el desarrollo de las plantas son datos que tanto los jardineros como los agricultores deben tener en cuenta para poder añadir las cantidades correctas de fertilizante, con el fin de conseguir los mejores resultados en el jardín y un óptimo rendimiento de los cultivos (**Morgan, 2013**).

#### **2.4.13.1 Velocidad de crecimiento**

Una de las principales ventajas para las plantas de que haya un nivel adecuado de nitrógeno en la tierra es el aumento de su velocidad de crecimiento. Cuando una planta tiene acceso a los nutrientes que necesita (sobre todo a una apropiada concentración de nitrógeno), su índice de crecimiento se ve afectado significativamente. Los cultivos suelen desarrollarse con más rapidez y las flores también alcanzan la madurez antes. La escasez de nitrógeno en el suelo puede conducir a la ralentización del crecimiento (**Morgan, 2013**).

#### **2.4.13.2 Tamaño y salud**

Si existe un nivel de nitrógeno adecuado en el suelo, la materia vegetal podrá alcanzar su máximo potencial durante la estación de crecimiento. Es decir, las plantas serán en general más grandes y sanas que aquellas que deban desarrollarse en una tierra con un nivel de nitrógeno inapropiado. Esto es especialmente importante cuando se trata del cultivo de alimentos, ya que el rendimiento se verá afectado positivamente por el contenido de nitrógeno del suelo.

Un nivel bajo podría dar lugar a la producción de frutas o verduras más pequeñas o más susceptibles a las enfermedades, por lo que la cantidad de producto que el agricultor podría vender o consumir se vería disminuida **(Morgan, 2013)**.

#### **2.4.13.3 Niveles bajos de nitrógeno en el suelo**

A menudo las plantas padecen una deficiencia de nitrógeno en suelos que tienen una gran cantidad de este nutriente. Esto ocurre porque el Nitrógeno no está disponible para las plantas debido a las por las condiciones del suelo. Por ejemplo, los suelos que tienen niveles de pH inferiores a 5,5 pueden exhibir deficiencias de nitrógeno, ya que este nutriente está menos disponible para las plantas en niveles de pH tan bajos.

Entre otros factores que pueden contribuir a una deficiencia de nitrógeno se incluyen: la filtración, la extracción de plantas, la erosión del suelo y la desnitrificación, que es particularmente perjudicial en plantas que se asientan sobre suelos saturados de agua **(Morgan, 2013)**.

#### **2.4.13.4 ¿Cómo se pierde el nitrógeno?**

Una de las principales formas por las que el nitrógeno se pierde en los suelos o deja de ser utilizado por las plantas es a través de las transformaciones. La desnitrificación, por ejemplo, provoca que el nitrógeno del suelo se pierda en la atmósfera.

Cuando el suelo permanece empapado durante un período prolongado y existe bastante materia orgánica para proporcionar energía a las bacterias, el nitrógeno del suelo se puede agotar. En un suelo empapado se puede producir también la lixiviación del nitrógeno en el sistema de aguas subterráneas, quedando fuera del alcance de las plantas que se encuentran en las capas superficiales.

El nitrógeno también se puede perder en suelos que tengan un pH elevado y estén a temperaturas altas, convirtiéndose en gas de amoníaco, a este cambio se le da el nombre de volatilización. Por último, la recogida de las cosechas, la erosión natural y la escorrentía también pueden provocar la eliminación del nitrógeno de los suelos **(Morgan, 2013)**.

#### **2.4.14 Recomendaciones generales para la aplicación y uso de los fertilizantes nitrogenados**

Para determinar la dosis necesaria de fertilizante nitrogenado en un cultivo habría que hacer la siguiente ecuación:

$$N \text{ a aplicar} = (N \text{ extraído por el cultivo}) - (N \text{ aportado por el suelo}) + (\text{pérdidas de N})$$

Esta ecuación es difícil de calcular exactamente, solo se puede tratar de estimarla, pero para ello se requiere disponer de mucha información (análisis del suelo en varios momentos) y cierta experiencia.

El N aportado por el suelo lo podemos estimar conociendo el contenido de M.O., la incidencia de los cultivos anteriores, la época y tipo de labores realizadas, el clima de la región, etc.

Las pérdidas de N las podemos estimar conociendo las lluvias, el manejo del suelo, la época de duración del barbecho, pendientes del lote, pH, etc.

Como vemos, esta determinación es muy compleja y para realizarla se requiere de experiencia, conocimiento previo de las respuestas locales e información de los factores antes mencionados. Por lo tanto, solo podemos dar recomendaciones orientativas, siempre partiendo de manera obligatoria desde el buen manejo del suelo y los cultivos, basándonos en el nivel de materia orgánica y la disponibilidad de nitratos (0 - 40 cm), según análisis del primero y las necesidades de los segundos (**Amadeo, 2013**).

#### **2.4.15 Abonos nitrogenados simples**

Los fertilizantes nitrogenados simples se aplican para completar los requerimientos nutricionales de los cultivos en momentos de máxima necesidad. El nitrógeno se considera factor de crecimiento y desarrollo y debe aplicarse para cubrir los momentos de necesidades intensas y puntuales, ya que interviene en la multiplicación celular y es necesario para la formación de compuestos esenciales, con lo que

su deficiencia tiene efectos irreversibles sobre el cultivo **(FERTIBERIA, 2011)**.

Los abonos nitrogenados simples son, fundamentalmente, abonos de cobertera aunque, debidamente manejados, pueden utilizarse para aportar nitrógeno antes de la siembra. No solo aportan nitrógeno sino que, en muchos casos, contienen azufre, magnesio, calcio, e incluso microelementos.

La elección del tipo de fertilizante depende de las necesidades de los cultivos, de las formas en las que se encuentre el nitrógeno, de las características edafoclimáticas, de los sistemas de cultivo y de los sistemas de riego **(FERTIBERIA, 2011)**.

#### **2.4.15.1 Abonos nítricos amoniacales**

Los fertilizantes nítricos amoniacales contienen el 50 % del nitrógeno en forma nítrica de asimilación inmediata, y el otro 50 % en forma de nitrógeno amoniacal, de más lenta asimilación por los cultivos ya que debe nitrificarse. Por los distintos contenidos en nitrógeno en que se presentan, del 22 al 33,5 %, y por su composición química, son fertilizantes muy versátiles que se pueden utilizar en la cobertera de todos los cultivos y se aplican, fundamentalmente, al final del invierno **(FERTIBERIA, 2011)**.

El nitrato amónico cálcico 27 se comercializa con contenidos variables en calcio y, en algunos casos, con magnesio.

El nitromagnesio contiene un 22 % de nitrógeno, es más rico en magnesio y calcio y por lo tanto, adecuado para suelos deficientes

en magnesio, ligeros, pobres en materia orgánica o ricos en potasio. Es muy adecuado para su utilización en cultivos exigentes en magnesio, tales como: las patatas, remolacha, viñedo, maíz, frutales y hortalizas.

El nitrato amónico 33,5 el de mayor concentración en nitrógeno, es un producto de altísima solubilidad y, al no contener calcio, es más adaptado a suelos neutros o básicos (**FERTIBERIA, 2011**).

#### **2.4.15.2 Urea**

Es el fertilizante nitrogenado sólido más concentrado y se presenta en forma prilada (**tamaño de cada urea**) de color blanco, con gránulos muy duros y sin poros para evitar la acción de la humedad (**FERTIBERIA, 2011**).

El nitrógeno ureico que contiene debe sufrir el proceso de nitrificación para ser asimilable por el cultivo y este proceso depende enormemente del suelo y de las condiciones ambientales. En función de estos factores puede utilizarse tanto en sementera como en cobertera, pero fundamentalmente se utiliza en cobertera, para cualquier tipo de cultivos, usándose, preferentemente, en zonas más cálidas que aseguran un proceso más rápido de transformación.

Si se emplea en sementera, la aplicación deberá llevarse a cabo con la antelación necesaria para que el nitrógeno esté disponible en el momento en que el cultivo lo requiera.

Además de su utilización directa como fertilizante nitrogenado simple se emplea muy frecuentemente como materia prima para la

elaboración de abonos de mezcla junto al DAP y cloruro de potasio **(FERTIBERIA, 2011)**.

La urea no puede ser absorbida directamente por las plantas. Sin embargo, una vez aplicada al suelo, será hidrolizada en amonio. Antes o durante de esta hidrólisis, las pérdidas de nitrógeno pueden ocurrir como lixiviación de urea o como volatilización de amoníaco.

La urea es eléctricamente neutra y así no será adsorbida por las capas del suelo cargadas eléctricamente. Por consiguiente, se moverá fácilmente a los bordes del bulbo húmedo del sistema de riego por goteo y se encontrará fuera del alcance de las raíces **(SQM, 2013)**.

#### **2.4.15.3 Amonio**

El amonio es fácilmente fijado por las partículas del suelo y lo hace menos susceptible a ser lixiviado. Al mismo tiempo es, por consiguiente, casi inmóvil en el suelo, lo que restringe su disponibilidad para las plantas. La mayoría del amonio se transforma en nitrato previo a la absorción por la planta. Antes de este proceso llamado nitrificación, se pueden perder cantidades significativas de amonio como amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) en suelo con un pH alto.

La conversión de la urea y amonio en nitrato puede durar de una a varias semanas, dependiendo del pH, la humedad del suelo, temperatura y la presencia de ciertas bacterias (Nitrosomas y Nitrobacter). Esto implica un retraso en la disponibilidad de nitrógeno

y resulta en una mayor imprecisión en el manejo de la nutrición nitrogenada (**SQM, 2013**).

Una cantidad alta de amonio en la zona radicular puede conducir a la inanición o desnutrición de las raíces en condiciones de temperatura alta en la zona radicular, como consecuencia del agotamiento de oxígeno debido a los procesos de nitrificación. El amonio compite para la absorción de las raíces con otros cationes (antagonismo) como el potasio, magnesio y calcio, y esto puede inducir a severos desórdenes nutritivos (**SQM, 2013**).

#### **2.4.15.3.1 Sulfato de amonio**

Es un fertilizante sólido amoniacal que contiene 21 % de N y 23 % de azufre. Se lo utiliza sobre suelos alcalinos por ser formador de acidez. Tiene menos higroscopicidad que los otros nitrogenados. Hay otros fertilizantes que son considerados fuentes secundarias de nitrógeno y son los fosfatos de amonio, el nitrato de potasio y el nitrato de sodio (natural), ya que el N se encuentra en cantidades menores que el nutriente principal (**Amadeo, 2013**).

#### **2.4.15.4 Nitrato**

Por otro lado, las plantas pueden absorber directamente el nitrato aplicado al suelo. No requiere ninguna transformación y, porque el nitrato es soluble en la solución del suelo, entra fácilmente en contacto con las raíces. La aplicación parcial de fertilizantes con

nitratos permite un manejo muy preciso en el suministro de nitrógeno al cultivo.

