



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TEMA:

**DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE NITRÓGENO
EN DOS HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.),
EN MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

**ÁNGEL MANUEL BAZÁN ANASTACIO
JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GARCÍA**

**LA LIBERTAD - ECUADOR
2010**

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TEMA:

DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE NITRÓGENO
EN DOS HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa L.*),
EN MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

**ÁNGEL MANUEL BAZÁN ANASTACIO
JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ GARCÍA**

**LA LIBERTAD – ECUADOR
2010**

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Antonio Mora Alcívar
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PRESIDENTE TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Andrés Drouet Candell
DIRECTOR DE ESCUELA
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Ángel León Mejía
PROFESOR ASESOR
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Néstor Orrala
TUTOR
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Abg. Milton Zambrano Coronado
SECRETARIO - PROCURADOR
SECRETARIO DEL TRIBUNAL DE GRADO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirnos terminar esta etapa de nuestras vidas.

A la Fac. C. Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena Extensión “Manglaralto”, por la formación impartida durante la etapa estudiantil.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que a través del proyecto PIC 2006-2-010 “Desarrollo de tecnologías sobre nutrición en hortalizas para la producción viable en zonas irrigadas con riesgo de salinización en la Península de Santa Elena”, nos brindó la oportunidad para desarrollar y afianzar competencias investigativas.

Al MsC. Néstor Orrala Borbor, tutor de la tesis por su valiosa colaboración y experiencia para la estructuración, ejecución y análisis de la presente investigación.

Al MsC. Eison Valdiviezo e Ing. Vicente Villón por el apoyo brindado para el desarrollo y culminación del proyecto de Tesis.

A la Ing. Monica Figueroa, por sus consejos y ayuda para feliz culminación de este trabajo.

Al Centro de Prácticas de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Extensión Manglaralto, por las facilidades brindadas para la ejecución del proyecto.

Ángel M. Bazán Anastacio.

José L. Rodríguez García.

DEDICATORIA

A mi madre Leticia Anastacio, por su apoyo moral y económico; a mis hermanos: Yolanda, Irene, Maritza, Nancy, Carlos y Luis, por su comprensión, cariño y compañía; quienes me han permitido, realizar esta investigación con la mayor tranquilidad y dedicación.

A mi padre Julio Bazán y a mi abuela Águeda Soriano, con quienes me hubiese gustado compartir esta etapa de mi vida, pero partieron obedeciendo al llamado de Dios.

Ángel M. Bazán Anastacio.

DEDICATORIA

A DIOS por prestarme vida y salud.

A mis padres Sr. Ciro Rodríguez y Sra. Mariana García, quienes me brindaron comprensión, paciencia y apoyo en todo momento de mi formación profesional, especialmente en los días más difíciles de mi vida.

A Mis hermanos David, María, Gloria y Laddy, por su apoyo moral y por hacer de mí un ente capaz de superación en la vida cotidiana.

José L. Rodríguez García.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 Cultivo de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>)	4
2.1.1 Origen y clasificación taxonómica	4
2.1.2 Descripción botánica	4
2.1.3 Agroecología	5
2.1.4 Agrotécnia	7
2.2 Fertilización en el cultivo de cebolla	9
2.2.1 Nitrógeno	9
2.2.2 Fósforo	11
2.2.3 Potasio	13
2.2.4 Azufre	13
2.2.5 Estudios de fertilización en cultivos de cebolla	14
2.3 Análisis foliar	18
2.4 Metodología CIMMYT para análisis económico	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Localización	22
3.2 Características agroquímicas del suelo	22
3.3 Características del agua	24
3.4 Materiales	24
3.4.1 Materiales y herramientas	24
3.4.2 Equipos	25

3.5 Característica agronómicas de los materiales vegetativos	25
3.5.1 Híbrido Rosita	25
3.5.2 Híbrido Roja	26
3.6 Fertilizantes químicos	26
3.6.1 Urea	26
3.6.2 Superfosfato triple	27
3.6.3 Sulfato de potasio	27
3.6.4 Humilig	27
3.7 Tratamientos y diseño experimental	28
3.7.1 Delineamiento experimental	32
3.8 Manejo del ensayo	32
3.8.1 Preparación del terreno	32
3.8.2 Semillero	33
3.8.3 Transplante	33
3.8.4. Fertilización	33
3.8.5 Riego	36
3.8.6 Control de malezas	36
3.8.7 Control fitosanitario	36
3.8.8 Toma de muestra de suelo y foliar para análisis químico	36
3.8.9 Cosecha	36
3.9 Variables experimentales	37
3.9.1 Altura de planta	37
3.9.2 Número de hojas	37
3.9.3 Diámetro del bulbo	37
3.9.4 Peso del bulbo	37
3.9.5 Rendimiento	37
3.9.6 Análisis foliar	37
3.9.7 Dosis óptima fisiológica	38
3.9.8 Análisis económico	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Resultados	39

4.1.1	Resumen del análisis estadístico en el ensayo de cebolla	39
4.1.1.1	Altura de planta	39
4.1.1.2	Número de hojas	39
4.1.1.3	Peso del bulbo	40
4.1.1.4	Peso de hoja	41
4.1.1.5	Diámetro ecuatorial	41
4.1.1.6	Diámetro polar	42
4.1.1.7	Rendimiento	42
4.1.2	Correlaciones y regresiones entre variables	46
	4.1.2.1 Correlaciones entre variables del ensayo de cebolla,	
	híbrido Rosita	46
	4.1.2.2 Regresiones entre variables del ensayo de cebolla, híbrido	
	Rosita	46
	4.1.2.3 Correlaciones y regresiones entre variables del ensayo de	
	cebolla, híbrido Roja	50
4.1.3	Dosis óptima económica (DOE) y dosis óptima fisiológica (DOF)	54
	4.1.3.1 Dosis óptima económica (DOE) y dosis óptima fisiológica (DOF) de nitrógeno en el ensayo de cebolla, híbrido Rosita.	54
	4.1.3.2 Dosis óptima económica (DOE) y dosis óptima fisiológica (DOF) de nitrógeno en el ensayo de cebolla, híbrido Roja	55
4.1.4	Cuantificación foliar de macro y micronutrientes	55
4.1.5	Rango de suficiencia	56
4.1.6	Análisis económico	59
4.2	Discusión	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
	Conclusiones	66

Recomendaciones	67
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Efectos de la salinidad del suelo en los rendimientos de cebolla	6
Cuadro 2 Dosis de fertilización fosforada recomendadas	12
Cuadro 3 Recomendaciones de fertilización, cantidad de nutrientes y momento de aplicación	17
Cuadro 4 Norma de muestreo para el cultivo de cebolla	19
Cuadro 5 Niveles de suficiencia foliar en cebolla	19
Cuadro 6 Parámetros climáticos de la zona	22
Cuadro 7 Características agronómicas del suelo del campo experimental, Manglaralto, Santa Elena. 2008	23
Cuadro 8 Salinidad de extracto de pasta de suelo	23
Cuadro 9 Características físicas y químicas del agua en el campo experimental, Manglaralto, Santa Elena. 2008	24
Cuadro 10 Propiedades de la urea	27
Cuadro 11 Tratamientos	28
Cuadro 12 Esquema de análisis de varianza (ANDEVA) utilizado en el experimento de cebolla	29
Cuadro 13 Fertilizantes de mantenimiento, abonado de fondo	34
Cuadro 14 Fertilizante de mantenimiento, humilig (ácido húmico)	34
Cuadro 15 Fertilización en el cultivo de cebolla, (kg/ha ⁻¹)	35
Cuadro 16 Fertilización por unidad experimental, (g/1,8 m ²)	35
Cuadro 17 Altura de planta, niveles de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, cm. Manglaralto, 2008	40
Cuadro 18 Peso del bulbo, niveles crecientes de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, gramos. Manglaralto, 2008	41
Cuadro 19 Diámetro ecuatorial, niveles crecientes de nitrógeno en dos	43

	híbridos de cebolla, cm. Manglaralto, 2008	
Cuadro 20	Diámetro polar, niveles crecientes de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, cm. Manglaralto, 2008	43
Cuadro 21	Rendimiento, niveles crecientes de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, kg. Manglaralto, 2008	44
Cuadro 22	Significancia estadística de variables agronómicas y rendimiento, obtenidas en el experimento “Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>), en Manglaralto cantón Santa Elena”	45
Cuadro 23	Matriz de correlaciones para las diversas variables agronómicas y de rendimiento de cebolla, híbrido Rosita	47
Cuadro 24	Matriz de correlaciones para las diversas variables agronómicas y de rendimiento de cebolla, híbrido Roja	51
Cuadro 25	Rangos de suficiencia internacionales y obtenidos en el ensayo de cebolla, realizado en Manglaralto, Santa Elena, 2008	58
Cuadro 26	Costo de mano de obra en la cosecha, sacos. Dólares	60
Cuadro 27	Presupuesto parcial del experimento de cebolla, dólares. Manglaralto, Santa Elena, 2008	61
Cuadro 28	Análisis de dominancia del experimento de cebolla	62
Cuadro 29	Análisis marginal del experimento de cebolla. Dólares	63
Cuadro 30	Distribución de fertilización en el cultivo de cebolla.	67

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Distribución de los tratamientos y parcelas experimentales en el campo. UPSE “Manglaralto” 2008	30
Figura 2	Diseño de parcela experimental de cebolla. Manglaralto, Santa Elena. 2008	31
Figura 3	Relación entre altura de planta y el peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008	48
Figura 4	Relación entre altura de planta y diámetro ecuatorial. Manglaralto, Santa Elena. 2008	48
Figura 5	Relación entre altura de planta y diámetro polar. Manglaralto, Santa Elena. 2008	49
Figura 6	Relación entre altura de planta y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008	49
Figura 7	Relación entre diámetro ecuatorial y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008	49
Figura 8	Relación entre diámetro polar y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008	49
Figura 9	Relación entre peso del bulbo y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008	49
Figura 10	Relación entre diámetro ecuatorial y diámetro polar. Manglaralto, Santa Elena. 2008	49
Figura 11	Relación entre diámetro ecuatorial y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008	49
Figura 12	Relación entre diámetro polar y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008	49
Figura 13	Relación entre altura de planta y peso del bulbo. Manglaralto,	52

	Santa Elena. 2008	
Figura 14	Relación entre altura de planta y diámetro ecuatorial. Manglaralto, Santa Elena. 2008	52
Figura 15	Relación entre altura de planta y diámetro polar. Manglaralto, Santa Elena. 2008	52
Figura 16	Relación entre altura de planta y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008	52
Figura 17	Relación entre diámetro ecuatorial y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008	53
Figura 18	Relación entre diámetro polar y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008	53
Figura 19	Relación entre peso del bulbo y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008	53
Figura 20	Relación entre diámetro ecuatorial y diámetro polar. Manglaralto, Santa Elena. 2008	53
Figura 21	Relación entre diámetro ecuatorial y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008	53
Figura 22	Relación entre diámetro polar y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008	53
Figura 23	Dosis óptima fisiológica y económica de nitrógeno en ensayo de cebolla híbrido Rosita	54
Figura 24	Dosis óptima fisiológica y económica de nitrógeno en ensayo de cebolla híbrido Roja	55
Figura 25	Depuración del rango de suficiencia de nitrógeno con intervalo de confianza lineal en el ensayo de cebolla	57
Figura 26	Curva de beneficios netos según el análisis de dominancia	63

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1A	Programación SAS para análisis de varianza general
Cuadro 2A	Programación SAS para análisis de varianza grupo Rosita
Cuadro 3A	Programación SAS para análisis de varianza grupo Roja
Cuadro 4A	Valores de Tukey, para la variable altura de planta, en ensayo de cebolla
Cuadro 5A	Análisis de la variable altura de planta (cm) del experimento: Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>), en Manglaralto, cantón Santa Elena
Cuadro 6A	Análisis de la variable número de hojas del experimento: Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>), en Manglaralto, cantón Santa Elena
Cuadro 7A	Análisis de la variable peso del bulbo (g) del experimento: Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>), en Manglaralto, cantón Santa Elena
Cuadro 8A	Análisis de la variable peso de hoja (g) del experimento: Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>), en Manglaralto, cantón Santa Elena
Cuadro 9A	Análisis de la variable diámetro ecuatorial (cm) del experimento: Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>), en Manglaralto, cantón Santa Elena
Cuadro 10A	Análisis de la variable diámetro polar (cm) del experimento: Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>), en Manglaralto, cantón Santa Elena
Cuadro 11A	Análisis de la variable rendimiento (kg/ha) del experimento: Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>), en Manglaralto, cantón Santa Elena
Cuadro 12A	Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables altura de planta y peso del bulbo en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008

- Cuadro 13A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables altura de planta y diámetro ecuatorial en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 14A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables altura de planta y diámetro polar en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 15A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables altura de planta y rendimiento en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 16A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro ecuatorial y peso del bulbo en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 17A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro polar y peso del bulbo en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 18A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables peso del bulbo y rendimiento en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 19A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro ecuatorial y diámetro polar en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 20A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro ecuatorial y el rendimiento en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 21A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro polar y el rendimiento en el ensayo de cebolla híbrido Rosita. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 22A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables altura de planta y peso del bulbo en el ensayo de cebolla híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 23A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables altura de planta y diámetro ecuatorial en el ensayo de cebolla híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 24A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables altura de planta y diámetro polar en el ensayo de cebolla híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 25A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables altura de planta y rendimiento en el ensayo de cebolla híbrido

Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008

- Cuadro 26A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro ecuatorial y peso del bulbo en el ensayo de cebolla, híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 27A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro polar y peso del bulbo en el ensayo de cebolla, híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 28A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables peso del bulbo y rendimiento en el ensayo de cebolla híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 29A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro ecuatorial y diámetro polar en el ensayo de cebolla híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 30A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro ecuatorial y rendimiento en el ensayo de cebolla híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 31A Salida de Sigmaplot del análisis de regresión entre las variables diámetro polar y rendimiento en el ensayo de cebolla híbrido Roja. Manglaralto, Santa Elena, 2008
- Cuadro 32A Salida de Sigmaplot con resultados de análisis de regresión entre las aplicaciones de nitrógeno al suelo y el rendimiento del híbrido Rosita, Manglaralto, 2008
- Cuadro 33A Salida de Sigmaplot con resultados de análisis de regresión entre las aplicaciones de nitrógeno al suelo y el rendimiento del híbrido Rosita, Manglaralto 2008
- Cuadro 34A Salida de Sigmaplot con resultados de análisis de regresión entre las aplicaciones de nitrógeno al suelo y el rendimiento del híbrido Roja, Manglaralto, 2008
- Anexo 35A Obtención de fórmulas para cálculos de dosis óptima fisiológica y económica
- Anexo 36A Cálculo de dosis óptima fisiológica de nitrógeno en el cultivo de cebolla híbrido Rosita
- Anexo 37A Cálculo de dosis óptima económica de nitrógeno en el cultivo de cebolla híbrido Rosita
- Anexo 38A Cálculo de dosis óptima fisiológica de nitrógeno en el cultivo de cebolla híbrido Roja
- Anexo 39A Cálculo de dosis óptima económica de nitrógeno en el cultivo de cebolla híbrido Roja

Cuadro 40A	Resultados de la cuantificación química foliar en el experimento de cebolla. Manglaralto, Santa Elena. 2008
Cuadro 41A	Resultados de la cuantificación química de suelo en el experimento de cebolla. Manglaralto, Santa Elena. 2008
Cuadro 42A	Depuración de rango de suficiencia de boro con intervalo de confianza lineal
Cuadro 43A	Promedio altura de planta (cm)
Cuadro 44A	Promedio número de hojas
Cuadro 45A	Promedio peso del bulbo (g)
Cuadro 46A	Promedio peso de hoja (g/planta)
Cuadro 47A	Promedio diámetro ecuatorial (cm)
Cuadro 48A	Promedio diámetro polar (cm)
Cuadro 49A	Promedio rendimiento (kg/ha)
Cuadro 50A	Costos que varían de cada tratamiento
Cuadro 51A	Análisis de suelo realizado en, INIAP – Boliche, abril 2008
Cuadro 52A	Análisis de suelo realizado INIAP – Boliche, abril 2008
Cuadro 53A	Análisis de salinidad de extracto de pasta de suelo, INIAP – Boliche, abril 2008
Cuadro 54A	Análisis químico de aguas
Figura 1A	Elaboración de semilleros
Figura 2A	Siembra
Figura 3A	Delimitación de unidades experimentales
Figura 4A	Instalación de sistema de riego
Figura 5A	Germinación de cebollas
Figura 6A	Semilleros (30 días)
Figura 7A	Transplante
Figura 8A	Riego por goteo
Figura 9A	Preparación de solución nitrogenada

- Figura 10A Fertilización en drench
- Figura 11A Control manual de malezas
- Figura 12A Vista general de parcelas experimentales
- Figura 13A Medición de altura de planta al momento de la cosecha
- Figura 14A Calibración peso de hoja y bulbo
- Figura 15A Calibración de diámetro del bulbo, ecuatorial y polar
- Figura 16A Muestras de los tratamientos (híbrido Rosita, híbrida Roja)

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Las hortalizas desempeñan un rol muy importante en la alimentación y salud del hombre, constituyendo el cuarto grupo esencial de la alimentación humana; su valor nutricional se debe principalmente al contenido de vitaminas, minerales, hidratos de carbono, proteínas y grasas.

La producción mundial de cebolla (*Allium cepa L.*) está alrededor de 30 000 000 toneladas métricas anuales; existen cultivares adaptados a todas las regiones del mundo, siendo China, India, Estados Unidos y Rusia los principales países productores. Mientras que en Sudamérica son Argentina, Chile, Brasil, Paraguay y Uruguay.

En Ecuador el cultivo de cebolla se siembra especialmente en la sierra; en los últimos años en la costa, se ha introducido variedades con características genotípicas y fenotípicas adaptadas al medio. Este cultivo es de importancia económica por la creciente demanda del producto; existen variedades con buenas características de adaptación a numerosas zonas ecológicas.

La cebolla se cultiva en el litoral o costa en las provincias de Santa Elena: represa del Azúcar; El Oro: Arenillas, presa de Tahuin y Huaquillas; Manabí: cuenca del río Portoviejo; Esmeraldas: zona del Timbre. Mientras que en la sierra se siembra en Imbabura: Valle del Chota, Pimampiro y Salinas; Carchi: el Ángel y San Gabriel; Azuay: Santa Isabel y Yugula; Loja: Zapotillo, Catamayo y Paltas.

INEC en el año de 1999 indica que la superficie cosechada de cebolla en Ecuador es 9 832 hectáreas con producción estimada de 80 622 toneladas

métricas y rendimiento de 8,2 t/ha. En la Península de Santa Elena se siembra alrededor de 500 hectáreas con una producción de 15 000 toneladas métricas.

Tanto el rendimiento como la calidad de la cebolla están influenciados por diversos factores como clima, condiciones ambientales y características del suelo. No obstante, uno de los aspectos fundamentales es la adecuada aplicación de fertilizantes, la cual guarda estrecha relación con la obtención de buenos rendimientos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La parroquia Manglaralto, goza de diferentes climas y suelos agrícolas improductivos debido a que, tradicionalmente los agricultores de este sector han venido desarrollando monocultivos, en época de invierno; en verano no se realiza ninguna actividad agrícola, por tal razón se pretende fomentar la rotación de cultivos, introduciendo la siembra de cebolla.

Los beneficios que con la fertilización se pueden alcanzar inciden considerablemente en el aumento de las cosechas, necesitando determinar cuál es el nivel óptimo de fertilización nitrogenada. Las limitaciones o aplicaciones muy altas o tardías de nitrógeno durante el periodo de crecimiento, pueden ocasionar un desequilibrio en el desarrollo y disminuir la producción en cosecha.

En los ecosistemas de la península de Santa Elena las investigaciones sobre fertilización de esta hortaliza han sido muy escasas. El trabajo a realizar tiende obtener información al respecto y los resultados sobre nutrición, serán puestos a disposición de los pequeños productores, los mismos que utilizando nuevas tecnologías, mejorarán el manejo de sus cultivos y su calidad de vida.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el comportamiento del cultivo de cebolla ante la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en Manglaralto cantón Santa Elena.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la dosis óptima de nitrógeno en el rendimiento de dos cultivares de cebolla.
- Evaluar la disponibilidad nutricional del cultivo de cebolla mediante análisis foliar, haciendo énfasis en el nitrógeno.
- Realizar el análisis económico de los diferentes tratamientos en estudio, mediante la tasa de retorno marginal.

1.4 HIPÓTESIS

Los diferentes niveles de fertilización nitrogenadas, difieren en el desarrollo y rendimiento del cultivo de cebolla.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)

2.1.1 ORIGEN Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

MONTES C. (1992) manifiesta que la cebolla es originaria de Asia Central. Se introdujo en el continente europeo, específicamente Italia, Grecia y España. Fue introducida a Ecuador por los colonizadores españoles que distribuyeron este cultivar a toda América.

De acuerdo a HURRES C. y CARABALLO N. (1991), la taxonomía de la cebolla es la siguiente:

División	: <i>Macrophyllopyta</i>
Subdivisión	: <i>Magnoliophytina</i>
Clase	: <i>Nimphaeopsida</i>
Orden	: <i>Liliales</i>
Familia	: <i>Liliaceas</i>
Género	: <i>Allium</i>
Especie	: <i>cepa</i>
N. científico	: <i>Allium cepa</i> L.

2.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS (2002) indica que la cebolla es una planta bianual, herbácea monocotiledonea, de la cual se desarrolla el bulbo (parte comestible). Tiene un sistema radicular muy ramificado, con raíces fibrosas que pueden alcanzar hasta 0,90 m de profundidad y 0,45 m de

crecimiento lateral, de tallo rudimentario y pequeño. Las hojas de color verde cenizo, son huecas y están constituidos por la vaina y el limbo. El bulbo está conformado por hojas modificadas (escamas), cuyo tamaño y desarrollo dependen del fotoperiodo. La inflorescencia es una umbela que se forman al final del tallo floral. Tienen variedades blancas y rojas.

Según MESSIAEM C. (1979), la cebolla posee uno de los sistemas radiculares más limitados, fasciculados de color blanco, de 0,40 a 0,45 m y 0,85 a 0,95 m de profundidad; su tallo lo constituye una masa caulinar aplastada, llamada disco con entre nudos muy cortos, situada en la base del bulbo sobre el que se injertan las hojas. Éstas se encuentran en la parte inferior, se ensanchan como resultado de la acumulación de reservas alimenticias; flores hermafroditas simétricas y pediceladas, inflorescencia de tipo umbeliforme apretada, fruto en forma de cápsula de ángulos redondeados.

2.1.3 AGROECOLOGÍA

FUNDACIÓN SHELL (1974) menciona que la cebolla es de fácil cultivo y se adapta a cualquier terreno, incluso a los terrenos de secano, pero en éste caso los bulbos no se desarrollan tanto. Sin embargo, el terreno que más le conviene a la cebolla es el suelo suelto, fresco, calizo y arenoso. La cebolla agota mucho el suelo, por lo cual no es conveniente que se repita el cultivo en un mismo campo; debe alternarse con otro cultivo.

ALSINA L. (1980) sugiere que los mejores suelos para el cultivo y explotación de cebolla, son los suelos de aluvión, suelto con excelente drenaje, permeable y ricos en materia orgánica, evitando de esta forma sembrar en terrenos compactos y duros.

RICHARDS LA. (1954) indica que los suelos arcillosos no se recomiendan porque pueden deformar la parte comestible o retrasar su desarrollo. Además

sostiene que es ligeramente tolerante a la acidez con un rango óptimo de 6 a 6,8.

MASS EV. (1984) señala que el cultivo de cebolla es medianamente tolerante a la salinidad. Esto es corroborado por SEMIAGRO (s.f., en línea), quien indica que la salinidad no debe tener valores superiores a 1,2 mmhos/cm, ya que sobre éste comienza a disminuir sus rendimientos (cuadro1).

Cuadro 1. Efectos de la salinidad del suelo en los rendimientos de cebolla

Conductividad eléctrica mmhos/cm	Pérdida de rendimiento %
0,8 – 1,2	0
1,2 –1,8	10
1,8 – 2,9	25
Sobre 2,9	50

Fuente: SEMIAGRO (s.f., en línea)

Según CASSERES E. (1971), la cebolla requiere un clima templado o cálido para su desarrollo, pero las condiciones ideales son aquellas donde hay temperaturas frescas en las fases iniciales del desarrollo de la planta y cálida hacia la madurez. Manifiesta además, que la temperatura de 12 a 24 °C es óptima para el cultivo.

De acuerdo a MOROTO J. (1982), citado por GARCÍA RUIZ A R. (2000), la duración del día tiene una gran importancia vital en el proceso de formación del bulbo, el requerimiento de fotoperíodo óptimo es de diez horas diarias que la planta debe estar expuesta a la acción de la luz.

Según ANDRADE C. (2005, en línea), citado por LAVAYEN NEIRA L. y SUÁREZ MEDINA J. (2007), la semilla de cebolla germina en forma óptima cuando el suelo tiene una temperatura de 24 °C, pero soporta mínimas de 1,6 °C y

máximas de 35 °C, bajo condiciones favorables y sembrada a 1 cm de profundidad, germina y emerge en 4 ó 5 días.

PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS (1996) menciona que las temperaturas de los trópicos (40 °C) solo retardan la formación del bulbo.

ALVIA DELGADO F. (1998) indica que la cebolla se desarrolla en climas templados y secos con temperaturas entre 15 y 26 °C, alcanzando ciclos vegetativos de 150 días en climas fríos y 130 días en climas cálidos.

SEMIAGRO (s.f., en línea) manifiesta que la cebolla es una planta que tiene un sistema radicular muy superficial y su mayor volumen de raíces se ubica en los primeros 30 cm de suelo, por lo tanto esa zona debe permanecer con suficiente humedad disponible para la planta. Los riegos deben ser frecuentes. El período más crítico, en cuanto a necesidad de agua, es durante la formación del bulbo, pero también hay una necesidad periódica de agua durante todo el cultivo después del trasplante.

Según YAMAGUCHI N. (1983), la cebolla necesita 380 a 760 mm de agua desde la siembra hasta la cosecha; un estrés de agua o periodos de sequía afectan el contenido de sólidos solubles, pungencia, rendimiento y provoca formación de bulbos dobles.

2.1.4 AGROTÉCNIA

VALDES E. (1996) reporta que es importante utilizar semillas de alto poder germinativo para obtener un óptimo porcentaje de prendimiento.

FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS (2002) manifiesta que la siembra de cebolla de bulbo se hace por semillas, utilizando 4 libras en el semillero/ha, para lo cual la tierra debe desmenuzarse y mezclarse con arena

para distribuirla bien.

MONTES C. (1992) recomienda que los semilleros deben ser construidos con un sustrato que sea bien preparado, con suelo agrícola, arena de río y materia orgánica. El suelo debe ser extremadamente suelto, liviano y de fácil drenaje para evitar el encharcamiento que suele traer efectos negativos sobre las plántulas. Además, manifiesta que se deben realizar platabandas de 1,0 a 1,5 m de ancho, elevadas de 15 a 20 cm, con respecto al nivel del suelo, lo cual evita el encharcamiento del agua, ya que facilita el buen drenaje de la misma.

GUÍA PRÁCTICA DE LA HORTICULTURA (1999) señala que para los semilleros se emplean 3 a 4 g de semilla para cada m², de donde se obtendrán 700-800 plantitas que serán necesarias para la plantación en el terreno definitivo de unos 20 m².

ALVIA DELGADO F. (1998) considera que las plantas están listas a los 40 – 45 días después de la germinación. El trasplante se lo debe realizar de preferencia en horas de la tarde.

PISCO VÉLEZ JE. (2002) expresa que el momento adecuado para hacer trasplante es cuando las plantas alcanzan el grosor de un lápiz y tienen 4 a 5 hojas, esto es a los 45 días después de la siembra; para retirar las plántulas del semillero se procede a dar abundante riego. También recomienda aplicar riego previo al trasplante en el sitio definitivo. El método de siembra en el trasplante manual, es dejando una planta por sitio, con un distanciamiento de 0,20 m entre hilera y 0,10 m entre planta (500 000 plantas/ha).