El nitrato no es volátil, lo que significa que no hay ninguna pérdida de nitrógeno vía volatilización de amoníaco. Existe una sinergia, en la absorción de nutrientes, entre los aniones y cationes. El nitrato es un anión y promueve la absorción de cationes ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , and  $NH_4^+$ ). La conversión de nitrato en aminoácidos ocurre en la hoja. Esto lo hace un proceso energético eficiente, porque se usa energía solar en la conversión.

La conversión de amonio sucede principalmente en las raíces. La planta tiene que quemar azúcares sintetizados previamente para proporcionarle combustible a esta conversión. Esto significa que menos azúcares están disponibles para el crecimiento y desarrollo de la fruta.

El nitrato no se fija en las partículas del suelo y por consiguiente es susceptible a ser lixiviado. Sin embargo, el manejo apropiado de los volúmenes de riego puede reducir a un mínimo el riesgo de perder nitrógeno por lixiviación **(SQM, 2013)**.

#### **2.4.15.4.1 Nitrato amónico**

El nitrato amónico 34,5 contiene el 50 % de nitrógeno en forma nítrica, inmediatamente asimilable y no retenida por el suelo, y el 50 % en forma amoniacal, no inmediatamente disponible para el cultivo y retenida en la solución del suelo. Esto facilita una distribución muy homogénea en el bulbo húmedo. Por su gran pureza y altísima solubilidad es un fertilizante muy utilizado en fertirrigación,

aplicándose a todo tipo de cultivos, herbáceos y leñosos **(FERTIBERIA, 2011)**.

Por su composición y características, cuando se disuelve en el agua de riego se produce una ligera bajada de pH, lo que evita la formación de precipitados y facilita su uso en sistemas de riego. Por otra parte, hay que considerar que provoca ligeros aumentos de la conductividad eléctrica. Se aplica a lo largo del ciclo del cultivo, en aplicaciones lo más fraccionadas posibles, repartiendo la dosis total en función de la curva de necesidades del cultivo **(FERTIBERIA, 2011)**.

#### **2.4.15.5 Productos de nutrición vegetal de especialidad que contienen nitrógeno**

Los fertilizantes binarios que contienen nitrógeno son: nitrato de potasio, nitrato de magnesio, nitrato de calcio y nitrato de amonio.

El nitrato de calcio (15,5 % N = 14,3 % N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 1,2 % N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) proporciona también parcialmente nitrógeno amoniacal, el que puede ser suficiente para controlar el pH en hidroponía. El nitrato de amonio se usa en cantidades pequeñas en invernaderos para controlar el pH en la zona radicular, y en fertirrigación al aire libre como parte de la fertilización total de nitrógeno. La urea es la fuente nitrogenada menos preferida debido a su alta ineficiencia para fijarse **(SQM, 2013)**.

#### **2.4.15.6 Los abonos nitrogenados de liberación lenta**

Los compuestos derivados de la urea han dado lugar a un nuevo tipo de fertilizantes nitrogenados que tienen la cualidad distintiva de ir suministrando nitrógeno a las plantas a medida que estas lo necesitan (**MAGRAMA, 1994**).

#### **2.4.15.7 Factores que influyen en el ritmo de liberación del nitrógeno**

En el proceso de transformación del nitrógeno a nitritos, en la urea-formaldehído, influyen todos los factores que inciden en la actividad microbiológica del suelo:

- a) La elevación de la temperatura.
- b) La humedad del suelo, produciéndose las máximas velocidades de solubilización para un grado de saturación de suelo del 50 %.
- c) El pH, siendo ligeramente más rápida la solubilización para pH débilmente ácido (pH = 6,1) que para pH neutro (pH = 7).
- d) La actividad microbiana, que aumenta la degradación.
- e) La aireación, que facilita el desarrollo de los microorganismos.

La liberación de los nutrientes, en el caso de materiales de baja solubilidad, se ve afectada principalmente por el tamaño de las partículas y su dureza. En el caso de la urea-formaldehído la actividad biológica parece ejercer un mayor control sobre la liberación de nutrientes que la granulometría.

Un abono con UF mezclado con nitrógeno amónico o con un abono completo (N P K), estimula la conversión de urea-formaldehído en nitrato. La máxima conversión del nitrógeno de la UF en nitrógeno nítrico se produce en condiciones de campo cuando hay presentes cantidades adecuadas de fósforo y potasio; sin embargo, cuando los niveles de P y K son limitados, la tasa de liberación disminuye sensiblemente.

En los viveros con cultivos en macetas o balsetas se debe evitar la utilización de sustratos fertilizados con UF y dejados en almacén por largo tiempo, así como su mezcla con otros sustratos recién preparados y fertilizados con UF, puesto que a la hora de su uso puede darse una evolución del abono de liberación lenta, produciéndose un exceso de nitratos que provoca un aumento de la salinidad del suelo **(MAGRAMA, 1994)**.

La liberación en el suelo de nitrógeno en nítrico, a partir de la crotonilidendiurea (abono nitrogenado simple), se produce mediante la degradación por bacterias y hongos. Asimismo, como en el caso de la urea-formaldehído, la tasa de liberación está inversamente relacionada con el pH del sustrato. No obstante, los factores humedad y temperatura influyen en mayor grado que la acidez **(MAGRAMA, 1994)**.

#### **2.4.15.8 Inhibir el proceso natural del suelo para incrementar la eficiencia del nitrógeno**

Los inhibidores de la nitrificación son compuestos que retrasan la oxidación del amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) al suprimir durante un período de tiempo las actividades de las bacterias nitrosomonas en el suelo.

Estas bacterias son las responsables de la transformación de amonio en nitrito ( $\text{NO}_2$ ), el que es luego oxidado y transformado en nitrato ( $\text{NO}_3$ ) por las bacterias Nitrobacter y Nitrosolobus.

El principal objetivo de usar inhibidores de la nitrificación es controlar la lixiviación de nitratos al mantener el nitrógeno en la forma de amonio por un mayor tiempo, así como incrementar la eficiencia del nitrógeno aplicado y prevenir la denitrificación.

Otra ventaja –indirecta- de los inhibidores de la nitrificación es que mejoran la movilización y extracción de fosfatos en la rizosfera.

Tener más amonio en la solución del suelo implica un pH mucho menor (**RED AGRÍCOLA, 2013**).

Los inhibidores de la ureasa previenen o disminuyen durante un período de tiempo la transformación de N-amida, contenido en la urea, en hidróxido de amonio o amonio. De hecho, hacen más lenta la tasa de hidrolización de la urea en el suelo y reducen las pérdidas por volatilización de amonio (al mismo tiempo que reducen en forma indirecta las pérdidas de nitratos por lixiviación).

En resumen, incrementan la eficacia de la urea y de los fertilizantes basados en urea (especialmente UAN). Los inhibidores de la ureasa también reducen el riesgo del daño a las semillas cuando los niveles de UAN aplicados en la zona de la semilla son muy altos (**RED AGRÍCOLA, 2013**).

## 2.4.16 Dosis de nitrógeno

Por tratarse de un tema muy complejo donde inciden varios factores, cada situación individual generará un diagnóstico diferente. En consecuencia, daremos marcos generales donde el productor se pueda mover y resolver su problema, previa consulta con un profesional para definir cantidad, tipo de fertilizante y momento de aplicación, según el resultado del análisis de suelo. **(Amadeo, 2013)**.

### 2.4.16.1 Cálculo de dosis

Para determinar las dosis adecuadas de N a aplicar en el abonado, en un caso concreto, se aplica la siguiente fórmula:

**Necesidades de abonado con nitrógeno** = necesidades de N (datos anteriores) x Fc – Nmin suelo – Nriego

Donde:

**Fc** es el factor de proporcionalidad entre la producción típica de la zona y la que aparece en los datos de cada cultivo.

**Nmin suelo** es el nitrógeno mineral en el suelo en la capa de 0-60 cm, poco antes de la siembra o plantación.

**Nriego** es el N aportado en el agua de riego. En los cultivos de leguminosas estas indicaciones, para el cálculo de abonado nitrogenado mediante el balance de nitrógeno, son de más difícil aplicación, ya que en este caso una parte importante de las entradas

de N (fijación biológica) es de difícil cuantificación. (**AGROES.es, 2013**).

#### **2.4.17 Épocas de aplicación**

Una vez determinadas las necesidades de abonado hay que establecer los momentos adecuados para su aplicación. La idea principal del fraccionamiento del abonado, sobre todo en el caso del nitrógeno, es que se permita aumentar la eficiencia del uso del fertilizante al acompasar mejor el suministro del nutriente en función de su absorción por el cultivo.

**En el caso del riego tradicional** (por surcos o por inundación), la distribución temporal debe ser, aproximadamente, de la siguiente forma:

##### **Abonado de fondo:**

Nitrógeno: 20-40 % del total

Fósforo: 100 % del total

Potasio: 100 % del total

##### **Abonado de cobertera:**

Nitrógeno: 60-80 % del total, repartido en una o varias aplicaciones, dependiendo de la duración del cultivo, evitando aplicar en la última parte del ciclo de cultivo.

Estas son las dosis de nutrientes recomendadas para abonado de nitrógeno, en cultivos de pimientos:

Absorción de nitrógeno por superficie en kg/ha: 180-270. (**AGROES.es, 2013**).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del ensayo**

La presente investigación se realizó en el km 27 de la vía a Puerto Inca, en la parroquia Boliche, cantón Yaguachi, provincia del Guayas; a una altura de 17 msnm. Latitud 2° 15' 13.46" S y Longitud 79° 38' 3.51" O.<sup>1</sup>

#### **3.2 Características climáticas de la zona**

De acuerdo a la posición geográfica de la zona, presenta los siguientes parámetros climáticos:

Promedio de temperatura:	24 °C
Humedad relativa:	83 %
Precipitación anual:	1200 mm

#### **3.3 Materiales y equipos**

Se utilizaron los híbridos de pimiento: Quetzal y Salvador.

Urea (46 % N).

---

<sup>1</sup>Información proporcionada por la Base Aérea "Taura", 2012.

### **3.3.1 Otros materiales**

Rastrillos, palas, machetes, brochas, piolas, cinta métrica, libro de campo, fundas de papel, lupa, alambre, estaquillas y clavos.

### **3.3.2 Equipos**

Computadora, balanza electrónica digital, cámara fotográfica, calculadora y bomba de fumigar.

## **3.4 Métodos**

### **3.4.1 Factores en estudio**

- Dos híbridos de pimiento (El Salvador y Quetzal).
- Cuatro niveles de nitrógeno (0, 60, 120, 180 kg/ha).

### **3.4.2 Diseño de tratamientos**

En el Cuadro 1 se presentan las combinaciones de tratamientos de los dos factores estudiados.

### Cuadro 1. Tratamientos estudiados

No. de tratamiento	Híbridos	Niveles de nitrógeno (kg/ha)
1.	El Salvador	0
2.	El Salvador	60
3.	El Salvador	120
4.	El Salvador	180
5.	Quetzal	0
6.	Quetzal	60
7.	Quetzal	120
8.	Quetzal	180

#### 3.4.3 Diseño experimental y análisis de la varianza

Para la evaluación del presente trabajo se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial (2 x 4), con 4 repeticiones.

Para la comparación de las medias de tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad. El análisis de la varianza se detalla en el **Cuadro 2**.

## Cuadro 2. Esquema del análisis de la varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Repeticiones	$(r-1) (4-1)$	3
Tratamientos	$(t - 1) (8 - 1)$	7
Híbridos	$(h - 1)$	(1)
Niveles de nitrógeno	$(n - 1)$	(3)
Híbridos x niveles	$(h - 1) (n - 1)$	(3)
Error experimental	$(r - 1) (t - 1)$	21
Total	Tr-1	31

### 3.4.4 Delineamiento experimental

Total de unidades experimentales:	32
Área de parcelas:	$4,80 \text{ m}^2 = (1,5 \text{ m} \times 3,20 \text{ m})$
Área útil de parcelas:	$2,88 \text{ m}^2 = (0,9 \text{ m} \times 3,2 \text{ m})$
Efecto de borde:	4 hileras
Área del bloque:	$18 \text{ m}^2 = (1,5 \text{ m} \times 12 \text{ m})$
Área útil del bloque:	$23,04 \text{ m}^2 = (2,88 \text{ m}^2 \times 8 \text{ parcelas})$
Distancia entre hileras:	0,60 m
Distancia entre plantas:	0,40 m
Distancia entre bloques:	0,90 m
Área útil del experimento:	$92,16 \text{ m}^2 = (2,88 \text{ m}^2 \times 32)$
Área neta del experimento:	$153,6 \text{ m}^2 = (12 \text{ m} \times 12,8 \text{ m})$
Área total del experimento:	$207,2 \text{ m}^2 = (14 \text{ m} \times 14,8 \text{ m})$

## **3.5 Manejo del cultivo**

### **3.5.1 Preparación del suelo**

Las labores de preparación del suelo consistieron en una arada, un pase de rastre y nivelada. La arada se realizó manualmente, un mes antes del trasplante. La nivelación se efectuó con la ayuda de un rastrillo, además se sacaron las malas hierbas y desechos no deseados.

### **3.5.2 Realización del semillero**

Se procedió a llenar las bandejas germinadoras con el sustrato especial para germinación (turba), esto se realizó de forma manual llenando las bandejas a ras de la misma, con la respectiva identificación de cada uno de los híbridos.

### **3.5.3 Manejo del semillero**

Se efectuó con un debido riego, hasta que la turba quedó en capacidad de campo. El riego se lo realizó con regaderas de jardineras (un galón por semillero). Para el control de hormigas se aplicó insecticida alrededor del semillero.

#### **3.5.4 Trazado de las parcelas**

Se efectuó con la ayuda de estacas, piolas y cinta métrica. Cada parcela tuvo una longitud de 3,20 m y 1,5 m de ancho, con un área total de 6 m en cada una.

#### **3.5.5 Trasplante**

Se realizó el trasplante cuando la planta tuvo dos hojas verdaderas, entre los 20 y 25 días contados desde la germinación.

#### **3.5.6 Riego**

El riego se efectuó por gravedad.

#### **3.5.7 Tutoreo**

Esta labor se la efectuó con alambre, el cual se templó a lo largo de la hilera; en el mismo se amarraron las plantas para que estas no se volcaran y ofrecieran frutos de calidad.

#### **3.5.8 Fertilización**

Se tomaron muestras del suelo y se las enviaron al Laboratorio de Suelo y Tejido de la Estación Experimental del Litoral Sur del INIAP, dando como resultado un suelo franco limo-arenoso.

Se realizó la aplicación de nitrógeno de acuerdo a las frecuencias de tiempo establecidas en los tratamientos. Se utilizaron los siguientes niveles de nitrógeno: 0, 60, 120 y 180 kg/ha.

### **3.5.9 Control de malezas**

El control de las malezas se lo efectuó en forma manual.

### **3.5.10 Control fitosanitario**

El control de insectos-plaga se lo efectuó monitoreando cada una de las parcelas.

### **3.5.11 Cosecha**

La cosecha se la realizó en el área útil y en forma manual, mediante la observación del fruto que presentó las características comerciales. Se colectaron los frutos por separado, tanto en plantas evaluadas como en las no evaluadas y se procedió a tomar los datos respectivos a los frutos de cada tratamiento.

## **3.6 Variables evaluadas**

### **3.6.1 Altura de planta (cm)**

Se evaluaron 10 plantas tomadas al azar del área útil de cada parcela experimental, las cuales se midieron en centímetros y luego se obtuvo el promedio respectivo.

### **3.6.2 Diámetro del tallo (cm)**

Se procedió a medir en la base del tallo el diámetro del mismo, en cada una de las 10 plantas seleccionadas, para lo cual se utilizó un calibrador.

### **3.6.3 Días a la floración**

Se determinó mediante observación directa en cada una de las parcelas, considerando el tiempo transcurrido desde la fecha del trasplante hasta que el 50 % de las plantas estuvieron florecidas en toda la parcela.

### **3.6.4 Número de flores**

Se realizó el conteo de forma directa de las flores en las 10 plantas seleccionadas de cada una de las parcelas, desde los 15 días después de la aparición de las primeras flores hasta los 60 días.

### **3.6.5 Número de frutos por planta**

Se realizó mediante el conteo directo en cada una de las 10 plantas escogidas al azar en cada cosecha, es decir, desde los 80 hasta los 120 días.

### **3.6.6 Longitud del fruto (cm)**

Se procedió a medir con una cinta métrica el largo del fruto, de todos los frutos obtenidos en las 10 plantas evaluadas de cada tratamiento en cada una de las parcelas, al momento de cada cosecha.

### **3.6.7 Diámetro del fruto (cm)**

Con un calibrador de Vernier se midió el diámetro del fruto, en su parte más prominente, de todos los frutos obtenidos de las 10 plantas escogidas al azar, al momento de la cosecha.

### **3.6.8 Rendimiento (kg/ha)**

El rendimiento de g/parcela se transformó a kg/ha, utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \times \frac{100}{AC};$$

Donde:

R= rendimiento en kg/ha

PCP= peso de campo por parcela en g

AC= área cosechada en  $m^2$

### **3.6.9 Días a la cosecha**

Esta variable se registró en días transcurridos desde el trasplante hasta cuando los frutos presentaron madurez comercial.

### **3.6.10 Análisis económico**

Se efectuó el análisis económico utilizando el método de Presupuesto Parcial, de acuerdo con la metodología del CIMMYT (1988), determinándose además la Tasa de Retorno Marginal (TRM).

## IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES

### 4.1 Altura de planta (cm)

Según el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas para los factores híbridos, para niveles de nitrógeno y para la interacción H x N. La media general fue de 54,81 cm con un coeficiente de variación de 0,55 % **(Cuadro 2A)**.

El híbrido Salvador con 55,06 cm de altura, superó al genotipo Quetzal cuyo valor fue de 54,56 cm. Dentro de los niveles de nitrógeno, con la dosis de 180 kg/ha se presentó la mayor altura de planta, esto es 56 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos **(Cuadro 3)**.

El híbrido Salvador, con todos los niveles de nitrógeno, en altura de planta siempre fue mayor que el híbrido Quetzal. Los valores se incrementaron a medida que el contenido de nitrógeno aumentaba **(Figura 1)**.

### 4.2 Diámetro del tallo (cm)

De acuerdo con el análisis de la varianza esta variable fue altamente significativa para los factores híbridos, así también para los niveles de nitrógeno y la interacción de ambos factores. La media general

fue de 1,84 cm con un coeficiente de variación de 0,41 % **(Cuadro 4A)**.

El híbrido Salvador con 1,85 cm de diámetro superó al genotipo Quetzal cuyo valor fue de 1,84 cm. Dentro de los niveles de nitrógeno, con la dosis de 180 kg/ha se presentó el mayor diámetro de tallo, esto es 1,90 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos **(Cuadro 3)**.

Tanto el híbrido Quetzal como el híbrido Salvador tuvieron una similitud, la única diferencia se dio en el híbrido Salvador que aumentó su valor con la dosis de 120 kg/N/ha pero con la dosis 180 kg/N/ha terminaron iguales **(Figura 2)**.

#### **4.3 Días a la floración**

Según el análisis de la varianza no se presentó diferencia significativa para ninguno de los factores estudiados y no hubo interacción. La media general fue de 30 días a floración, con un coeficiente de variación de 4,58 % **(Cuadro 6A)**.

#### **4.4 Número de flores**

En esta variable, de acuerdo con el análisis de la varianza, se encontró diferencia significativa para los factores híbridos, para niveles de nitrógeno y para la interacción de ambos factores. La

media general fue de 18,38 flores/planta, con un coeficiente de variación de 0,82 % **(Cuadro 8A)**.

El híbrido Quetzal tuvo un número mayor con la dosis 0 kg/N/ha pero con la aplicación de 60 kg/N/ha tuvo un valor más bajo que Salvador; luego, con la dosis de 120 kg/N/ha ambos híbridos tuvieron un crecimiento similar; y después, con la aplicación de 180 kg/N/ha, Quetzal superó a Salvador **(Figura 7)**.

#### **4.5 Número de frutos por planta**

Según el análisis de la varianza se encontró diferencia significativa para los factores híbridos, niveles de nitrógeno y para la interacción entre ambos factores. La media general fue de 8,80 frutos/planta, con un coeficiente de variación de 1,62 % **(Cuadro 10A)**.

El híbrido Salvador con 8,81 frutos por planta, superó al genotipo Quetzal cuyo valor fue de 8,79 frutos por planta. Dentro de los niveles de nitrógeno, con la dosis de 180 kg/ha se presentó el mayor número de frutos por planta, esto es 9.75, superando estadísticamente a los demás tratamientos **(Cuadro 3)**.

Tanto el híbrido Salvador como el Quetzal tuvieron igual valor numérico sin nitrógeno, pero Quetzal aumentó su valor con la dosis de 60 kg/N/ha; luego, con la aplicación de 120 kg/N/ha tuvieron un

crecimiento parecido, y después, con la aplicación de 180 kg/N/ha, Salvador superó a Quetzal (**Figura 5**).

#### **4.6 Longitud del fruto (cm)**

De acuerdo al análisis de la varianza se presentó diferencia significativa para los factores híbridos, para niveles de nitrógeno y para la interacción entre ambos factores. La media general fue de 15,68 cm con un coeficiente de variación de 1,93 % (**Cuadro 12A**).

El híbrido Salvador con 16,09 cm, superó al genotipo Quetzal cuyo valor fue de 15,28 cm. Dentro de los niveles de nitrógeno, con la dosis de 180 kg/ha se presentó la mayor longitud, esto es 17.19 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos (**Cuadro 3**).