AGRIPAC (2000) aconseja realizar un riego por semana hasta 55 a 65 días después del trasplante. Se sugiere entre la cuarta y quinta semana después del trasplante no regar para someter a la planta a estrés para estimular la formación del bulbo.

HUME G. y KRAMP V. (1971) señalan que la cebolla es una planta muy sensible a la acidez, por lo que no debe cultivarse en suelos naturalmente ácidos, al menos que se hayan encalado uno o dos años antes. Además, indica que este cultivo tiene que someterse a una buena fertilización y adición de estiércol bien descompuesto, evitando un exceso de nitrógeno en los últimos estado de crecimiento.

Según PORTAL AGRARIO (s.f., en línea), la siembra de cebolla puede darse a lo largo de todo el año. También manifiesta que para fines de exportación es recomendable hacer el trasplante en los meses de julio y agosto.

2.2 FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CEBOLLA

2.2.1 NITRÓGENO

AZABACHE LEYTÓN A. (2003) manifiesta que 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 adsorbido por las plantas como iones amonio y nitratos. El nitrato es una fuente preferencial para el crecimiento de los cultivos, principalmente toman nitrato aún cuando se aplica NH_4^+ , debido a la rápida acción microbial sobre el amonio en el suelo.

Según COMPO (s.f., en línea), la cebolla requiere la aportación de un nivel elevado de nitrógeno. Además, manifiesta que nitrógeno es esencial para el desarrollo de la planta, especialmente de la parte aérea, influyendo directamente sobre el desarrollo vegetativo, acumulación de reservas y desarrollo de la cebolla en general (interviene en reacciones metabólicas, síntesis de proteínas etc.). Un exceso de nitrógeno tiene como consecuencia un retraso de la maduración, bulbos más blandos y peor capacidad de almacenamiento, estos efectos negativos se acentúan en aplicaciones excesivas de nitrógeno realizadas hacia el final del cultivo.

JACOB A. y HUEXKULL H. (1973) mencionan que la deficiencia de nitrógeno ejerce un marcado efecto sobre los rendimientos de la planta. Las plantas permanecen pequeñas y se tornan rápidamente cloróticas dado que no existe suficiente nitrógeno para realización de la síntesis proteica y clorofílica. También dicen, que a causa de la deficiencia clorofílica la planta sufre la inhibición de su capacidad de asimilación y de formación de los carbohidratos; tal hecho conduce a una deficiente y prematura formación floral y fructificación, por lo cual el periodo vegetativo resulta acortado.

De acuerdo con CALIFORNIA FERTILIZER ASOCIATION (1995), la clorosis es más pronunciada en los tejidos maduros, ya que el nitrógeno es móvil dentro de las plantas y tiende desplazarse de los tejidos maduros a jóvenes, cuando este elemento es deficiente.

MOROTO J. (1989) afirma que en muchos suelos el nitrógeno es el elemento necesario y que la deficiencia del mismo provocaría trastorno en las plantas, presentando un color verde pálido, reducido en tamaño, torcidos o enrollados, a veces poco vigorosos y el cuello no se dobla ni se seca en la etapa de madurez, si no persiste erecta.

GARCIA F. (1974) menciona que la cebolla requiere de nitrógeno fundamentalmente en la etapa de crecimiento del follaje; además, indica que cuando hay exceso de este elemento, el desarrollo foliar es mayor y provoca un detenimiento en el engrosamiento de los bulbos, haciéndolos más sensibles a las enfermedades.

Según MONTES A. y HALLE L. (1966), en la primera fase de crecimiento la cebolla necesita grandes cantidades de nitrógeno y los restantes elementos nutritivos, mientras en la bulbificación un excesivo gradiente de nitrógeno puede perjudicar la acción del fósforo y potasio.

CAMPOSA (1998) manifiesta que la cebolla con un exceso de nitrógeno, crece exuberante y sus hojas se tornan de color verde oscuro y el bulbo no alcanza su tamaño normal; en cambio cuando falta este elemento, las hojas se presentan de un color amarillento y achaparradas, las plantas presentan tamaño pequeño y por consiguiente la producción es baja.

FIGUEROA M. y TORRES M. (s.f., en línea) señalan que la fertilización nitrogenada se realiza en época temprana del cultivo, preferentemente 15 días después del trasplante, en forma fraccionada en dos o tres veces, a razón de 150 a 200 kg/ha.

2.2.2 FÓSFORO

VIGLIOLA M. (1991) indica que el segundo elemento en importancia para el desarrollo del cultivo de cebolla es el fósforo, ya que este elemento interviene en el poder de asimilación de los otros nutrientes.

FERSINI A. (1974) señala que el fósforo favorece el buen color de las cebollas y la precocidad de la maduración; este elemento debe figurar en la fórmula de fertilizante, pero su proporción así como el nitrógeno y potasio dependen de la exigencia de cada suelo, según indique el análisis químico.

COMPO (s.f., en línea) manifiesta que la cebolla presenta necesidades de fósforo relativamente altas, este elemento está directamente relacionado con el desarrollo radicular y por tanto es necesario para asegurar una absorción eficaz de los restantes nutrientes, siendo por tanto esencial su aporte ante todo al inicio del cultivo. Los abonos estabilizados estimulan la absorción del fósforo por la planta, favoreciendo un desarrollo temprano del cultivo.

HURRES C. y CARABALLO N. (1991) sostienen que la deficiencia del fósforo se manifiesta por el lento crecimiento y la madurez retardada de las plantas; las

primeras hojas llegan a presentar una necrosis, la cual avanza hasta la parte de la base, presentando además manchas verdes amarillentas y cuando se mueren, adquieren un color negruzco.

FAXSA (s.f., en línea) menciona que las dosis de fósforo varían de acuerdo al contenido de este elemento en el suelo; en suelos con bajo contenido (menos de 8 ppm), se recomienda el empleo de 165 kg de P_2O_5 /ha al voleo antes del rayado. Posteriormente se adicionan 110-130 kg junto con la primera aplicación de nitrógeno. En suelos con un contenido medio de fósforo (8-12 ppm), se reduce a 110-140 kg/ha. En suelos con altas concentraciones de este elemento (>12 ppm), se usan de 65-130 kg/ha, aplicadas de la misma manera que las recomendaciones anteriores. En suelos de climas fríos, la disponibilidad del fósforo disminuye, por lo cual conviene fertilizar con este nutriente aún en los suelos con buenas concentraciones.

Según SEMIAGRO (s.f., en línea), este nutriente es inmóvil en el suelo, por lo que debe incorporarse al suelo antes del trasplante. Técnicamente, lo ideal es la localización del fertilizante fosforado a 5 cm abajo y 5 cm a lado de la zona de generación de las raíces de las plantas. En la práctica, esto es fácilmente posible en la siembra directa (con máquinas), pero es muy difícil de conseguir cuando se trasplante manualmente, por lo que se recomienda incorporarlo con el último rastraje. El mismo autor recomienda la dosis de fertilización fosforada, que se describe en el cuadro 2.

Cuadro 2. Dosis de fertilización fosforada recomendadas

Análisis de suelo(ppm)	Dosis de P_2O_5 recomendada (kg/ha)
0-40	90-130
40-100	65-90
>100	45-65

Fuente: SEMIAGRO (s.f., en línea)

2.2.3 POTASIO

Según la BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA (2001), el potasio en la planta forma parte de los tejidos, sobre todo de aquellos destinados al crecimiento; aumenta la resistencia de la planta a la falta de agua, disminuye la transpiración. También aumenta la resistencia de la planta a bajas temperaturas, aumenta la concentración de sales, es decir, de elementos minerales en su interior. Sostiene que es importante en la fructificación, aumenta el peso y el contenido en azúcares de los frutos. Interviene además en la fotosíntesis y aumenta el sistema radicular.

BERINGER y NORTHDURT (1985), citado por ALMERIA (2000), manifiestan que el potasio juega un papel importante en el crecimiento primario de las células por su efecto en la elongación celular. Un aporte adecuado de potasio aumenta el espesor de las paredes celulares, proporcionando una mayor estabilidad a los tejidos; este efecto sobre el crecimiento celular mejora la resistencia a plagas y enfermedades.

COMPO (s.f., en línea) señala que la calidad de la cosecha de cebolla viene determinada en gran parte por el potasio, que confiere resistencia a condiciones ambientales adversas (heladas, sequías...etc.) y a enfermedades y plagas. Una deficiencia de potasio tiene como consecuencia cebollas más blandas, menos resistentes y por tanto de menor capacidad de conservación.

SEMIAGRO (s.f., en línea) recomienda aplicar potasio, solo cuando el análisis de suelo indique valores por debajo de 100 ppm; el potasio cumple un rol importante en la movilización de azúcares y los aumentos del diámetro de fruto. Además, manifiesta que una dosis adecuada puede ser de 100-150 kg de K_2O ha⁻¹.

2.2.4 AZUFRE

Según GUERRERO BARRANTES J. y TELLO PERAMAS L. (2000), el azufre

es un micronutriente secundario esencial necesario para la formación de aminoácidos, vitaminas, enzimas, etc.

Para FIGUEROA M. y TORRES M. (s.f., en línea), el azufre (S) cumple un papel importante en las cebollas pungentes, ya que constituye los compuestos aromáticos. En suelos deficientes se soluciona usando fertilizantes nitrogenados como el sulfato de amonio.

BORNEMISZA E. (1990) expresa que la cebolla es uno de los cultivos que más consume azufre, extrayendo en una cosecha de 37 toneladas/ha un total de 34 kg de azufre (S), de este, 22 en la cosecha y 12 en el follaje; para reponer el azufre extraído se sugiere aplicar hasta 41 kg de azufre por hectárea, obteniendo incrementos de hasta 19 % en la cosecha.

MENGEL K. y KIRKBY E. (1982) citado por GUERRERO BARRANTES J. y TELLO PERAMAS L. (2000), manifiestan que este elemento es traslocado principalmente en dirección ascendente mientras que el movimiento descendente es muy pobre ante la deficiencia de azufre; el sulfato es traslocado de las raíces y peciolo hacia las hojas jóvenes. El azufre de las hojas viejas no es proporcionado a los tejidos jóvenes lo que demuestra que la translocación no se da por flujo de masa. Por lo tanto los síntomas de deficiencia se presentan en las hojas jóvenes.

2.2.5 ESTUDIOS DE FERTILIZACIÓN EN CULTIVOS DE CEBOLLA

REYES R. (1994) en la zona de Naranjito, provincia del Guayas evaluó la adaptabilidad de cinco cultivares de cebolla (*Allium cepa L.*), aplicando 180 kg de nitrógeno, obtuvo mayor rendimiento y un diámetro del bulbo de 6,65 cm.

ZAMBRANO S. (1995) investigó en la zona de Colonche, provincia de Santa Elena el comportamiento agrónomico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa L.*), bajo niveles de fertilización orgánica e inorgánica; aplicando 200 kg de

nitrógeno, 160 kg de fósforo y 100 kg de potasio, alcanzó 479,10 qq/ha.

VALDEZ A. (1989) recomienda las cantidades de elementos totales para conseguir un rendimiento aceptable de 50 t/ha:

Nitrógeno: 25 kg en base + 125 kg con riego durante el cultivo.

Fósforo: 230 kg/ha de P_2O_5 en base, incorporado al suelo antes del trasplante.

Potasio: 200 kg/ha de K_2O en base, incorporado al suelo antes del trasplante.

En la comuna Atahualpa, LAVAYEN NEIRA L. y SUÁREZ MEDINA J. (2007), estudiaron el efecto de abonos orgánicos sólidos (compost). En el tratamiento convencional (testigo) aplicaron 250 kg nitrógeno ha^{-1} , 150 de fósforo $kg\ ha^{-1}$ y 200 kg de potasio ha^{-1} alcanzando una altura de planta de 77,18 cm, peso del bulbo 239,23 g; diámetro del bulbo 7,74 cm y un rendimiento de 51,83 t ha^{-1} (230 000 plantas).

PISCO VÉLEZ JE. (2002) investigó, la respuesta de la cebolla (*Allium cepa L.*) a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo en la zona de Chongón (provincia del Guayas), obteniendo un rendimiento de 21,05 t ha^{-1} (500 000 plantas) y diámetro de 8,23 cm con la aplicación de 100 kg de nitrógeno ha^{-1} .

BOZA CERREZO SG. (1999), comparó el comportamiento de ocho variedades de cebolla (*Allium cepa L.*) de bulbo en la zona del Azúcar, provincia de Santa Elena; aplicando 200 kg nitrógeno ha^{-1} , 160 de fósforo $kg\ ha^{-1}$ y 100 de potasio $kg\ ha^{-1}$, alcanzó con las variedades California Red y Red Creole un peso de 152,75 g y 151,75 g respectivamente.

En cambio SHANY M. y PROAÑO J. (1997), sostienen que una hectárea de cebolla, que produce 250 qq extrae las siguientes cantidades de nutrientes:

83,7 kg/ha de nitrógeno

53,1 kg/ha de fósforo

85,0 kg/ha de potasio

CHANG R. (1981) investigando la introducción y adaptabilidad de cuatro variedades de cebolla en el cantón Daule, provincia del Guayas, obtuvo un rendimiento de 18 t/ha aplicando las siguientes dosis de fertilizantes:

200 kg/ha de nitrógeno

160 kg/ha de fósforo

100 kg/ha de potasio

FIGUEROA M. y TORRES M. (s.f., en línea), indica que para cosechar 35 t ha⁻¹ de cebolla, requiere:

128 kg nitrógeno ha⁻¹

24 kg fósforo ha⁻¹

99 kg potasio ha⁻¹

Según LENSCAK M. y INSAURRALDE E. (1996), un cultivo de cebolla por tonelada cosechada, necesita:

2,81 kg nitrógeno

1,4 kg fósforo

2,99 kg potasio

1,21 kg de calcio

0,49 kg de magnesio

AGRIPAC (2001) manifiesta que las aplicaciones de fertilizantes dependerán del análisis de suelo. La cebolla con un sistema reducido responde bien a la siguiente fertilización:

120 kg de nitrógeno ha⁻¹

160 kg de fósforo ha⁻¹

80 kg de potasio ha⁻¹

ENXARXA (s.f., en línea) detalla la fertilización, cantidad de nutrientes y momento de su aplicación según varios autores (cuadro 3).