El híbrido Salvador, con todos los niveles de nitrógeno, en la longitud de fruto siempre fue mayor que el híbrido Quetzal. Los valores se incrementaron a medida que el contenido de nitrógeno aumentaba (**Figura 3**).

#### **4.7 Diámetro del fruto (cm)**

Según el análisis de la varianza se presentaron diferencias significativas para los factores híbridos, así como para los niveles de nitrógeno y para la interacción entre ambos factores. La media

general fue de 5,58 cm con un coeficiente de variación de 3,61 % **(Cuadro 14A)**.

El híbrido Salvador con 5,78 cm superó al genotipo Quetzal cuyo valor fue de 5,36 cm. Dentro de los niveles de nitrógeno, con la dosis de 180 kg/ha se presentó el mayor diámetro, esto es 6.19 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos **(Cuadro 3)**.

El híbrido Salvador, con todos los niveles de nitrógeno, en el diámetro del fruto siempre fue mayor que el híbrido Quetzal. Los valores se incrementaron a medida que el contenido de nitrógeno aumentaba **(Figura 4)**.

#### **4.8 Rendimiento (kg/ha)**

De acuerdo con el análisis de la varianza, se encontró diferencia significativa para los factores híbridos, niveles de nitrógeno y la interacción entre ambos factores. La media general fue de 35 558,69 kg/ha, con un coeficiente de variación de 2,02 % **(Cuadro 16A)**.

El híbrido Salvador con 35 601,5 kg/ha, superó al genotipo Quetzal cuyo valor fue de 35 515,9 kg/ha. Dentro de los niveles de nitrógeno, con la dosis de 180 kg/ha se presentó el mayor peso, esto es 44 024,8 kg/ha, superado estadísticamente a los demás tratamientos **(Cuadro 3)**.

Tanto el híbrido Quetzal como el híbrido Salvador tuvieron una similitud en su rendimiento y a medida que fueron incrementando la cantidad de nitrógeno sus rendimientos también se incrementaron, con una diferencia mínima (**Figura 6**).

#### **4.9 Días a la cosecha**

Los tratamientos fueron cosechados todos en un mismo día, a los 91 días, por lo que no hubo necesidad de efectuar el análisis de varianza para esta variable.

#### **4.10 Análisis económico**

El análisis de presupuesto parcial se lo hizo realizando un ajuste de rendimiento al 5 %. El valor de la saca 31.8 kg de pimienta fue USD 28, cotizado en el mercado de Durán.

El tratamiento 8 (180 kg/ha de urea) obtuvo el mayor beneficio bruto cuyo valor fue de 36 968,45 (**Cuadro 4**).

Los tratamientos 4 y 8 (180 kg/ha de urea) obtuvieron el mayor costo de aplicación del fertilizante, con USD 39 cada uno.

Los tratamientos 1 y 5 obtuvieron menores costos, debido a que no se aplicó el material fertilizante ni se pagó la mano de obra (costo de aplicación).

El beneficio neto más alto fue de USD 34 567,53 que lo alcanzó el tratamiento 8 **(Cuadro 4)**.

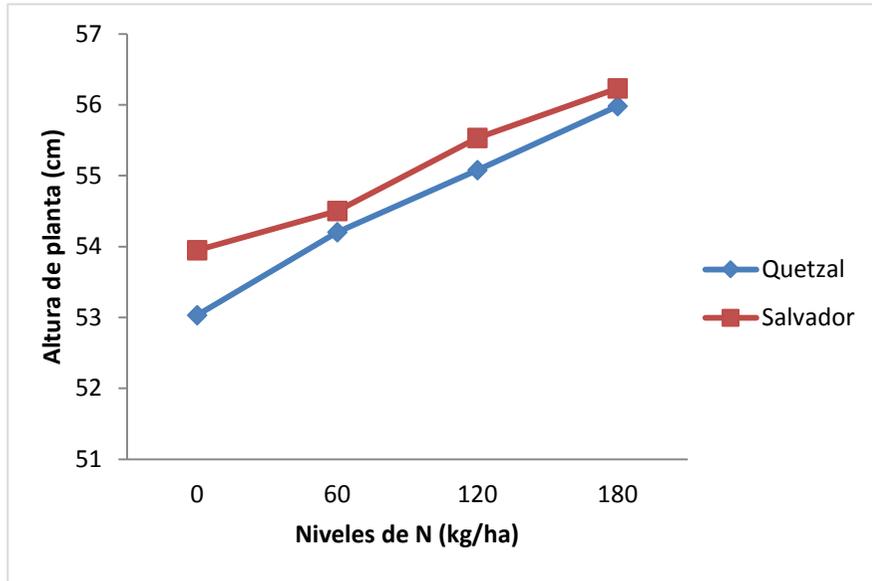
Comparando el tratamiento cinco **(testigo)** con el tratamiento ocho (180 kg/ha de urea), los cuales presentan una **TRM** de 2401 y 3124 %, respectivamente; podríamos deducir que el mejor tratamiento, desde el punto de vista económico, fue el ocho (180 kg/ha de urea), que obtuvo la mayor tasa de retorno marginal, ya que por cada dólar de inversión por el uso de urea con aplicación de 180 kg/ha, tiene un beneficio marginal de USD 31.24, a más de recuperar el dólar invertido por estos componentes tecnológicos **(Cuadro 6)**.

**Cuadro 3. Promedios de ocho variables agronómicas obtenidas en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.**

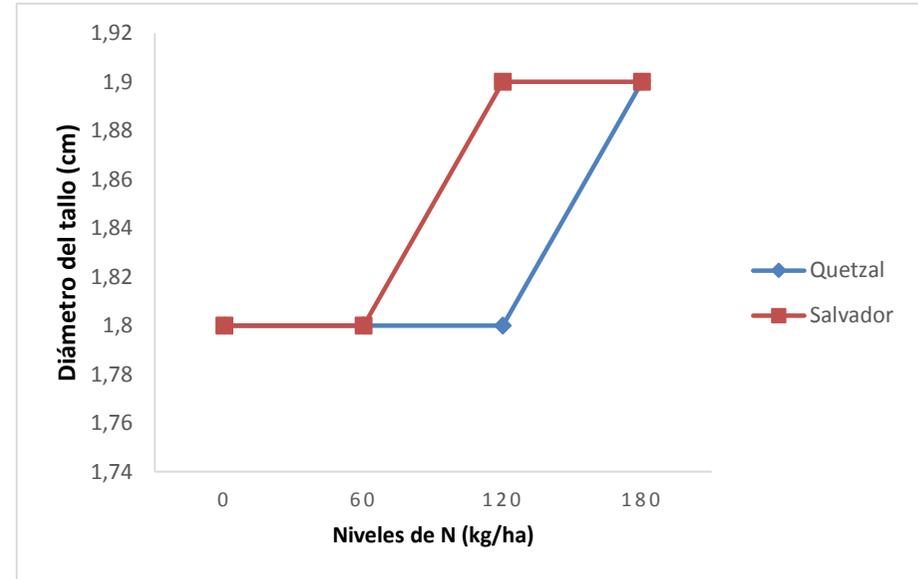
	Altura de planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Días a la floración	Número de flores	Número de frutos/planta	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Rendimiento (kg/ ha)
<b>Híbridos</b>								
Quetzal	54,56 b	1,84 b	30,81 NS	18,38 NS	8,79 NS	15,28b	5,36 b	35515,9 NS
Salvador	55,06 a	1,85 a	31,06	18,39	8,81	16,09a	5,78 a	35601,5
<b>Niveles de N</b>								
0	53,50 d	1,80d	32,38 a	17,68 b	7,66 d	13,86 d	5,01 c	29645,5 d
60 kg/ha	54,38 c	1,82 c	31,00 ab	18,51 a	8,54 c	15,20 c	5,28 c	32311,9 c
120 kg/ha	55,38 b	1,86 b	30,63 ab	18,63 a	9,24 b	16,49 b	5,83 b	36252,6 b
180 kg/ha	56,00 a	1,90 a	29,75 b	18,71 a	9,75 a	17,19 a	6,19 b	44024,8 a
$\bar{X}$	54,81	1,84	30,94	18,38	8,80	15,68	5,58	35558,69
<b>C.V. (%)</b>	0,55	0,41	4,58	0,82	1,62	1,93	3,61	2,02

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí. Tukey  $\alpha$  0,05.

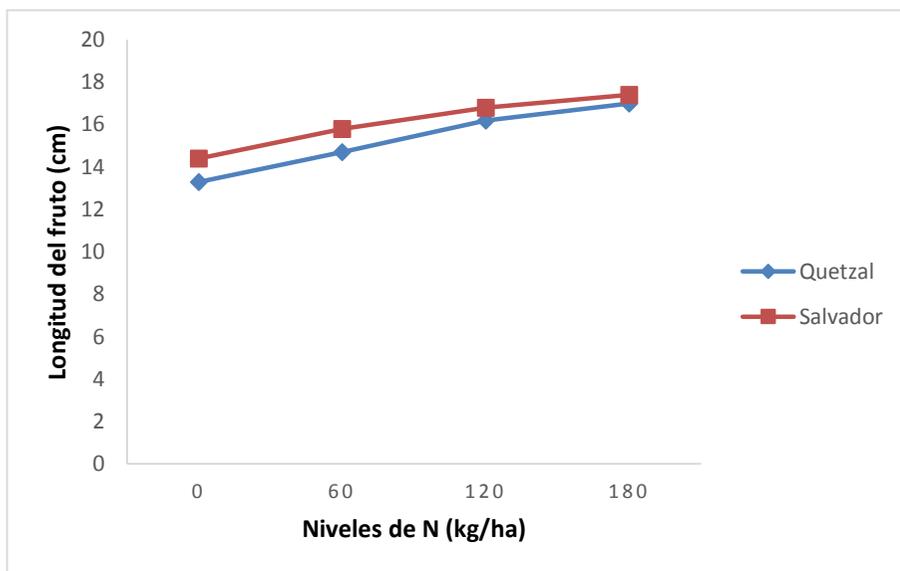
NS: no significativo.



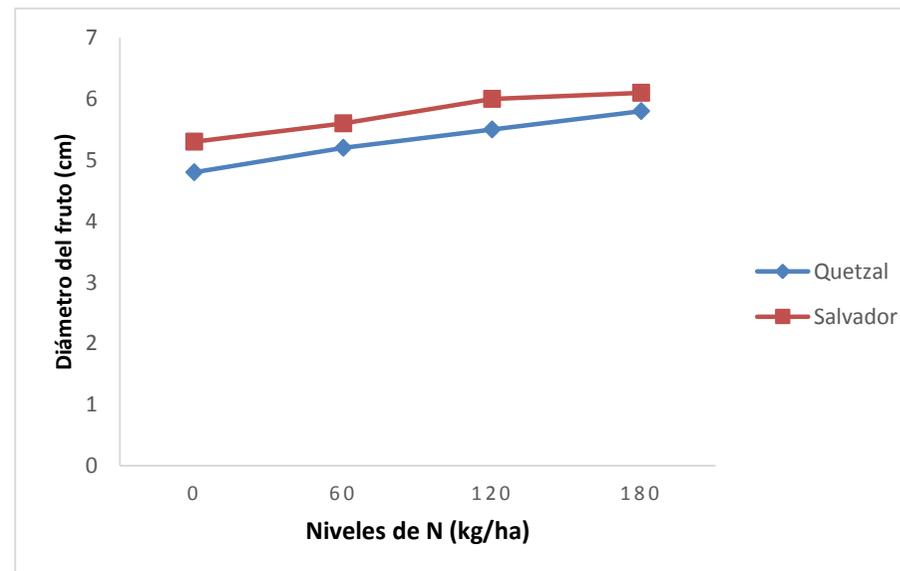
**Figura 1.** Interacción entre híbridos de pimienta y niveles de nitrógeno, en la variable altura de planta (cm).



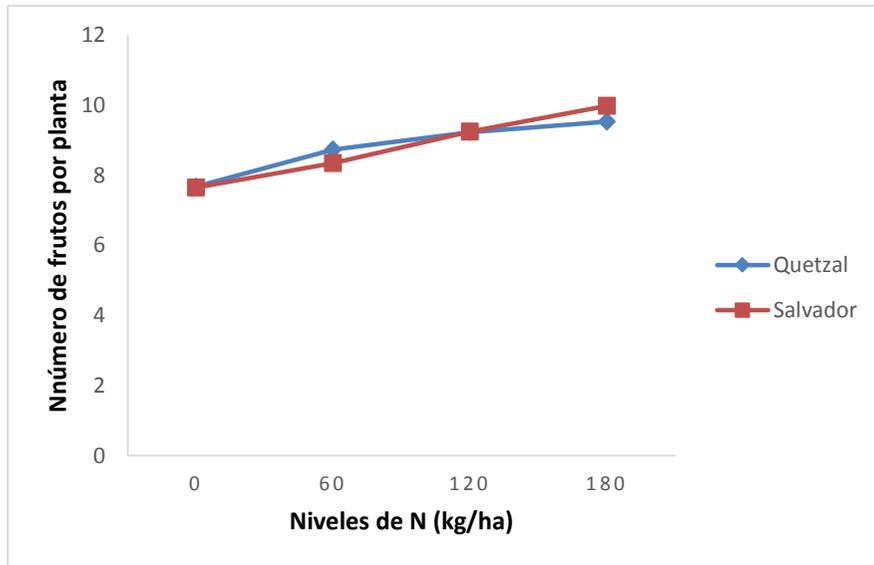
**Figura 2.** Interacción entre híbridos de pimienta y niveles de nitrógeno, en la variable diámetro del tallo (cm).



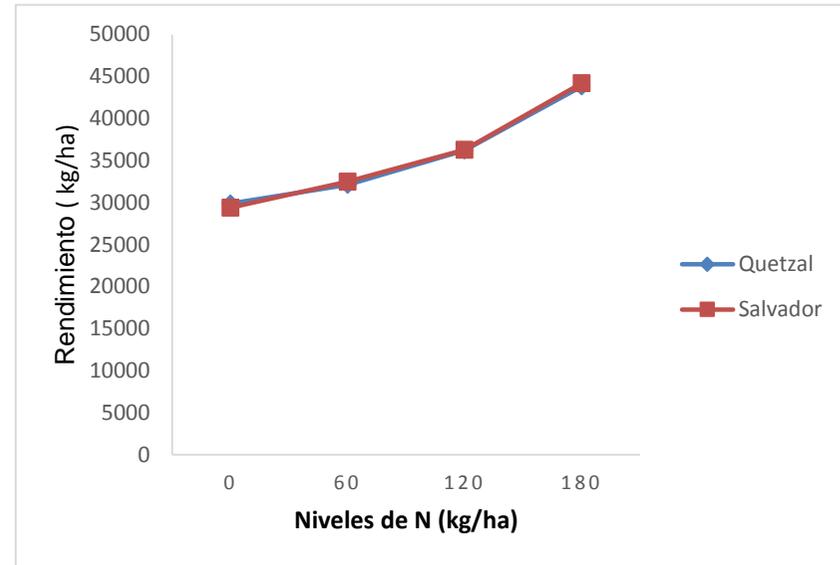
**Figura 3.** Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable longitud del fruto (cm).



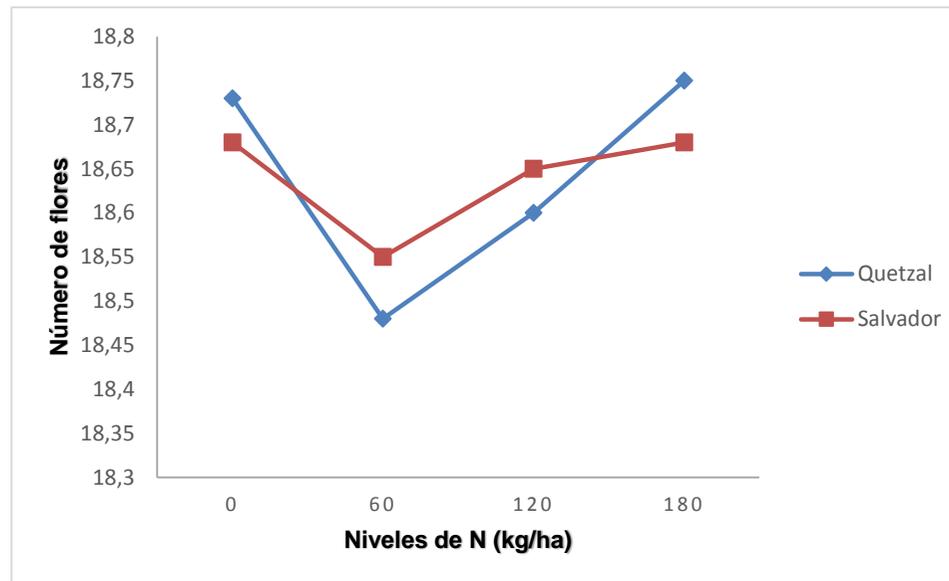
**Figura 4.** Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable diámetro del fruto (cm).



**Figura 5.** Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable número de frutos/planta.



**Figura 6.** Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable rendimiento (kg/ha).



**Figura 7.** Interacción entre híbridos de pimiento y niveles de nitrógeno, en la variable número de flores.

**Cuadro 4. Presupuesto parcial del experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.**

Rubros	TRATAMIENTOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento (kg/ha)	29897,33	32112,08	36224,63	43828,75	29393,55	32511,38	36280,13	44220,63
Rendimiento Ajust. 5 % (kg/ha)	28402,4635	30506,476	34413,3985	41637,3125	27923,8725	30885,811	34466,1235	42009,5985
Beneficio bruto (USD/ha)	24994,1679	26845,6989	30283,7907	36640,835	24573,0078	27179,51368	30330,1887	36968,4467
Costo semilla (USD/ha)	2212,56	2212,56	2212,56	2212,56	2016,42	2016,42	2016,42	2016,42
Costo del fertilizante (USD/ha)	0	91,2	182,4	345,5	0	91,2	182,4	345,5
Costo de aplicación	0	13	26	39	0	13	26	39
Total de costos que varían (USD/ha)	2212,56	2316,76	2420,96	2597,06	2016,42	2120,62	2224,82	2400,92
Beneficios netos (USD/ha)	22781,6079	24528,9389	27862,8307	34043,775	22556,5878	25058,89368	28105,3687	34567,5267

**Cuadro 5.** Análisis de dominancia

Tratamiento	Total de costos que varían (USD/ha)	Beneficios netos (USD/ha)	
5.	2016,42	22556,5878	
6.	2120,62	25058,8937	
1.	2212,56	22781,6079	D
7.	2224,82	28105,3687	
2.	2316,76	24528,9389	D
8.	2400,92	34567,5267	
3.	2420,96	27862,8307	D
4.	2597,06	34043,775	D

**Cuadro 6.** Análisis marginal

Tratamiento	Total de costos que varían (USD/ha)	Total de costos marginales que varían (USD/ha)	Beneficios netos (USD/ha)	Beneficios netos marginales (USD/ha)	TMR (%)
5.	2016,42	104,2	22556,59	2502,31	2401
6.	2120,62		25058,89		
5.	2016,42	208,4	22556,59	5548,78	2663
7.	2224,82		28105,37		
5.	2016,42	384,5	22556,59	12010,94	3124
8.	2400,92		34567,53		

## V. DISCUSIÓN

Con los híbridos Salvador y Quetzal, utilizados en este experimento, se encontró un alto potencial de rendimiento (35 601,5 y 35 515,9 kg/ha, respectivamente).

Los rendimientos promedios obtenidos en esta investigación son ligeramente inferiores a los reportados en las características agronómicas del material genético; posiblemente el menor número de cosechas realizadas durante el estudio influyó en la merma del rendimiento.

Esta investigación se efectuó con base en las tres cosechas; en cambio, a nivel de agricultor, se realizan hasta un promedio de diez cosechas durante todo el ciclo del cultivo.

Según **González y López (2011)**, en los resultados de su investigación reportaron una media general en la variable rendimiento de 29 373.45 kg/ha con aplicaciones nutritivas, mientras que en la presente investigación, con el nivel 180 kg/ha de nitrógeno, se obtuvo un mejor rendimiento que fue de 35 558.69 kg/ha.

El híbrido de pimiento Salvador fue superior al híbrido Quetzal en el promedio de las siguientes características agronómicas: altura de planta, diámetro del tallo, longitud del fruto, diámetro del fruto. En el rendimiento (kg/ha) sus promedio fueron iguales estadísticamente. Esto concuerda con lo reportado por **González y López (2011)**.

Con la aplicación de 180 kg/N/ha se obtuvieron los mayores promedios en las variables: altura de planta, diámetro del tallo, número de flores, número de frutos por planta, longitud de frutos, diámetro del fruto, y por lo tanto un mayor rendimiento. Estos resultados coinciden con lo que indica **Agroes.es (2013)**, en el sentido de que el pimiento tiene un requerimiento de nitrógeno de 180 a 270 kg/ha y que la planta responde a este nutrimento. En el análisis de suelo se observó, también, deficiencia de este elemento, lo que corrobora la respuesta.

Por otra parte, una correcta aplicación de los niveles de nitrógeno es muy importante para lograr éxito en los cultivos. Un suelo suele ser considerado bajo en nitrógeno si no se le añade fertilizantes nitrogenados. Los agricultores deben añadir cantidades correctas de fertilizantes, con el fin de conseguir los mejores resultados y un óptimo rendimiento de los cultivos (**Morgan, 2013**). En esta investigación corroboramos lo indicado por este autor, ya que observamos que conforme aumentaban los niveles de nitrógeno se obtenían rendimientos más altos.