Cuadro 3. Recomendaciones de fertilización, cantidad de nutrientes y momento de aplicación

Autor	Recomendación
Greenwood (1980)	206 kg N ha ⁻¹ , 231kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ , 143 kg K ₂ O ha ⁻¹
Macua (1988)	160 kg N ha ⁻¹ , 60 kg N ha ⁻¹ de fondo y el resto en dos coberteras antes del engrose del bulbo. 80 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ de fondo 143 kg K ₂ O ha ⁻¹ de fondo
MAFF (1994)	Cebollas en suelos minerales y según el índice relacionado con los análisis de suelo: 30-90 kg N ha ⁻¹ en siembra de primavera 40-100 kg N ha ⁻¹ en siembra de otoño 0-300 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ 0-275 kg K ₂ O ha ⁻¹ de fondo
Moroto (1995)	50-100 kg N ha ⁻¹ puede incrementarse hasta 160-230 kg N ha ⁻¹ fraccionando en cobertera un 65 % 70-150 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ de fondo 120-200 kg K ₂ O ha ⁻¹ puede incrementarse hasta 250-320 kg K ₂ O ha ⁻¹ en función de la fertilización nitrogenada, fraccionando un 50 % en cobertera
Moreau, Le Bohec y Guerber-Cachuzac (1996)	200 kg N ha ⁻¹ aplicados a lo largo del ciclo en base a un balance de nitrógeno 80 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ de fondo 160 kg K ₂ O ha ⁻¹ de fondo 80 kg MgO ha ⁻¹ de fondo

2.3 ANÁLISIS FOLIAR

Según MOLINA E. (s.f., en línea), el análisis foliar es un buen instrumento para monitorear el estado nutricional de las plantas, y junto con el análisis de suelo, permite obtener información útil para planificar el programa de fertilización. La zona adecuada o rango normal es aquella en que la concentración de nutrientes es apropiada para su crecimiento, y por debajo del cual dicha concentración resulta inadecuada.

El muestreo foliar interfiere directamente con el diagnóstico correcto del estado nutricional de la planta. Además, dice que se debe muestrear una hoja recién madura que haya finalizado su crecimiento, ya que usualmente este órgano refleja mejor el estado nutricional de la planta porque hay una relación directa entre acumulación de materia seca y de nutrientes.

Cuando se toma como muestra una hoja nueva, debido a su rápido crecimiento, puede haber una dilución del mismo. Mientras que una hoja vieja puede haber un efecto de concentración de nutrientes al no tener crecimiento; debe evitarse muestrear hojas dañadas por enfermedades, insectos o mecánicamente, o plantas que han sido afectadas severamente por nematodos, déficit hídrico, o exceso de humedad.

La composición química de los órganos varía profundamente con la edad de la planta. La época de muestreo está tipificada estrictamente para cada especie, y debe evitarse el muestreo durante la fase de desarrollo de los órganos ya que coinciden con cambios importantes en su composición. El cuadro 4, muestra la norma de muestreo para el cultivo de cebolla.

Cuadro 4. Norma de muestreo para el cultivo de cebolla

Época	Parte de la planta	Número de hojas/muestra
Desde un tercio hasta mitad del ciclo de crecimiento	Hojas superiores completamente desarrollada	15-25

De acuerdo a FIGUEROA M. y TORRES M. (s.f. en línea), para reconocer el estado nutricional de la planta se recomienda tomar hojas centrales jóvenes antes de la expansión del bulbo, a razón de 20 a 30. Los mismos autores muestran una tabla de suficiencia foliar en cebolla (cuadro 5).

Cuadro 5. Niveles de suficiencia foliar en cebolla

	N	P	K	Ca	Mg	Mn	B	Zn	Fe	Cl
%					ppm.....			
Suficiente	2,5-3,0	0,2	3-4,5	0,52	0,33	16-24	10	22-32	29-50	0,25

Fuente: FIGUEROA M. y TORRES M. (s.f, en línea)

Valores inferiores a los de la tabla, indican deficiencia y pérdidas de rendimiento o calidad.

2.4 METODOLOGÍA CIMMYT PARA ANÁLISIS ECONÓMICO

Según CARRILLO ALVARADO R. (s.f), citado por LAVAYEN NEIRA L. y SUÁREZ MEDINA J. (2007), la metodología del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para análisis económico de experimentos comprende:

- Calcular los rendimientos medios de todos los sitios para cada tratamiento.
- Si se cree que existe diferencia entre los resultados experimentales y los rendimientos que el agricultor lograría con el mismo tratamiento, el promedio de los rendimientos se debe ajustar hacia abajo.
- Calcular el precio de campo del cultivo y multiplicarlo por los rendimientos ajustado para obtener los beneficios brutos de campo de cada tratamiento.

- Por último, restar el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo para obtener los beneficios netos. Con este cálculo se completa el presupuesto parcial.

El análisis de dominancia, es un examen inicial de los costos y beneficios de cada tratamiento, puede servir para excluir algunos de los tratamientos y como consecuencia simplificar el análisis. Por tanto, un análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenado los tratamientos de menor a mayor según los totales de los costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

La tasa de retorno marginal, es el beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) dividido para el costo marginal (aumento en los costos que varían) expresada en un porcentaje.

Si la tecnología es nueva para el agricultor y además requiere que éste adquiera nuevas habilidades, una tasa de retorno mínima del 100 % constituye una estimación razonable.

* * * * *

En resumen, la literatura consultada manifiesta que la cebolla se desarrolla en condiciones donde hay temperaturas de 15 a 32 °C, suelos con buen drenaje y ricos en materia orgánica.

Los nutrientes que más demanda este cultivo son nitrógeno, fósforo y potasio. El nitrógeno (N) en rangos de: 150-200 kg ha⁻¹, 150-160 kg de fósforo ha⁻¹ (P₂O₅) y 100-200 kg de potasio ha⁻¹ (K₂O).

El cultivo de cebolla necesita en la fase de crecimiento grandes cantidades de nitrógeno ya que éste permite a las plantas un rápido crecimiento y abundante

follaje. Estudios han demostrado que la deficiencia de éste elemento reduce en forma significativa la producción; un exceso provoca engrosamiento en el cuello de la planta y aumenta la incidencia de bulbos dobles o divididos.

El nitrógeno ejerce un marcado efecto sobre el rendimiento de la planta, éstas permanecen pequeñas y se tornan rápidamente cloróticas, dado que no existe suficiente nitrógeno para la realización de la síntesis proteica y clorofílica. También inhibe la capacidad de asimilación y formación de los carbohidratos, tal hecho conduce a una deficiente y prematura formación floral y fructificación, por lo que el periodo vegetativo resulta acortado.

El análisis foliar es un instrumento para monitorear el estado nutricional de las plantas y junto con el análisis de suelo, permite obtener información útil para planificar el programa de fertilización.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Prácticas de la Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE, Extensión Manglaralto, parroquia Manglaralto, a 55 km al norte del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, a $01^{\circ} 50' 36''$ de latitud sur y $80^{\circ} 44' 31''$ de longitud oeste, como parte del proyecto PIC 2006-2-010 “Desarrollo de tecnologías sobre nutrición en hortalizas para la producción viable en zonas irrigadas con riesgo de salinización en la Península de Santa Elena”, que está en ejecución por parte del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

La zona en estudio posee una altura de 12 msnm; topografía plana con pendiente menor al 1 %. Las condiciones climáticas se detallan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Parámetros climáticos de la zona

Parámetros	
Precipitación (mm/año)	100 -200 mm
Temperatura media/anual (°C)	20 -30 °C
Heliofanía	12 horas

Fuente: Fundación Natura – Olón (2008)

La zona es caracterizada, además por dos estaciones al año: la época lluviosa y la época seca. La primera de diciembre a abril y la segunda de mayo a noviembre con ligeras lloviznas y bajas temperaturas que pueden llegar hasta 16°C .

3.2 CARACTERÍSTICAS AGROQUÍMICAS DEL SUELO

El análisis de suelo (pasta saturada) y de las características del agua (cuadros 51A, 52A, 53A y 54A) fueron realizados en la estación experimental INIAP-Bolicho, el 9 de abril de 2008, determinando suelo franco arcilloso, cuadro 7.

**Cuadro 7. Características agronómicas del suelo del campo experimental,
Manglaralto, Santa Elena. 2008**

Nutrientes	Contenido	Interpretación
N	33 ppm	Medio
P	39 ppm	Alto
K	4,7 meq/100ml	Alto
Ca	18 meq/100 ml	Alto
Mg	4,6 meq/100 ml	Alto
S	5 ppm	Medio
Zn	3 ppm	Bajo
Cu	10,4 ppm	Alto
Fe	37 ppm	Medio
Mn	7,1 ppm	Medio
B	0,51 ppm	Alto
pH	7,2	Neutro
Acidez Int. (Al+H)	- meq/100 ml	
Al	- meq/100 ml	-
Na	- meq/100 ml	-
MO	2,4 %	Bajo

Fuente: INIAP- Boliche 2008

El análisis del extracto de pasta de suelo señala un suelo no salino, cuadro 8.

Cuadro 8. Salinidad de extracto de pasta de suelo

Elemento	Cantidad
pH	7,9
C.E. ds/m	0,57
Na	1,1 meq/l
K	0,12 meq/l
Ca	2,62 meq/l
Mg	0,90 meq/l
SUMA	5,7 meq/l
CO ₃ H	0,3 meq/l
CO ₃	N.D meq/l
SO ₄	2,3 meq/l
Cl	3,1 meq/l
RAS	1,0 meq/l
PSI	< 1 meq/l

Fuente: INIAP- Boliche 2008

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

El análisis de agua (cuadro 9) realizado por INIAP-Bolicho demostró una categoría 3 por conductividad eléctrica y 1 por contenido de sodio.

Cuadro 9. Características físicas y químicas del agua en el campo experimental, Manglaralto, Santa Elena. 2008

Elemento	Contenido
Examen físico	
C.E a 25 °C (uS/cm)	1 150
pH	7
Examen químico	
Ca ⁺⁺	4,10 mq/l
Na ⁺	5,07 mq/l
Mg ⁺	2,13 mq/l
K ⁺	0,20 mq/l
Relaciones	
R.A.S	2,9
P.S.I	3
% Na	44,9
CLASE	
C 3	Salinidad media a alta
S 1	Bajo en sodio

Fuente: INIAP- Bolicho 2008

3.4 MATERIALES

3.4.1 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- ❖ Machete
- ❖ Balizas
- ❖ Carretilla
- ❖ Azadón
- ❖ Martillo
- ❖ Pala
- ❖ Estacas
- ❖ Cuadernos de apuntes
- ❖ Lápiz
- ❖ Lupa

- ❖ Cinta de 50 m
- ❖ Piola
- ❖ Regadera
- ❖ Baldes
- ❖ Rastrillo
- ❖ Clavos
- ❖ Sacos
- ❖ Navaja
- ❖ Brochas
- ❖ Pintura
- ❖ Calculadora

3.4.2 EQUIPOS

- ❖ Tractor e implementos
- ❖ Sistema de riego (manguera, conectores, goteros, tapones, etc.)
- ❖ GPS
- ❖ Calibrador vernier
- ❖ Bomba de mochila
- ❖ Computadora
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Balanza electrónica digital

3.5 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS MATERIALES VEGETATIVOS

3.5.1 Híbrido Rosita

Ciclo vegetativo	: 170 días
Tipo	: Grano
Semillas/ha	: 1,8 kg (500 000 semillas)
Población/ha	: 400 000 plantas
Forma de bulbo	: Aglobada
Peso	: 250 g

Pungencia	: Fuerte
Color de túnica	: Roja
Producción aproximada/ha	: 35 toneladas

3.5.2 Híbrido Roja

El híbrido Roja produce bulbos de mediana pungencia en forma de globo achatada. Posee un excelente color rojo exterior y su color interior es bien definido si se le da un manejo adecuado durante el secado. Apta para climas cálidos y medios.

Ciclo vegetativo	: 170
Madurez relativa	: Medianamente precoz
Tipo	: Grano
Semillas/ha	: 1,5 kg
Población/ha	: 400 000 plantas
Forma de bulbo	: Achatada
Peso	: 250 g
Tamaño	: 70-90 mm diámetro
Pungencia	: Media
Color de túnica	: Roja
Pulpa	: Muy suave, blanda
Producción aproximada/ha	: 30-50 toneladas

3.6 FERTILIZANTES QUÍMICOS

3.6.1 UREA

La urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, es la carbamida (diamida del ácido carbónico), fertilizante sólido más sencillo de fabricar, se presenta como un sólido cristalino y blanco de

forma esférica o granular. Es una sustancia higroscópica, es decir; que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera, presenta un ligero olor a amoníaco; contiene 46 % de nitrógeno y es utilizado universalmente. Las propiedades se describen en el cuadro 10.

Cuadro 10. Propiedades de la urea

Peso molecular	60,06 g/mol
Densidad	768 kg/m ³
Punto de fusión	132,7 °C
Calor de fusión	5,78 a 6 cal/g

Fuente: <http://www.textocientificos.com/química/urea>

3.6.2 SUPERFOSFATO TRIPLE

Posee 45 % de P₂O₅ su aportación en fósforo es lenta, se utiliza como abono de fondo, de muy baja solubilidad y es muy bueno solamente en seco pero para soluciones de nutrientes.

3.6.3 SULFATO DE POTASIO

El sulfato de potasio, a más del 50 % de K₂O, contiene el 18 % de azufre (S); el contenido de cloro es bajo, aunque variable, lo que origina dos calidades comerciales de sulfato: el sulfato de potasa normal (2,5 % de Cl) y el sulfato de potasio de alta calidad de (0,5 % de Cl), aunque este último tiene un precio algo superior. Es apto para los cultivos ávidos de azufre y para aquellos en los que la calidad de sus productos agrarios es de gran importancia, como viñedos para vinos finos, lino, cultivos florales, tabacos, etc.