La evaluación del rendimiento se hizo con base en tres cosechas, en donde el tratamiento con el valor más alto de esta variable correspondió al híbrido Salvador con 180 kg de nitrógeno por hectárea. El fertilizante que se utilizó fue urea.

La elección depende de tres factores: las condiciones del suelo, el cultivo a fertilizar y aspectos económicos (**Amadeo, 2013**).

De acuerdo al análisis económico realizado mediante la metodología de **CIMMYT (1988)**, se mostró que el tratamiento con el híbrido Quetzal + 180 kg/N/ha presentó el mayor beneficio neto marginal y la mejor tasa de retorno marginal (3124 %).

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

De los resultados obtenidos en el presente ensayo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El híbrido Salvador presentó mayores promedios en las características agronómicas: altura de planta, diámetro del tallo, longitud del fruto y diámetro del fruto.
2. Con el nivel de 180 kg/N/ha se obtuvo, en la mayoría de las variables, los mejores promedios en los híbridos Quetzal y Salvador.
3. De acuerdo al análisis de presupuesto parcial, la mejor tasa marginal de retorno (TMR) la obtuvo el híbrido Quetzal con la aplicación de 180 kg/N/ha.

### Recomendación:

Validar los mejores resultados obtenidos en esta investigación, en finca de los productores.

## VII. RESUMEN

La presente investigación, empezó en el mes de julio de 2013 y terminó en enero de 2014, en la finca del señor Freddy Estuardo González González, ubicada en el km 27 de la vía a Puerto Inca, en la parroquia Boliche del cantón Yaguachi, provincia del Guayas.

El estudio se realizó en un área seleccionada de la finca y los objetivos que se plantearon fueron: 1) evaluar la influencia de los niveles de nitrógeno en el comportamiento agronómico adecuado de los híbridos a estudiar. 2) Seleccionar los híbridos con mejor comportamiento agronómico, en función de los niveles de nitrógeno a investigar. 3) Realizar el análisis económico de los tratamientos.

En este trabajo se utilizaron dos híbridos de pimiento: Salvador y Quetzal. Por cada híbrido se realizaron cuatro tratamientos con diferentes dosis de urea y un testigo. Además, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial, con 4 repeticiones. En la comparación de medias de tratamientos se trabajó con la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Las variables que se registraron y analizaron en el estudio son: altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), días a la floración, número de flores, número de frutos por planta, longitud del fruto (cm), diámetro del fruto (cm), rendimiento en kg/ha, días a la cosecha y se realizó el respectivo análisis económico.

Con los tres diferentes niveles (kg/ha) de nitrógeno se generó un mejoramiento agronómico en el cultivo de pimiento (*Capsicum*

*annuum* L.), híbridos Salvador y Quetzal. También se establecieron buenas alternativas para mejorar la producción y rentabilidad en el cultivo de pimiento.

Las conclusiones fueron: 1) El híbrido Salvador presentó mayores promedios en las características agronómicas: altura de planta, diámetro del tallo, longitud del fruto y diámetro del fruto. 2) Con el nivel de 180 kg/N/ha se obtuvo, en la mayoría de las variables, los mejores promedios en los híbridos Quetzal y Salvador. 3) De acuerdo al análisis de presupuesto parcial, la mejor tasa marginal de retorno (TMR) la obtuvo el híbrido Quetzal con la aplicación de 180 kg/N/ha.

## VIII. SUMMARY

The present investigation it started in the month of July 2013 and ended in January 2014, in the estate of Mr. Freddy Stuart Gonzalez Gonzalez, located at km 27 via Puerto Inca, in the parish of Yaguachi, province of Guayas canton bowling.

The study was conducted in a selected area of the farm and the objectives that were raised were: 1) evaluate the influence of the levels of nitrogen in the agronomic performance right of hybrids to study. 2) to select hybrids with better agronomic performance, depending on the levels of nitrogen to investigate. (3) to conduct economic analysis of treatments.

In this work were two hybrids of *Capsicum*: Salvador and Quetzal. For each hybrid were four treatments with different doses of urea and a witness. In addition, sand used in accordance with randomized blocks design factor, with 4 repetitions. In the comparison of means of the treatments worked with Tukey's test at 5% probability.

Variables were recorded and analyzed in the study are: plant height (cm), stem diameter (cm), days to flowering, flower number and number of fruits per plant, fruit length (cm), diameter of the fruit (cm), yield kg / ha, days to harvest and was made by the respective economic analysis.

With the three different levels (kg / has) nitrogen generated an agronomic improvement in cultivation of pepper (*Capsicum annuum* L.), hybrid Salvador and Quetzal. Also has established good

alternatives to improve production and profitability in the cultivation of pepper.

The conclusions were: 1) hybrid Salvador presented higher averages in the agronomic traits: plant height, stem diameter, fruit length and diameter of the fruit. (2) With the level of 180kg/N/ha was obtained, in most of the variables, the best averages in the Quetzal and Salvador hybrids. (3) According to the partial budget analysis, (TMR) won the best marginal rate of return the Quetzal hybrid with 180 kg/N/ha application.

## IX. LITERATURA CITADA

**AGROES.es. 2013. Pimiento.** Agricultura para el sector agrario. En línea. Consultado el 29 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/pimiento>

**Amadeo, C. 2013. Fertilización Nitrogenada.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/articulos/amadeo/Fertilizacion%20Nitrogenada.asp>

**Crawford, N. 2013. Deficiencia de nitrógeno en el suelo.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: [http://www.ehowenespanol.com/deficiencia-nitrogeno-suelo-info\\_226602/](http://www.ehowenespanol.com/deficiencia-nitrogeno-suelo-info_226602/)

**ECOAGRICULTOR. 2013. Agricultura ecológica. El cultivo del pimiento.** En línea. Consultado el 14 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.ecoagricultor.com/2013/02/el-cultivo-del-pimiento/>

**EURORESIDENTES. 2006. Pimiento *Capsicum annuum*.** En línea. Consultado el 15 de agosto de 2013. Disponible en: [www.euroresidentes.com/Alimentos/pimientos.htm](http://www.euroresidentes.com/Alimentos/pimientos.htm)

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Pimiento (*Capsicum annuum*).** En línea. Consultado el 18 de agosto de 2013. Disponible en: [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/PIMIENTO.HTM#a1](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/PIMIENTO.HTM#a1)

**FERTIBERIA (Fertilizantes y Productos Químicos Industriales), 2011.**  
**a) La fuerza de la tierra.** Catálogo de fertilizantes. En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: [http://acm2.fertiberia.es/ACM2\\_upload/2-Productos/catalogofertilizantes2011.pdf](http://acm2.fertiberia.es/ACM2_upload/2-Productos/catalogofertilizantes2011.pdf)

\_\_\_\_\_ **2011 b. La fuerza de la tierra.** Nitrato Amónico 34,5 (NA soluble). En línea. Consultado el 27 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.fertiberia.es/templates/template1Det.aspx?MP=219&M=249&F=101&L=102&Tipo=671&Op=36&C=647>

**García, I. y Dorronso, C. 1995. Contaminación por fertilizantes.** En línea Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/nitrog.htm>

**González, F. 2011. Medio ambiente y desarrollo sostenible.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>

**González, S. y López, J. 2011. Efectos en el rendimiento de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) con la aplicación de soluciones nutritivas.** Tesis de ingeniero agrónomo de la Universidad de Guayaquil. EC. 34 p.

**HORTALIZAS, 2013. Efectos del nitrógeno en el tejido de tus cultivos.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/articulo/33663/efectos-del-nitrogeno-en-el-tejido-de-tus-cultivos>

**HORTOINFO. 2011. La producción mundial de pimiento ronda los 30 millones de toneladas.** En línea. Consultado el 23 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.hortoinfo.es/index.php/informes/cultivos/754-informe-pimiento>

**IGME (Instituto Geológico y Minero de España). 2002. La problemática de los nitratos y las aguas subterráneas.**

Abastecimientos, aguas subterráneas y nitratos en la provincia de Jaén. 31p.

**INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) E.E. Litoral Sur, 2008.** Manual de cultivos. Edit. por A. Villavicencio y W. Vásquez. Manual N° 73. Quito. EC. s.p.

**Leyton, A. 2003. Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible. Desarrollo de la fertilidad del suelo.** Universidad Nacional del Centro, s.e.p. 19. Huancayo, PE. pp. 26 y 184.

**MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). 1994. Abonos nitrogenados de liberación lenta.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_03.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_03.pdf)

**Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants.** Academic Press. Londres, Inglaterra. 674 p.

**Morgan, L. 2013. Niveles bajos de nitrógeno en el suelo.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: [http://www.ehowenespanol.com/niveles-bajos-nitrogeno-suelo-info\\_213322/](http://www.ehowenespanol.com/niveles-bajos-nitrogeno-suelo-info_213322/)

**OFORIA, 2007. Híbrido.** En línea. Consultado el 19 de agosto de 2013.  
Disponible en: <http://oforia.wordpress.com/2007/04/26/hibrido/>

**Padilla, W. 1979. Manual de recomendaciones de fertilización. Principales cultivos del Ecuador.** Quito –EC. p. 234.

**Ramírez, F. 2000. Manejo nutricional y fertilización balanceada en el cultivo de pprika.** Manejo del cultivo de pprika. Arequipa.  
Disponible en:  
[http://www.corpmisti.com.pe/download/sistema/web3\\_5.pdf](http://www.corpmisti.com.pe/download/sistema/web3_5.pdf)

**RED AGRÍCOLA, 2013. Novedades en fertilizantes nitrogenados.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en:  
<http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/novedades-en-fertilizantes-nitrogenados>

**SEMILLAS MAGNA C.A. 2013 a. Pimentón híbrido Quetzal.** En línea. Consultado el 18 de agosto de 2013. Disponible en:  
[http://semillasmagna.com/index.php?page=shop.product\\_details&flypage=flypage.tpl&product\\_id=103&category\\_id=25&option=com\\_virtuemart&Itemid=71](http://semillasmagna.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=103&category_id=25&option=com_virtuemart&Itemid=71)

\_\_\_\_\_ **2013 b. Pimentn híbrido Salvador.** En línea. Consultado el 19 de agosto de 2013. Disponible en:  
[http://semillasmagna.com/index.php?page=shop.product\\_details&flypage=flypage.tpl&product\\_id=101&category\\_id=25&option=com\\_virtuemart&Itemid=71](http://semillasmagna.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=101&category_id=25&option=com_virtuemart&Itemid=71)

**SOLAGRO (Solución para el Agro) 2006. El cultivo de pimiento (*Capsicum annum*).** En línea. Consultado el 17 de agosto de 2013. Disponible en: [www.solagro.com.ec/cultdet.php?vcultivo=Pimienta](http://www.solagro.com.ec/cultdet.php?vcultivo=Pimienta)