3.6.4 HUMILIG

Es una enmienda líquida para el suelo, procedente de lignitos altamente humificados; por su alta concentración de extractos húmicos total, al ser incorporado al suelo favorece el desbloqueo de los macro y micronutrientes, que se encuentran en el complejo arcillo-húmico del suelo, con lo que consigue un

mejor aprovechamiento de los nutrientes por la planta. Además, aumenta la actividad microbiana del suelo y la capacidad de intercambio catiónico. Su dosis es 5 L/ha, es compatible con todos los productos fitosanitarios y nutricionales, a excepción de los que tengan pH bajo (ácidos). Este producto contiene:

Extracto húmico total : 25 % p/p

Ácidos húmicos : 10 % p/p

Ácidos fúlvicos : 15 % p/p

Óxido de potasio (K₂O) : 5 % p/p

3.7 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos comprenden la combinación de dos cultivares de cebolla con cinco niveles de fertilización, la misma que se detalla a continuación (cuadro 11).

Cuadro 11. Tratamientos

Tratamientos	Cultivar	Nivel kg N/ha
T ₁	Cebolla híbrida Rosita	0
T ₂	Cebolla híbrida Rosita	40
T ₃	Cebolla híbrida Rosita	80
T ₄	Cebolla híbrida Rosita	120
T ₅	Cebolla híbrida Rosita	160
T ₆	Cebolla híbrida Roja	0
T ₇	Cebolla híbrida Roja	40
T ₈	Cebolla híbrida Roja	80
T ₉	Cebolla híbrida Roja	120
T ₁₀	Cebolla híbrida Roja	160

Se utilizó el diseño bloques completamente al azar con arreglo grupal, con cuatros repeticiones. El esquema del análisis de la varianza se presenta en el cuadro 12.

Los resultados del experimento fueron sometidos al análisis de varianza utilizando el F y las medias de tratamientos comparados según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Para determinar la relación entre las diversas variables agronómicas y químicas con aplicaciones de diferentes dosis de nitrógeno. Se usó dos modelos matemáticos lineal, ($Y = y_0 + a_x$) y cuadrático ($Y = y_0 + a_x + bx^2$).

Las figuras 1 y 2, detallan la distribución de los tratamientos en el campo y el diseño de una parcela experimental, respectivamente.

Cuadro 12. Esquema de análisis de varianza (ANDEVA) utilizado en el experimento de cebolla

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones	$(r - 1) = 4 - 1 = 3$
Tratamientos	$(t - 1) = 10 - 1 = 9$
(a) Grupo Rosita	4
Efecto lineal	1
Efecto cuadrático	1
Efecto cúbico	1
Efecto cuártico	1
(b) Grupo Roja	4
Efecto lineal	1
Efecto cuadrático	1
Efecto cúbico	1
Efecto cuártico	1
Entre grupo	1
Error experimental	$(t - 1) (r - 1) = (4 - 1) (10 - 1) = 27$
Total	$(t) (r) - 1 = (10) (4) - 1 = 39$

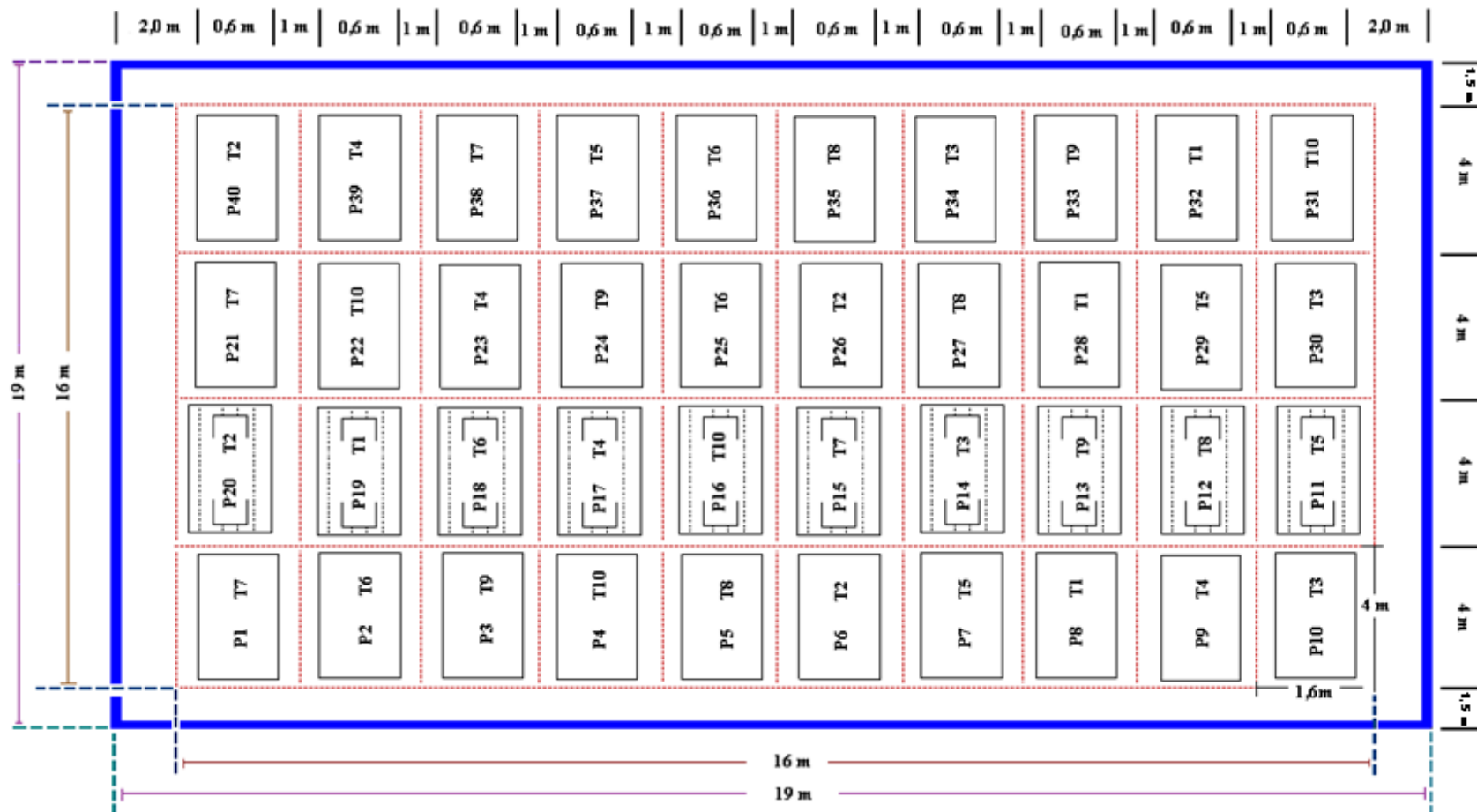


Figura1. Distribución de los tratamientos y parcelas experimentales en el campo. UPSE “Manglaralto” 2008

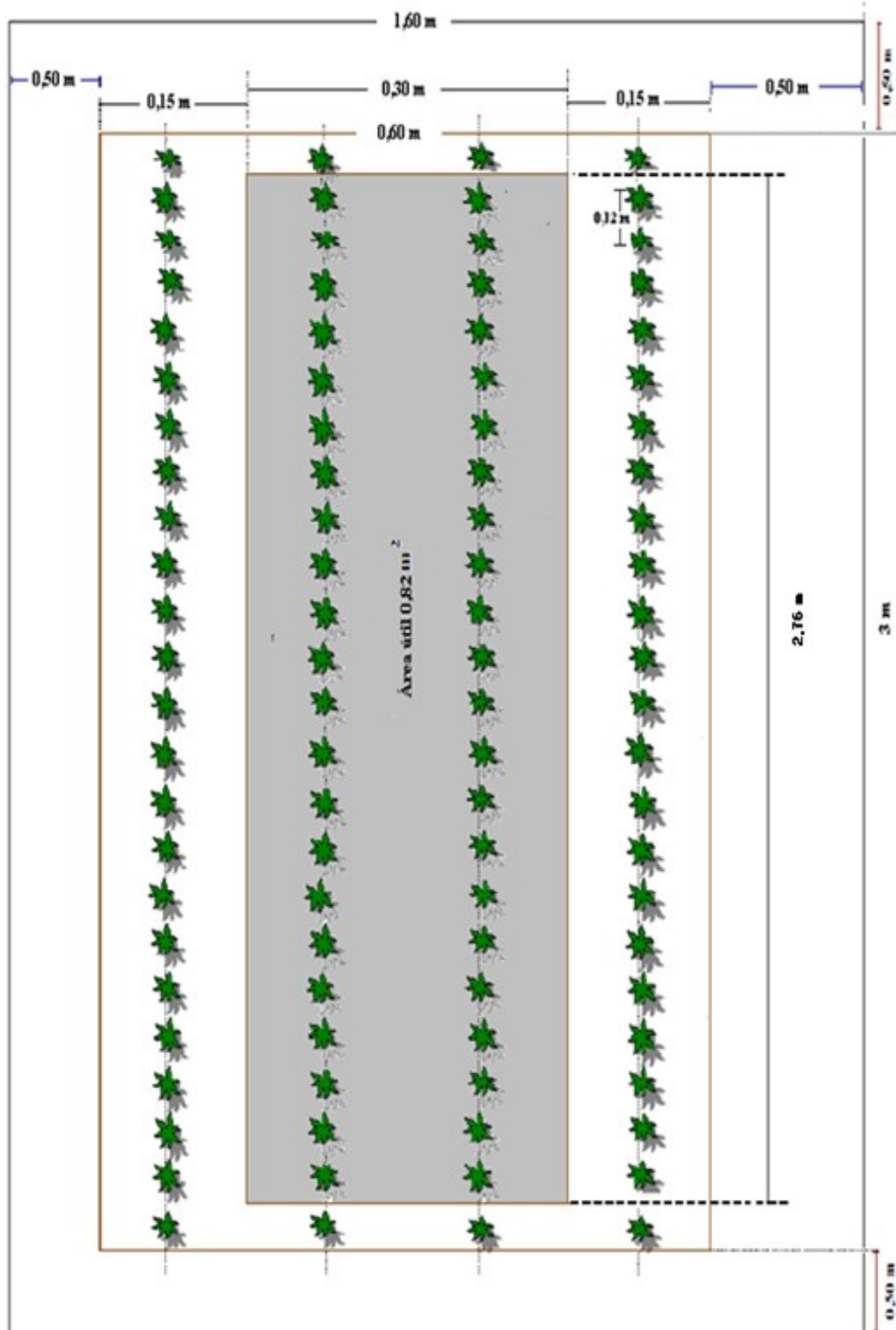


Figura 2. Diseño de parcela experimental de cebolla. Manglaralto, Santa Elena. 2008

3.7.1 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

Total de unidades experimentales	40
Área de parcela	1,8 m ² (0,6 m x 3 m)
Área útil de la parcela	0,82 m ² (2,76 m x 0,30 m)
Distancia entre hileras	0,15 m
Distancia entre plantas	0,12 m
Número de plantas por sitio	1
Número de hileras/cama	4
Número de plantas/hileras	24
Número de plantas por unidad experimental:	96
Área del bloque	64 m ² (4 x 10 x 1,60 m)
Área útil del bloque	8,2 m ² (0,82 m ² x 10)
Distancia entre bloques	1 m
Distancia del borde perimetral por los 4 lados:	1 m
Área útil del experimento	32,8 m ² (0,82 m ² x 40)
Área neta del experimento	72 m ² (1,8 m ² x 40)
Área total del experimento	361 m ² (19 m x 19 m)

3.8 MANEJO DEL ENSAYO

3.8.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para preparar el terreno se realizó en un pase de arado y uno de rastra, con el objetivo de incorporar y permitir la descomposición de residuos de malezas, control de malezas y la aireación del suelo, como también la roturación de partículas. Luego de todas estas actividades se procedió a instalar el riego por goteo para lo cual se colocan dos mangueras por cama, con una separación de 15 cm de los goteros y el caudal de carga de cada emisor de 2 L/h.

3.8.2 SEMILLERO

Se elaboraron dos semilleros de 3 m² para cada híbrido (Rosita y Roja), distribuyendo 6 a 8 g de semilla por metro cuadrado, las cuales fueron dispuestas en hileras a chorro continuo cubriéndolas con una capa de compost de 2 a 3 cm de espesor (figura 2A).

La fertilización en semillero consistió en incorporar 100 g de fosfato diamónico (18-46-0) como fertilizante de fondo, para los dos híbridos; posteriormente urea 100 g/m² a los 15 y 25 días después de la siembra.

3.8.3 TRANSPLANTE

A los 60 días cuando las plántulas presentan 3 a 4 hojas, despuntando las hojas a una altura de 12 cm; en las raíces también se realizó un corte de 3 cm a partir del bulbillo, con el fin de uniformizar el desarrollo después del transplante. Para prevenir el ataque de hongos, las plantas fueron sumergida en una solución de Captan en dosis de 3 g en litro de agua. El transplante fue manual, dejando una planta por sitio con un distanciamiento de 0,15 m entre hileras y 0,12 m entre plantas (figura 7A).

3.8.4 FERTILIZACIÓN

Fertilizante de mantenimiento con superfosfato triple (46 % P₂O₅) en dosis de 130,43 kg/ha y sulfato de potasio (50 % K₂O y 17 % S) en dosis de 120 kg/ha, aportando 60 kg/ha de P₂O₅ y K₂O, como abono de fondo para todos los tratamientos. Además, húmilig (ácido húmico) 5 L/ha en tres aplicaciones a los 18, 36 y 56 días después del transplante (cuadros 13, 14 y figuras 9A, 10A).