**SQM (Sociedad Química Minera) 2013. Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad pimiento.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: [http://www.sqm.com/Portals/0/img/tablas\\_cultivo/pimiento/SQM-Crop\\_Kit\\_Pepper\\_L-ES.pdf](http://www.sqm.com/Portals/0/img/tablas_cultivo/pimiento/SQM-Crop_Kit_Pepper_L-ES.pdf)

**UNIVERSIDAD DE CHILE, 1999. Nitrógeno.** En línea. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/11999/hugfupac/contam3-2.htm>

**Zapata, N. 1992.** El pimiento para pimentón. Editorial Mundi-Prensa. ES. p. 352.

# Anexos

**Cuadro 1A.** Datos de la variable altura de planta (cm), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

Tratamientos kg/N/ha	Repeticiones				$\Sigma$	Promedio
	1	2	3	4		
0	53,1	52,9	52,8	53,3	212,1	53,03
60	53,8	54,1	54,4	54,5	276,8	54,20
120	54,9	55,2	55	55,2	340,3	55,08
180	55,5	56	56,1	56,3	403,9	55,98
0	54	53,9	53,8	54,1	215,8	53,95
60	54,2	54,4	54,6	54,8	278	54,50
120	55,3	55,6	55,6	55,6	342,1	55,53
180	56	56,1	56,4	56,4	404,9	56,23
$\Sigma$	436,8	438,2	438,7	440,2	2473,9	

**Cuadro 2A.** Análisis de la varianza de la variable altura de planta (cm), obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F”C”	F”T”	
					5 %	1 %
Repeticiones	3	0.62500000	0.20833333	2.33 <sup>N.S.</sup>	3,07	4,88
Tratamiento	7	29.12500000	9.70833333	108.73 <sup>**</sup>	2,49	3,64
Híbridos	1	2.00000000	2.00000000	22.40 <sup>**</sup>	4,33	8,02
Niveles de nitrógeno	3	1.25000000	0.41666667	4.67 <sup>*</sup>	3,07	4,88
H x N	3	25,875	47,46452313	531.60 <sup>**</sup>	3,07	4,88
Error experimental	21	1.87500000	0.08928571			
Total	31	34.87500000				
Promedio general	54.81					
C.V. (%)	0.55					

\* Significativo.

\*\* Altamente significativo.

N.S. No significativo.

**Cuadro 3A.** Datos de la variable diámetro del tallo (cm), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

Tratamientos kg/N/ha	Repeticiones				$\Sigma$	Promedio
	1	2	3	4		
0	1,8	1,8	1,8	1,8	7,2	1,8
60	1,8	1,8	1,8	1,8	7,2	1,8
120	1,8	1,9	1,8	1,9	7,4	1,8
180	1,9	1,9	1,9	1,9	7,6	1,9
0	1,8	1,8	1,8	1,8	7,2	1,8
60	1,8	1,8	1,8	1,8	7,3	1,8
120	1,9	1,9	1,9	1,9	7,5	1,9
180	1,9	1,9	1,9	1,9	7,6	1,9
$\Sigma$	14,7	14,8	14,7	14,8	59,0	

**Cuadro 4A.** Análisis de la varianza de la variable diámetro del tallo (cm), obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F”C”	F”T”	
					5 %	1 %
Repeticiones	3	0.00183438	0.00061146	10.78**	3,07	4,88
Tratamiento	7	0.05500938	0.01833646	323.41**	2,49	3,64
Híbridos	1	0.00165313	0.00165313	29.16**	4,33	8,02
Niveles de nitrógeno	3	0.00108437	0.00036146	6.38**	3,07	4,88
H x N	3	0,05227188	0,128016633	2257,79**	3,07	4,88
Error experimental	21	0.00119062	0.00005670			
Total	31	0.06077188				
Promedio general	1.84					
C.V. (%)	0.41					

\*\* Altamente significativo.

**Cuadro 5A.** Datos de la variable días a la floración, obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

Tratamientos kg/N/ha	Repeticiones				$\Sigma$	Promedio
	1	2	3	4		
0	32	34	32	32	130	32,50
60	32	31	30	30	123	30,75
120	30	29	30	32	121	30,25
180	28	28	29	34	119	29,75
0	32	34	32	31	129	32,25
60	31	31	32	31	125	31,25
120	30	32	31	31	124	31,00
180	29	31	30	29	119	29,75
$\Sigma$	244	250	246	250	990	

**Cuadro 6A.** Análisis de la varianza de la variable días a la floración, obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F”C”	F”T”	
					5 %	1 %
Repeticiones	3	3.37500000	1.12500000	0.56 <sup>N.S.</sup>	3,07	4,88
Tratamiento	7	28.62500000	9.54166667	4.76 <sup>**</sup>	2,49	3,64
Híbridos	1	0.50000000	0.50000000	0.25 <sup>N.S.</sup>	4,33	8,02
Niveles de nitrógeno	3	1.25000000	0.41666667	0.21 <sup>N.S.</sup>	3,07	4,88
H x N	3	26,875	5,87047642	2,93 <sup>N.S.</sup>	3,07	4,88
Error experimental	21	42.12500000	2.00595238			
Total	31	75.87500000				
Promedio general	30.94					
C.V. (%)	4.58					

\*\* Altamente significativo.

N.S. No significativo.

**Cuadro 7A.** Datos de la variable número de flores, obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

Tratamientos kg/N/ha	Repeticiones				$\Sigma$	Promedio
	1	2	3	4		
0	18,4	18,8	18,8	18,9	74,9	18,73
60	18,4	18,3	18,7	18,5	73,9	18,48
120	18,7	18,5	18,7	18,5	74,4	18,60
180	18,7	18,6	18,9	18,8	75	18,75
0	18,5	18,8	18,6	18,8	74,7	18,68
60	18,7	18,3	18,6	18,6	74,2	18,55
120	18,7	18,5	18,6	18,8	74,6	18,65
180	18,6	18,4	18,8	18,9	74,7	18,68
$\Sigma$	148,7	148,2	149,7	149,8	596,4	

**Cuadro 8A.** Análisis de la varianza de la variable número de flores, obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F”C”	F”T”	
					5 %	1 %
Repeticiones	3	0.20125000	0.06708333	2.94 <sup>N.S.</sup>	3,07	4,88
Tratamiento	7	5.48125000	1.82708333	80.14 <sup>**</sup>	2,49	3,64
Híbridos	1	0.00125000	0.00125000	0.05 <sup>N.S.</sup>	4,33	8,02
Niveles de nitrógeno	3	0.02625000	0.06708333	2.94 <sup>N.S.</sup>	3,07	4,88
H x N	3	5,45375	6,6393524	291,23 <sup>**</sup>	3,07	4,88
Error experimental	21	0.47875000	0.02279762			
Total	31	6.18875000				
Promedio general	18.38					
C.V. (%)	0.82					

\*\* Altamente significativo.  
N.S. No significativo.

**Cuadro 9A.** Datos de la variable número de frutos/planta, obtenidos en el experimento:  
 “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*  
 L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

Tratamientos kg/N/ha	Repeticiones				$\Sigma$	Promedio
	1	2	3	4		
0	7,4	7,6	7,5	8,2	30,7	7,68
60	8,5	8,5	8,9	9	34,9	8,73
120	9	9,3	9,1	9,5	36,9	9,23
180	9,4	9,5	9,4	9,8	38,1	9,53
0	7,4	7,8	7,5	7,9	30,6	7,65
60	8,2	8,4	8,1	8,7	33,4	8,35
120	9,2	9,1	9,2	9,5	37	9,25
180	9,7	9,7	10,1	10,4	39,9	9,98
$\Sigma$	9,7	9,7	10,1	10,4	39,9	

**Cuadro 10A.** Análisis de la varianza de la variable número de frutos/planta, obtenido en el experimento:  
 “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F”C”	F”T”	
					5 %	1 %
Repeticiones	3	1.24093750	0.41364583	20.36**	3,07	4,88
Tratamiento	7	19.65343750	6.55114583	322.52**	2,49	3,64
Híbridos	1	0.00281250	0.00281250	0.14 <sup>N.S.</sup>	4,33	8,02
Niveles de nitrógeno	3	0.68593750	0.22864583	11.26**	3,07	4,88
H x N	3	18,9646875	11,7055639	576,27**	3,07	4,88
Error experimental	21	0.42656250	0.02031250			
Total	31	22.00968750				
Promedio general	8.80					
C.V. (%)	1.62					

\*\* Altamente significativo.

N.S. No significativo.

**Cuadro 11A.** Datos de la variable longitud del fruto (cm), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

Tratamientos kg/N/ha	Repeticiones				$\Sigma$	Promedio
	1	2	3	4		
0	13,5	13,3	13,2	13,3	53,3	13,3
60	14,4	14,5	14,8	14,9	58,6	14,7
120	15,3	15,8	16,7	16,9	64,7	16,2
180	16,5	16,9	17,0	17,4	67,8	17,0
0	14,1	14,6	14,5	14,4	57,6	14,4
60	15,1	15,6	16,1	16,2	63,0	15,8
120	16,4	17,0	16,9	16,9	67,2	16,8
180	16,9	17,0	17,7	18,1	69,7	17,4
$\Sigma$	122,2	124,7	126,9	128,1	501,9	

**Cuadro 12A.** Análisis de la varianza de la variable longitud del fruto (cm), obtenido en el experimento:  
 “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F”C”	F”T”	
					5 %	1 %
Repeticiones	3	2.53093750	0.84364583	9.22**	3.07	4.88
Tratamiento	7	51.66593750	17.22197917	188.21**	2.49	3.64
Híbridos	1	5.36281250	5.36281250	58.61**	4.33	8.02
Niveles de nitrógeno	3	0.60093750	0.20031250	2.19 <sup>N.S.</sup>	3.07	4.88
H x N	3	45,7021875	23,69662487	258,971**	3.07	4.88
Error experimental	21	1.92156250	0.09150298			
Total	31	62.08218750				
Promedio general	15.68					
C.V. (%)	1.93					

\*\* Altamente significativo.

N.S. No significativo.

**Cuadro 13A.** Datos de la variable diámetro del fruto (cm), obtenidos en el experimento:  
 “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*  
 L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

Tratamientos kg/N/ha	Repeticiones				$\Sigma$	Promedio
	1	2	3	4		
0	4,8	4,7	4,7	4,9	19,1	4,8
60	5,1	5,1	5,3	5,2	20,7	5,2
120	5,4	5,6	5,5	5,5	22,0	5,5
180	5,6	5,7	6,0	5,9	23,2	5,8
0	5,2	5,4	5,2	5,3	21,1	5,3
60	5,4	5,4	5,6	5,8	22,2	5,6
120	5,8	5,9	6,2	6,1	24,0	6,0
180	5,9	6,1	6,2	6,2	24,4	6,1
$\Sigma$	43,2	43,9	44,7	44,9	176,7	

**Cuadro 14A.** Análisis de la varianza de la variable diámetro del fruto (cm), obtenido en el experimento:  
 “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F”C”	F”T”	
					5 %	1 %
Repeticiones	3	0.56750000	0.18916667	4.66*	3.07	4.88
Tratamiento	7	6.75250000	2.25083333	55.45**	2.49	3.64
Híbridos	1	1.44500000	1.44500000	35.60**	4.33	8.02
Niveles de nitrógeno	3	0.08250000	0.02750000	0.68 <sup>N.S.</sup>	3.07	4.88
H x N	3	5,225	1,445751262	35,614**	3.07	4.88
Error experimental	21	0.85250000	0.04059524			
Total	31	9.70000000				
Promedio general		5.58				
C.V. (%)		3.61				

\* Significativo.