Cuadro 13. Fertilizantes de mantenimiento, abonado de fondo

Tratamiento	Superfosfato triple		Sulfato de potasio	
	kg/ha	Unidad experimental (g/1,80 m ²)	kg/ha	Unidad experimental (g/1,80 m ²)
T ₁ ; T ₆ 0 kg N ha ⁻¹	130,43	23,47	120	21,60
T ₂ ; T ₇ 40 kg N ha ⁻¹	130,43	23,47	120	21,60
T ₃ ; T ₈ 80 kg N ha ⁻¹	130,43	23,47	120	21,60
T ₄ ; T ₉ 120 kg N ha ⁻¹	130,43	23,47	120	21,60
T ₅ ; T ₁₀ 160 kg N ha ⁻¹	130,43	23,47	120	21,60

Cuadro 14. Fertilizante de mantenimiento, humilig (ácido húmico)

Días	L/ha	Unidad experimental (g/1,80 m ²)
18	1,666 L	0,29 cm ³
36	1,666 L	0,29 cm ³
56	1,666 L	0,29 cm ³
Total	5 L	0,87 cm ³

La fuente de nitrógeno aplicada fue urea, con 8 aplicaciones cada 9 días después del trasplante, fraccionados en porcentajes de acuerdo a su etapa fenológica. Los cuadros 15 y 16 detallan, la fertilización por hectárea y parcela.

Cuadro 15. Fertilización en el cultivo de cebolla, (kg/ha⁻¹)

Nº/A*	c/9 ddt**	%	Tratamientos					
			T ₁ , T ₆	T ₂ , T ₇	T ₃ , T ₈	T ₄ , T ₉	T ₅ , T ₁₀	
			N ₀	N ₄₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₁₆₀	
1	9	6	0	2,4	4,8	7,2	9,60	
2	18	12	0	4,8	9,6	14,4	19,2	
3	27	14	0	5,6	11,2	16,8	22,4	
4	36	20	0	8,0	16,0	24,0	32,0	
5	45	20	0	8,0	16,0	24,0	32,0	
6	54	14	0	5,6	11,2	16,8	22,4	
7	63	8	0	3,2	6,4	9,6	12,8	
8	72	6	0	2,4	4,8	7,2	9,6	
72 días		100 %	0	40,0	80,0	120,0	160,0	Total

* Número de aplicaciones

** Cada nueve días después del transplante

Cuadro 16. Fertilización por unidad experimental, (g/1,8 m²)

Nº/A*	c/9 ddt**	%	Tratamientos					
			T ₁ , T ₆	T ₂ , T ₇	T ₃ , T ₈	T ₄ , T ₉	T ₅ , T ₁₀	
			N ₀	N ₄₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₁₆₀	
1	9	6	0	0,432	0,864	1,296	1,728	
2	18	12	0	0,864	1,728	2,592	3,456	
3	27	14	0	1,008	2,016	3,024	4,032	
4	36	20	0	1,440	2,880	4,320	5,760	
5	45	20	0	1,440	2,880	4,320	5,760	
6	54	14	0	1,008	2,016	3,024	4,032	
7	63	8	0	0,576	1,152	1,728	2,304	
8	72	6	0	0,432	0,864	1,296	1,728	
72 días		100 %	0	7,20	14,40	21,60	28,80	Total

* Número de aplicaciones

** Cada nueve días después del transplante

3.8.5 RIEGO

Se realizó mediante sistema de riego por goteo. A partir del trasplante, cada 24 horas de acuerdo a la necesidad del cultivo y a las condiciones climáticas, tratando de mantener la capacidad de campo, minimizando stress hídrico; cantidad suministrada aproximadamente 4 800 m³ por ciclo (figura 8A).

3.8.6 CONTROL DE MALEZAS

Cuatro controles manuales a los 16, 34, 58 y 80 días para evitar la competencia de nutrientes y luminosidad con el cultivo (figura 11A).

3.8.7 CONTROL FITOSANITARIO

No se desarrolló ningún control ya que no hubo presencia de plagas ni enfermedades a partir del trasplante.

3.8.8 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO Y FOLIAR PARA ANÁLISIS QUÍMICO

Se tomaron muestras de suelo en cada unidad experimental; 40 muestras a unos 5 centímetros de distancia de la base de planta y 40 muestras foliares de plantas en estado de media maduración.

3.8.9 COSECHA

Tres días después que el cultivo mostró características como amarillamiento y secamiento de las hojas, así como el acame del follaje de las planta. Esto se dió a los 145 días después de la siembra de la semilla.

3.9 VARIABLES EXPERIMENTALES

3.9.1 ALTURA DE PLANTA

Altura de 10 plantas tomadas al azar del área útil de cada parcela en el momento de la cosecha, medidas con un flexómetro, desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja terminal y expresada en centímetros.

3.9.2 NÚMERO DE HOJAS

Número promedio de hojas de diez plantas al momento de la cosecha.

3.9.3 DIÁMETRO DEL BULBO

Del área útil de cada parcela, diez bulbos al azar al momento de la cosecha, medidos en centímetros con un calibrador Vernier.

3.9.4 PESO DEL BULBO

Peso promedio de diez bulbos al azar dentro del área útil, al momento de la cosecha; variable expresado en gramos.

3.9.5 RENDIMIENTO

Peso de todos los bulbos cosechados dentro del área útil de cada tratamiento y repetición, derivados a kg/ha.

3.9.6 ANÁLISIS FOLIAR

Cuantificación de macro y micronutrientes de muestras de hojas, en estado maduro por tratamiento.

3.9.7 DOSIS ÓPTIMA FISIOLÓGICA

Para la obtención de la dosis óptima fisiológica (DOF) y económica (DOE) de nitrógeno en el experimento de cebolla, se utilizó los modelos expuestos por Rebolledo (1999) y Valdiviezo (1999). La ecuación utilizada para la medición de este parámetro fue $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2$. Basados en este modelo la estimación de la dosis óptima fisiológica (DOF) se la determinó mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{b_1}{-2b_2}$$

3.9.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

Adicional a la estimación de la dosis óptima económica, se efectuó el análisis económico utilizando la metodología del presupuesto parcial descrita por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) que considera los costos que varían (costos de los tratamientos) y tasa de retorno mínima aceptable.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 RESUMEN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN EL ENSAYO DE CEBOLLA

El cuadro 22 (página 45) resume los niveles de significancia estadística encontradas en las diversas variables agronómicas y de rendimiento en el ensayo de cebolla, con una densidad de 208 333 plantas ha⁻¹; las medias fueron analizados con la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error, detallado en el cuadro 4A.

4.1.1.1 Altura de planta

Según el análisis de varianza, las fuentes significativas al 5 % de probabilidad fueron tratamientos, grupo de cebolla Rosita (a), su efecto cuadrático y cúbico; y en el grupo de cebolla Roja (b), su efecto cuadrático; el resto de causas de variación fueron no significativas (cuadro 22 y 5A). Se obtuvo una media general 67,39 cm y un coeficiente de variación 4,99 % (cuadro 17).

El mayor promedio es para el tratamiento 4 con 72,70 cm, que corresponde a 120 kg de nitrógeno por hectárea y el menor promedio para el tratamiento 1, testigo absoluto, con 59,25 cm (cuadro 17 y 43A).

4.1.1.2 Número de hojas

De acuerdo con el análisis de varianza la fuente que resultó significativa al 5 % de probabilidad fue entre grupos; el resto de causas de variación fueron no significativas (cuadro 22). Se obtuvo una media general de 9,09 hojas/planta y un

coeficiente de variación 8,07 % (cuadro 6A). Todos los tratamientos tuvieron una misma tendencia, siendo iguales estadísticamente.

Cuadro 17. Altura de planta, niveles de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, cm. Manglaralto, 2008

Tratamientos	Altura de planta
Grupo cebolla Rosita	
T ₁ 0 kg N ha ⁻¹	59,25 c ^{1/}
T ₂ 40 kg N ha ⁻¹	62,25 bc
T ₃ 80 kg N ha ⁻¹	67,43 ab
T ₄ 120 kg N ha ⁻¹	72,70 a
T ₅ 160 kg N ha ⁻¹	71,55 a
Grupo cebolla Roja	
T ₆ 0 kg N ha ⁻¹	63,98 b
T ₇ 40 kg N ha ⁻¹	68,65 ab
T ₈ 80 kg N ha ⁻¹	68,05 ab
T ₉ 120 kg N ha ⁻¹	68,78 ab
T ₁₀ 160 kg N ha ⁻¹	71,28 a
Entre grupos	
Grupo Rosita	66,64 a
Grupo Roja	68,15 a

Media general 67,39

C. V. (%) 4,99

Tukey 5 %

^{1/}Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

4.1.1.3 Peso del bulbo

El análisis de varianza reveló fuentes de variación significativas para tratamientos, grupo de cebolla Rosita (a) con sus efectos cuadrático, cúbico y cuártico; grupo de cebolla Roja (b), con sus respectivos efectos cuadrático, cúbico y cuártico; el resto de causas de variación fueron no significativas (cuadro 22 y 7A). Se obtuvo una media general de 187,31 g y un coeficiente de variación 12,75 % (cuadro 18).

El mayor promedio es para el tratamiento 10 con 250,60 g que corresponde a 160 kg de nitrógeno por hectárea y el menor al tratamiento 6, testigo absoluto (híbrido Roja) con 126,63 g (cuadro 18 y 45A).

Cuadro 18. Peso del bulbo, niveles crecientes de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, gramos. Manglaralto, 2008

Tratamientos	Peso del bulbo
Grupo cebolla Rosita	
T ₁ 0 kg N ha ⁻¹	141,68 c ^{1/}
T ₂ 40 kg N ha ⁻¹	172,28 bc
T ₃ 80 kg N ha ⁻¹	185,05 bc
T ₄ 120 kg N ha ⁻¹	210,75 ab
T ₅ 160 kg N ha ⁻¹	237,33 a
Grupo cebolla Roja	
T ₆ 0 kg N ha ⁻¹	126,63 d
T ₇ 40 kg N ha ⁻¹	150,85 cd
T ₈ 80 kg N ha ⁻¹	191,68 bc
T ₉ 120 kg N ha ⁻¹	206,23 ab
T ₁₀ 160 kg N ha ⁻¹	250,60 a
Entre grupos	
Grupo Rosita	189,415 a
Grupo Roja	185,198 a

Media general 187,305

C. V. (%) 12,7553

Tukey 5%

^{1/} Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

4.1.1.4 Peso de hoja

Según el análisis de varianza, al 5 % de probabilidad las fuentes significativas fueron, dentro del grupo de cebolla Rosita, su efecto cuadrático, cúbico y cuártico; el resto de causas de variación resultaron no significativas (cuadro 22).

Se obtuvo un promedio general de 54,37 g/planta y un coeficiente de variación, 20,46 % (cuadro 8A y 46A). Los datos obtenidos en esta variable no presentan diferencia estadística y no difieren en promedios generales.

4.1.1.5 Diámetro ecuatorial

El análisis de la varianza al 5 % de probabilidad, determinó que las fuentes de variación fueron significativas, a excepción de la fuente entre

grupos (cuadro 22). Se obtuvo una media general de 7,33 cm y un coeficiente de variación de 4,31 % (cuadro 19, 9A).

El mayor promedio es para el tratamiento 10 con 8,40 cm que corresponde a 160 kg nitrógeno por hectárea; el menor tratamiento 6, que corresponde al testigo, del grupo Roja con 6,28 cm (cuadro 19 y 47A).

4.1.1.6 Diámetro polar

El análisis de varianza reveló que todas las fuentes de variación fueron significativas. Se obtuvo una media general de 6,10 cm y un coeficiente de variación de 3,94 % (cuadro 22, 10A).

El mayor promedio fue para el tratamiento 4 con 6,59 cm que corresponde a 120 kg de nitrógeno por hectárea y el menor al tratamiento 6, testigo absoluto de grupo de cebolla Roja con 5,49 cm (cuadro 20 y 48A).

4.1.1.7 Rendimiento

En el análisis de la varianza de esta variable (cuadro 22 y 11A) se aprecia que las fuentes de variación fueron significativas al 5 %, a excepción de la fuente entre grupos. Se obtuvo un promedio general de 35 985,48 kg nitrógeno ha⁻¹ y un coeficiente de variación de 11,67 % (cuadro 21).

El mayor promedio fue para el tratamiento 5 con 47 969,00 kg/ha. que corresponde a 160 kg de nitrógeno por hectárea, y el menor al tratamiento 6, testigo absoluto de grupo de cebolla Roja con 24 282,00 kg/ha (cuadro 21 y 49A).