\*\* Altamente significativo.

N.S. No significativo.

**Cuadro 15A.** Datos de la variable rendimiento (kg/ha), obtenidos en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

Tratamientos kg/N/ha	Repeticiones				$\Sigma$	Promedio
	1	2	3	4		
0	28008,7	30364,3	30772,8	30443,5	119589,3	29897,33
60	29731,6	31922,2	33247,8	33546,7	128448,3	32112,08
120	34975,5	35242,3	36632,9	38047,8	144898,5	36224,63
180	42396,6	43266,6	44269,5	45382,3	175315,0	43828,75
0	27398	29737,6	30468,2	29970,4	117574,2	29393,55
60	30313,9	33016,7	34232,4	32482,5	130045,5	32511,38
120	33166,7	36864,5	37241,6	37847,7	145120,5	36280,13
180	41162,3	43865,1	45512,4	46342,7	176882,5	44220,63
$\Sigma$	267153,3	284279,3	292377,6	294063,6	1137873,8	

**Cuadro 16A.** Análisis de la varianza de la variable rendimiento (kg/ha), obtenido en el experimento: “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. Yaguachi, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F”C”	F”T”	
					5 %	1 %
Repeticiones	3	56805726.6	18935242.2	36.86**	3,07	4,88
Tratamiento	7	941306730.6	313768910.2	610.87**	2,49	3,64
Híbridos	1	58653.1	58653.1	0.11 N.S.	4,33	8,02
Niveles de nitrógeno	3	1080940.6	360313.5	0.70 N.S.	3,07	4,88
H x N	3	940167136,9	466466817,9768	908.16**	3,07	4,88
Error experimental	21	10786466	513641			
Total	31	1010038517				
Promedio general	35558.69					
C.V. (%)	2.02					

\*\* Altamente significativo.

N.S. No significativo.

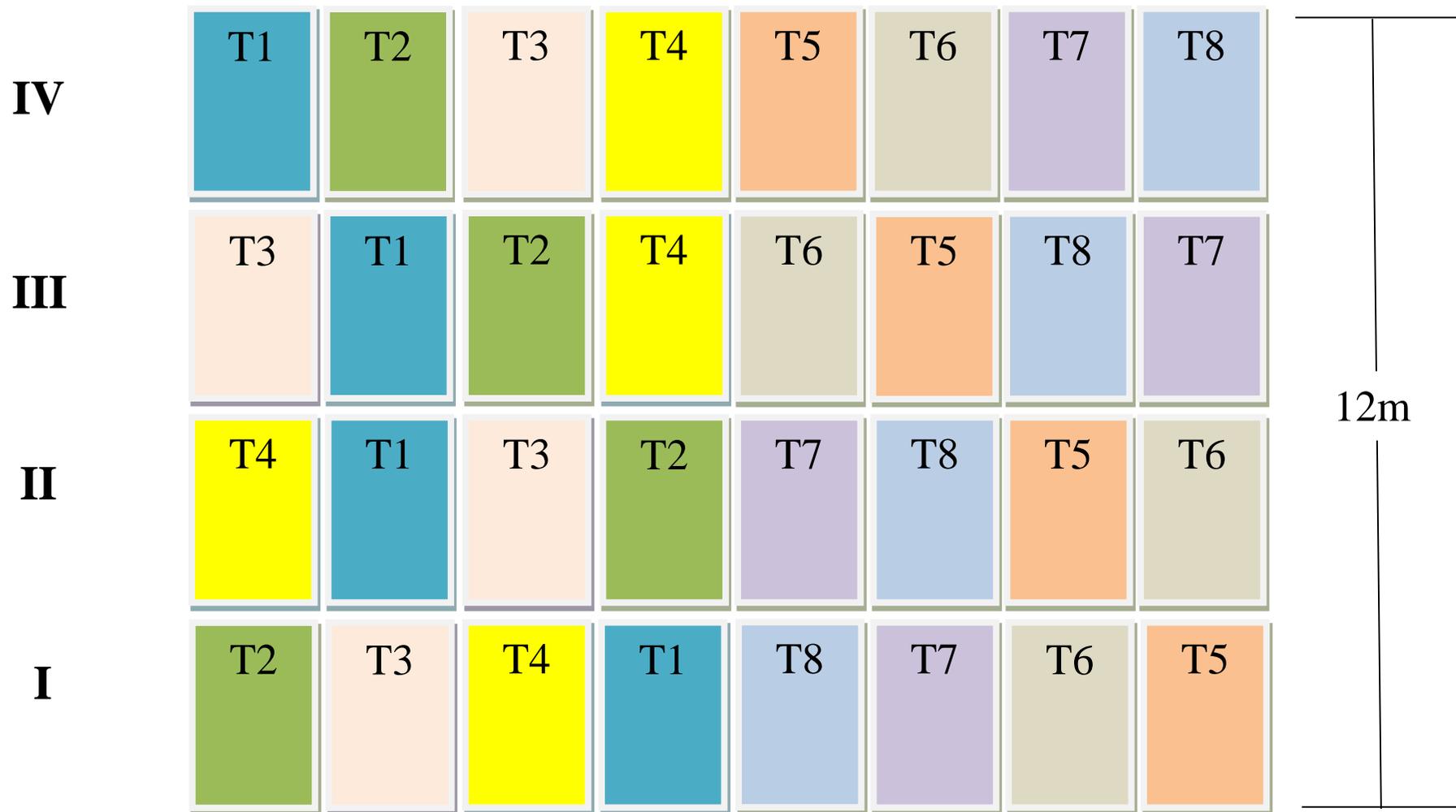


Figura 1A. Croquis de campo del área experimental



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR  
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"  
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap\_ls\_lab@yahoo.es

**"Laboratorio de ensayo  
acreditado por el OAE  
con acreditación N° OAE LE C 11-007"**

**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	FREDDY GONZALEZ	Nombre :	JARDINES DEL RIO	Informe No. :	0013889
Dirección :	KM. 27	Provincia :	GUAYAS	Responsable Muestreo :	Cliente
Ciudad :	YAGUACHI	Cantón :	YAGUACHI	Fecha Muestreo :	23/05/2013
Teléfono :	0991877241	Parroquia :	GRAL. PEDRO J. MONTENEGRO	Fecha Ingreso :	23/05/2013
Fax :	N/E	Ubicación :	KM. 27	Condiciones Ambientales :	T°C: 23.2 %H: 54.0
				Factura No. :	10387
				Fecha Análisis :	29/05/2013
				Fecha Emisión :	03/06/2013
				Fecha Impresión :	03/06/2013
				Cultivo Actual :	BARBECHO

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH <sub>4</sub>	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	*Mn	*B	* Cl
47495	LOTE 1	7.2 <b>PN</b>	18 <b>B</b>	15 <b>M</b>	134 <b>M</b>	4103 <b>A</b>	1015 <b>A</b>	12 <b>M</b>	0.6 <b>B</b>	6.6 <b>A</b>	26 <b>M</b>	2.6 <b>B</b>	0.48 <b>B</b>	

Interpretación	pH	
NH <sub>4</sub> , P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAI = Lig. Alcalino
<b>B</b> = Bajo	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
<b>M</b> = Medio	LAc = Lig. Acido	Al = Alcalino
<b>A</b> = Alto	PN = Prac. Neutro	RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Optimos		
Medio (ug/ml)		
NH <sub>4</sub> 20 - 40	Mg 121.5 - 243	Fe 20 - 40
P 10 - 20	S 10 - 20	Mn 5 - 15
K 78 - 156	Zn 2.0 - 7.0	B 0.5 - 1.0
Ca 800 - 1600	Cu 1.0 - 4.0	Cl 17 - 34

N/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE

Las opiniones, interpretaciones, etc, que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE

\*\* Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsable Laboratorio

Página 1 de 2



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR  
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"  
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap\_ls\_lab@yahoo.es

**"Laboratorio de ensayo  
acreditado por el OAE  
con acreditación N° OAE LE C 11-007"**

**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	FREDDY GONZALEZ
Dirección :	KM. 27
Ciudad :	YAGUACHI
Teléfono :	0991877241
Fax :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	JARDINES DEL RIO
Provincia :	GUAYAS
Cantón :	YAGUACHI
Parroquia :	GRAL. PEDRO J. MONTENEGRO
Ubicación :	KM. 27

DATOS DE LA MUESTRA			
Informe No. :	0013889	Factura No. :	10387
Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	29/05/2013
Fecha Muestreo :	23/05/2013	Fecha Emisión :	03/06/2013
Fecha Ingreso :	23/05/2013	Fecha Impresión :	03/06/2013
Condiciones Ambientales :	T°C:23.2 %H: 54.0	Cultivo Actual :	BARBECHO

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	C.E.	(%)	meq/100ml			Ca	Mg	Ca+Mg	
		Arena	Limo	Arcilla		* Al+H	* Al	* Na				* M.O.	K	* Ca				* Mg
47495	LOTE 1	16	50	34	Franco-Arcillo-Limoso						1.33 B	0.34 M	20.52 A	8.35 A	29.21	2.46 M	24.3 A	84.02 A

Interpretación	
Al+H, Al, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NS = No Salino
LT = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua

Lig. Tóxico meq/100mL	Niveles de Referencia			
	Lig. Salino (dS/m)	Medio	Medio (meq/100mL)	
Al + H	0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0	K 0.2 - 0.4
Al	0.31 - 1.0	Medio (%)	Mg/K 2.5 - 10.0	Ca 4 - 8
Na	0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K 12.5 - 50.0	Mg 1 - 2

N/E = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE  
 \*\* Ensayo subcontratado.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsable Laboratorio



**Figura 2A. Semillero**



**Figura 3A. Semillero**



**Figura 4A.** Protección del semillero.



**Figura 5A.** Germinación del híbrido Quetzal.



**Figura 6A.** Germinación del híbrido Salvador.



**Figura 7A.** Selección de mejores plántulas.



**Figura 8A.** Trasplante del semillero al campo.



**Figura 9A.** Riego.



**Figura 10A.** Control de malezas en forma manual.



**Figura 11A.** Días a la floración.



**Figura 12A.** Cosecha.



**Figura 13A.** Toma de datos.



**Figura 14A.** Peso del fruto.