Cuadro 19. Diámetro ecuatorial, niveles crecientes de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, cm. Manglaralto, 2008

Tratamientos	Diámetro ecuatorial
Grupo cebolla Rosita	
T ₁ 0 kg N ha ⁻¹	6,43 d ^{1/}
T ₂ 40 kg N ha ⁻¹	7,00 cd
T ₃ 80 kg N ha ⁻¹	7,35 bc
T ₄ 120 kg N ha ⁻¹	7,67 ab
T ₅ 160 kg N ha ⁻¹	8,04 a
Grupo cebolla Roja	
T ₆ 0 kg N ha ⁻¹	6,28 d
T ₇ 40 kg N ha ⁻¹	6,87 cd
T ₈ 80 kg N ha ⁻¹	7,50 bc
T ₉ 120 kg N ha ⁻¹	7,76 ab
T ₁₀ 160 kg N ha ⁻¹	8,40 a
Entre grupos	
Grupo Rosita	7,30 a
Grupo Roja	7,36 a

Media general 7,33

C. V. (%) 4,31

Tukey 5 %

^{1/}Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

Cuadro 20. Diámetro polar, niveles crecientes de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, cm. Manglaralto, 2008

Tratamientos	Diámetro polar
Grupo cebolla Rosita	
T ₁ 0 kg N ha ⁻¹	5,75 b ^{1/}
T ₂ 40 kg N ha ⁻¹	6,25 a
T ₃ 80 kg N ha ⁻¹	6,26 a
T ₄ 120 kg N ha ⁻¹	6,59 a
T ₅ 160 kg N ha ⁻¹	6,49 a
Grupo cebolla Roja	
T ₆ 0 kg N ha ⁻¹	5,49 c
T ₇ 40 kg N ha ⁻¹	5,71 bc
T ₈ 80 kg N ha ⁻¹	6,02 ab
T ₉ 120 kg N ha ⁻¹	6,08 ab
T ₁₀ 160 kg N ha ⁻¹	6,37 a
Entre grupos	
Grupo Rosita	6,27 a
Grupo Roja	5,93 b

Media general 6,10 cm

C. V. (%) 3,94

Tukey 5 %

^{1/}Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

Cuadro 21. Rendimiento, niveles crecientes de nitrógeno en dos híbridos de cebolla, kg. Manglaralto, 2008

Tratamientos	Rendimiento
Grupo cebolla Rosita	
T ₁ 0 kg N ha ⁻¹	24 747 c ^{1/}
T ₂ 40 kg N ha ⁻¹	36 488 b
T ₃ 80 kg N ha ⁻¹	35 377 b
T ₄ 120 kg N ha ⁻¹	40 021 ab
T ₅ 160 kg N ha ⁻¹	47 969 a
Grupo cebolla Roja	
T ₆ 0 kg N ha ⁻¹	24 282 c
T ₇ 40 kg N ha ⁻¹	32 315 bc
T ₈ 80 kg N ha ⁻¹	37 190 ab
T ₉ 120 kg N ha ⁻¹	37 676 ab
T ₁₀ 160 kg N ha ⁻¹	43 792 a
Entre grupos	
Grupo Rosita	36 920,2 a
Grupo Roja	35 050,7 a

Media general 35 985

C. V. (%) 11,67

Tukey 5%

^{1/}Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

Cuadro 22. Significancia estadística de variables agronómicas y rendimiento, obtenidas en el experimento “Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla(*Allium cepa* L.), en Manglaralto cantón Santa Elena”

Fuentes de Variación	G.L	AP	NH	PES	PES H	DE	DP	REN
Repeticiones	3	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	*
Tratamientos	9	*	N.S.	*	N.S.	*	*	*
(a) Grupo cebolla Rosita	4	*	N.S.	*	N.S.	*	*	*
Efecto lineal	1	N.S.	N.S.	NS	N.S.	*	*	*
Efecto cuadrático	1	*	N.S.	*	*	*	*	*
Efecto cúbico	1	*	N.S.	*	*	*	*	*
Efecto cuártico	1	N.S.	N.S.	*	*	*	*	*
(b) Grupo cebolla Roja	4	N.S.	N.S.	*	N.S.	*	*	*
Efecto lineal	1	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	*	*
Efecto cuadrático	1	*	N.S.	*	N.S.	*	*	*
Efecto cúbico	1	N.S.	N.S.	*	N.S.	*	*	*
Efecto cuártico	1	N.S.	N.S.	*	N.S.	*	*	*
Entre grupos	1	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.
Promedio general		67,39	9,09	187,31	54,37	7,33	6,10	35 985,48
C. V. (%)		4,99	8,07	12,75	20,46	4,31	3,94	11,67

*=Significativo ($\alpha \geq 0.05$); N.S.= No significativo.

AP= Altura de planta; NH= Números de hojas; PES= Peso del bulbo; PESH= Peso de hojas; DE= Diámetro ecuatorial; DP= Diámetro polar; REN= Rendimiento

4.1.2 CORRELACIONES Y REGRESIONES ENTRE VARIABLES

4.1.2.1 Correlaciones entre variables del ensayo de cebolla, híbrido Rosita

En la matriz de correlación se observa la existencia de una estrecha relación entre los componentes agronómicos y de rendimiento, con valores altamente significativos (**), (cuadro 23).

4.1.2.2 Regresiones entre variables del ensayo de cebolla, híbrido Rosita

Se usó dos modelos matemáticos: lineal ($Y = y_0 + a_x$) y cuadrático ($Y = y_0 + a_x + b_x^2$), para determinar la relación entre las diversas variables agronómicas y químicas con aplicaciones de diferentes dosis de nitrógeno.

La variable altura de planta incide directamente en el peso del bulbo es decir, que a mayor altura de planta, aumenta el peso del bulbo, con un coeficiente de determinación de 69 % (figura 3 y cuadro 12A), mientras que en la relación altura de planta y diámetro ecuatorial, muestra que a mayor altura de planta incrementa su diámetro ecuatorial, con un coeficiente de determinación de 70 % (figura 4 y cuadro 13A).

La relación altura de planta y diámetro polar (figura 5), guardan una estrecha relación, de tal manera que a mayor altura de planta, el diámetro polar aumenta, teniendo un coeficiente de determinación de 63 % (cuadro 14A); los componentes agronómicos altura de planta y rendimiento, guardan una estrecha relación, de tal manera, que si aumenta la altura de planta, mayor es el rendimiento, con un coeficiente de determinación de 47 % (figura 6 y cuadro 15A).

La variable diámetro ecuatorial incide directamente en el peso del bulbo es decir,

Cuadro 23. Matriz de correlaciones para las diversas variables agronómicas y de rendimiento de cebolla, híbrido Rosita

	Altura de planta	Número de hojas	Peso del bulbo	Peso de hojas	Diámetro ecuatorial	Diámetro polar	Rendimiento
Altura de planta	1,00 0,0	0,29 N.S. 0,2174	0,80 ** 0,0001	0,37 N.S. 0,1044	0,81 ** 0,0001	0,78** 0,0001	0,60** 0,0053
Número de hojas		1,00 0,0	-0,04 N.S. 0,8657	0,61 ** 0,0036	-0,059 N.S. 0,8052	0,019 N.S 0,9378	-0,26 N.S 0,2700
Peso de bulbo			1,00 0,0	0,23 N.S 0,3369	0,96 ** 0,0001	0,76** 0,0001	0,83 ** 0,0001
Peso de hojas				1,00 0,0	0,22 N.S. 0,3411	0,20 N.S 0,4034	0,09 N.S 0,7109
Diámetro ecuatorial					1,00 0,0	0,75 ** 0,0001	0,90 ** 0,0001
Diámetro polar						1,00 0,0	0,67 ** 0,0012
Rendimiento							1,00 0,0

que a mayor diámetro ecuatorial, aumenta el peso del bulbo, con un coeficiente de determinación de 92 % (figura 7 y cuadro 16A).

La relación diámetro polar y peso del bulbo guardan una estrecha relación, de tal manera que a mayor diámetro polar, el peso del bulbo aumenta, se obtuvo un coeficiente de determinación de 70 % (figura 8 y cuadro 17A), mientras que la relación peso del bulbo y rendimiento, muestra que a mayor peso del bulbo se incrementa el rendimiento, con un coeficiente de determinación de 69 % (figura 9 y cuadro 18A).

La variable diámetro ecuatorial incide en el aumento del diámetro polar hasta cierto límite, con un coeficiente de determinación de 66 % (figura 10 y cuadro 19A), mientras que en la relación diámetro ecuatorial - rendimiento, muestra que a mayor diámetro ecuatorial se incrementa el rendimiento, con un coeficiente de determinación de 81 % (figura 11 y cuadro 20A).

Los componentes agronómicos diámetro polar y rendimiento guardan una estrecha relación; de tal manera que si aumenta el diámetro polar, mayor es el rendimiento, con un coeficiente de determinación de 52 % (figura 12 y cuadro 21A).

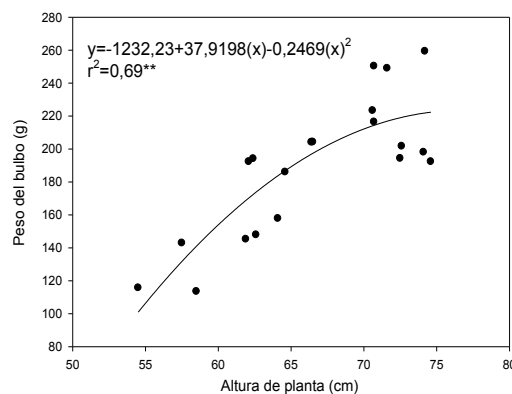


Figura 3. Relación entre altura de planta y el peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008

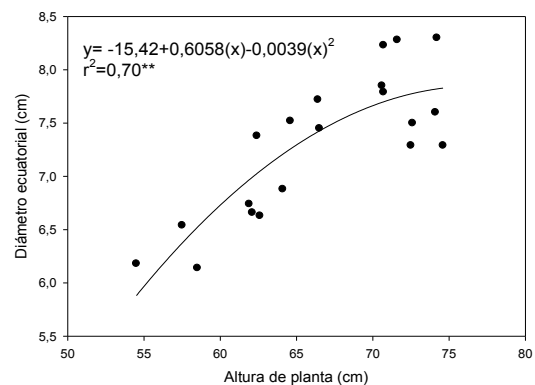


Figura 4. Relación entre altura de planta y diámetro ecuatorial. Manglaralto, Santa Elena. 2008

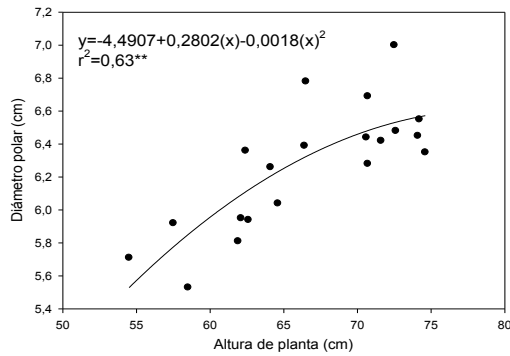


Figura 5. Relación entre altura de planta y diámetro polar. Manglaralto, Santa Elena. 2008

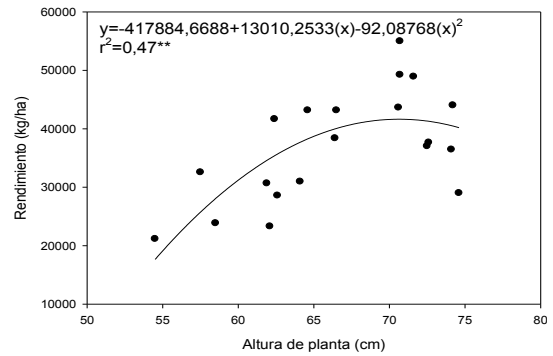


Figura 6. Relación entre altura de planta y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008

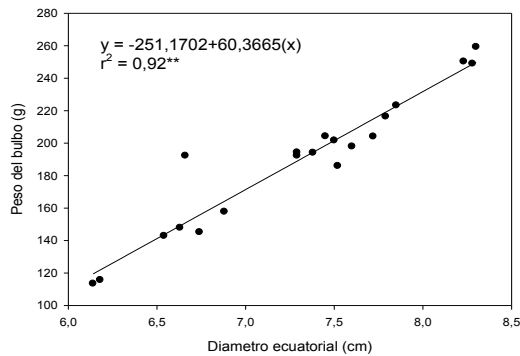


Figura 7. Relación entre diámetro ecuatorial y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008

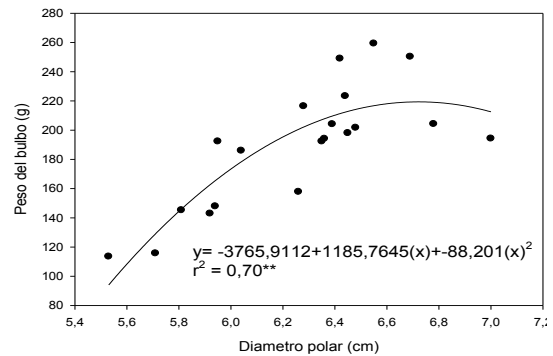


Figura 8. Relación entre diámetro polar y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008

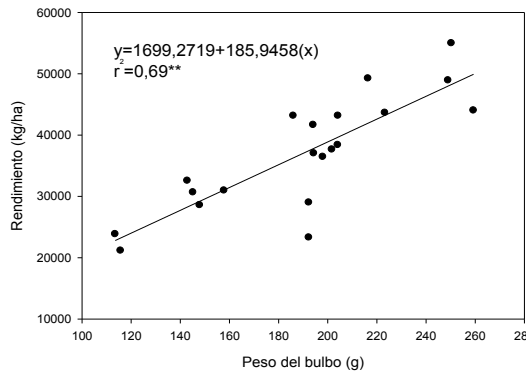


Figura 9. Relación entre peso del bulbo y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008

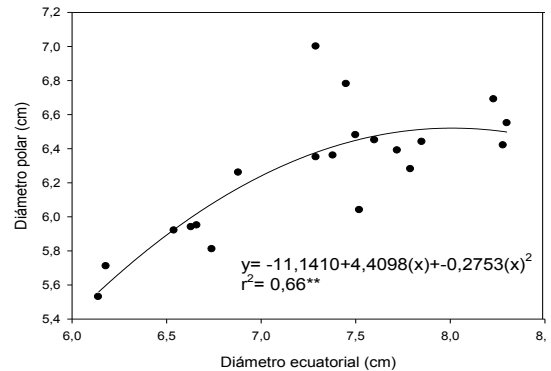


Figura 10. Relación entre diámetro ecuatorial y diámetro polar. Manglaralto, Santa Elena. 2008

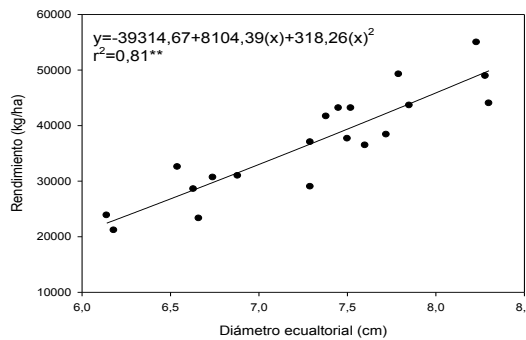


Figura 11. Relación entre diámetro ecuatorial y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008

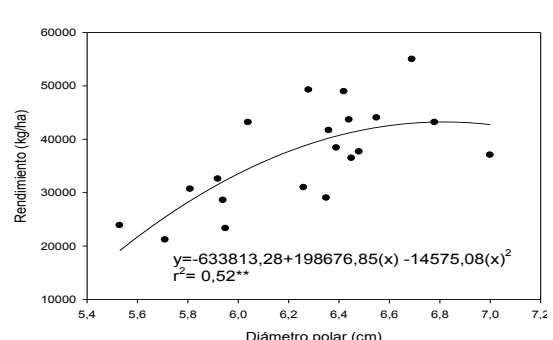


Figura 12. Relación entre diámetro polar y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008

4.1.2.3 Correlaciones y regresiones entre variables del ensayo de cebolla, híbrido Roja

En la matriz de correlación se aprecia los diversos grados de relación entre variables agronómicas y de rendimiento, con valores altamente significativos (**) y significativos (*), (cuadro 24).

La variable altura de planta incide directamente en el peso del bulbo es decir, que a mayor altura de planta, aumenta el peso del bulbo, con un coeficiente de determinación de 25 % (figura 13 y cuadro 22A), mientras que en la relación altura de planta y diámetro ecuatorial, muestra que a mayor altura de planta incrementa su diámetro ecuatorial, con un coeficiente de determinación de 26 % (figura 14 y cuadro 23A).

La relación altura de planta y diámetro polar (figura 15), guardan una estrecha relación, de tal manera que a mayor altura de planta, el diámetro ecuatorial aumenta. Teniendo un coeficiente de determinación de 39 % (cuadro 24A).

La variable altura de planta y rendimiento, guardan una estrecha relación; de tal manera, que si aumenta la altura de planta, mayor es el rendimiento, con un coeficiente de determinación de 46 % (figura 16 y cuadro 25A).

El diámetro ecuatorial incide directamente en el peso del bulbo es decir, que a mayor diámetro ecuatorial, aumenta el peso del bulbo, con un coeficiente de determinación de 98 % (figura 17 y cuadro 26A).

Los componentes agronómicos diámetro polar y peso del bulbo guardan una estrecha relación; de tal manera que si aumenta el diámetro polar, mayor es el peso del bulbo, se obtuvo un coeficiente de determinación de 81 % (figura 18 y cuadro 27A), mientras que la relación peso del bulbo y rendimiento, muestra que a mayor peso de bulbo incrementa su rendimiento, con un coeficiente de determinación de 87 % (figura 19 y cuadro 28A).

Cuadro 24. Matriz de correlaciones para las diversas variables agronómicas y de rendimiento de cebolla, híbrido Roja

	Altura de planta	Número de hojas	Peso del bulbo	Peso de hojas	Diámetro ecuatorial	Diámetro polar	Rendimiento
Altura de planta	1,00 0,0	0,18 N.S 0,4358	0,50 * 0,0243	0,16 N.S 0,5038	0,51 * 0,0231	0,59 ** 0,0064	0,68 ** 0,0011
Número de hojas		1,00 0,0	-0,40 N.S 0,0834	0,20 N.S 0,3969	-0,39 N.S 0,0850	-0,26 N.S 0,2758	-0,38 N.S 0,1029
Peso de bulbo			1,00 0,0	-0,22 N.S 0,3436	0,99 ** 0,0001	0,88 ** 0,0001	0,89 ** 0,0001
Peso de hojas				1,00 0,0	-0,21 N.S 0,3703	-0,02 N.S 0,9396	-0,04 N.S 0,8539
Diámetro ecuatorial					1,00 0,0	0,84 ** 0,0001	0,93** 0,0001
Diámetro polar						1,00 0,0	0,79 ** 0,0001
Rendimiento							1,00 0,0

La variable diámetro ecuatorial incide en el aumento del diámetro polar, con un coeficiente de determinación de 71 % (figura 20 y cuadro 29A), mientras que en la relación diámetro ecuatorial y rendimiento, muestra que a mayor diámetro ecuatorial incrementa su rendimiento, con un coeficiente de determinación de 89 % (figura 21 y cuadro 30A).

Los componentes agronómicos diámetro polar y rendimiento, guardan una estrecha relación; de tal manera, que si aumenta el diámetro polar, mayor es el rendimiento, con un coeficiente de determinación de 63 % (figura 22 y cuadro 31A).

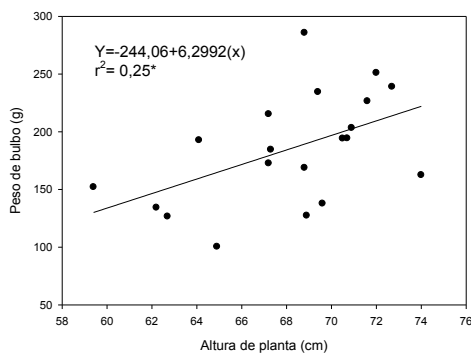


Figura 13. Relación entre altura de planta y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008

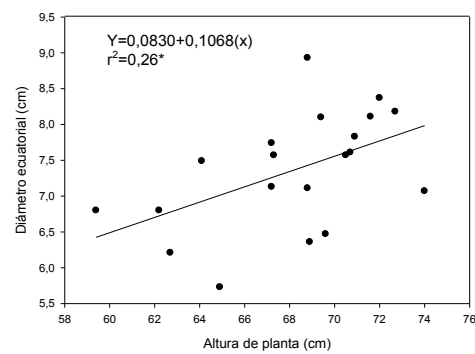


Figura 14. Relación entre altura de planta y diámetro ecuatorial. Manglaralto, Santa Elena. 2008

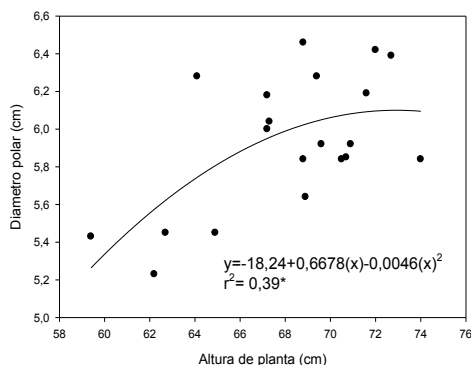


Figura 15. Relación entre altura de planta y diámetro polar. Manglaralto, Santa Elena. 2008

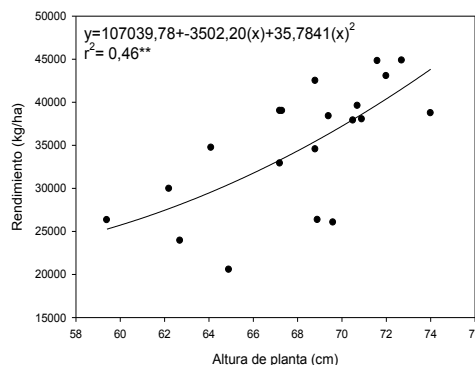


Figura 16. Relación entre altura de planta y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008

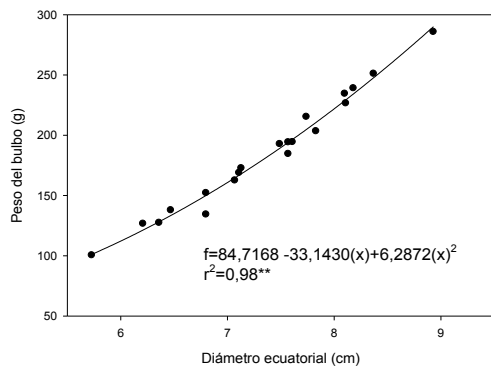


Figura 17. Relación entre diámetro ecuatorial y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008

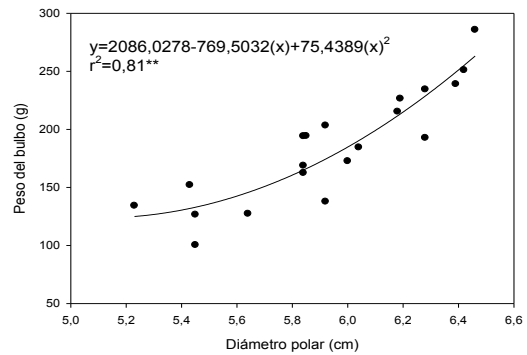


Figura 18. Relación entre diámetro polar y peso del bulbo. Manglaralto, Santa Elena. 2008

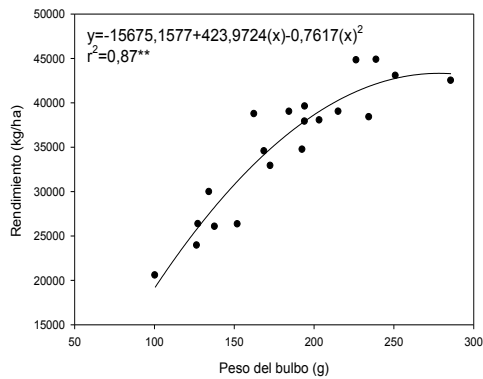


Figura 19. Relación entre peso del bulbo y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008

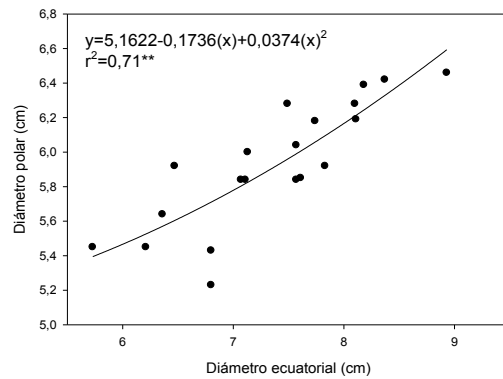


Figura 20. Relación entre diámetro ecuatorial y diámetro polar. Manglaralto, Santa Elena. 2008

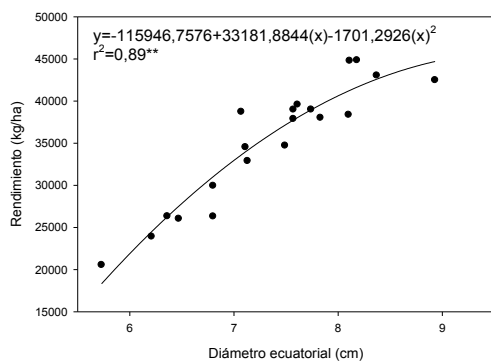


Figura 21. Relación entre diámetro ecuatorial y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008

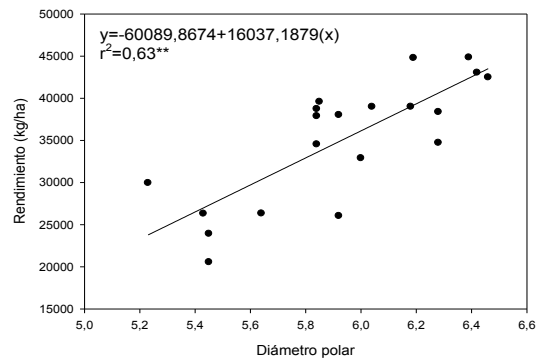


Figura 22. Relación entre diámetro polar y rendimiento. Manglaralto, Santa Elena. 2008

4.1.3 DOSIS ÓPTIMA ECONÓMICA (DOE) Y DOSIS ÓPTIMA FISIOLÓGICA (DOF)

4.1.3.1 Dosis óptima económica (DOE) y dosis óptima fisiológica (DOF) de nitrógeno en el ensayo de cebolla, híbrido Rosita

El modelo matemático utilizado para el cálculo de la dosis óptima fisiológica (DOF) y dosis óptima económica (DOE), fue lineal ($Y = \beta_0 + \beta_1 X$) (figura 23 y cuadro 32A), a mayor aplicación de nitrógeno, mayor rendimiento; es decir, que la curva de rendimiento tiende a tener mayor respuesta a la dosis 160 kg ha⁻¹. También el DOE y el DOF se calculó con el modelo cuadrático ($Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$): obteniendo resultados contradictorios (cuadros 33A, 35A y 36A), ya que el modelo obtuvo una dosis extrema de 800 kg ha⁻¹.

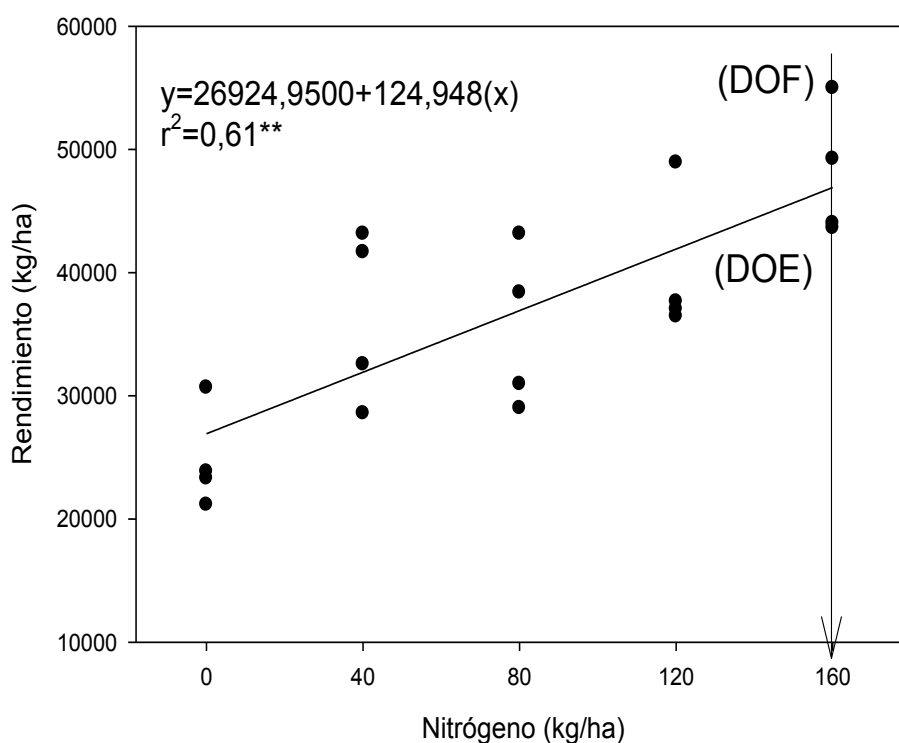


Figura 23. Dosis óptima fisiológica y económica de nitrógeno en ensayo de cebolla híbrido Rosita

4.1.3.2 Dosis óptima económica (DOE) y dosis óptima fisiológica (DOF) de nitrógeno en ensayo de cebolla, híbrido Roja

El modelo matemático utilizado para el cálculo de la dosis óptima fisiológica (DOF) y dosis óptima económica (DOE), fue cuadrático, el cual indica que a mayor aplicación de nitrógeno, mayor rendimiento; estableciéndose la mayor dosis utilizada en el ensayo 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno. El modelo ($Y = \beta_0 + \beta_1X + \beta_2X^2$) estimó un (DOF) de 231 kg N ha⁻¹ y un (DOE) de 223 kg N ha⁻¹ (figura 24, cuadro 34A, 38A y 39A).

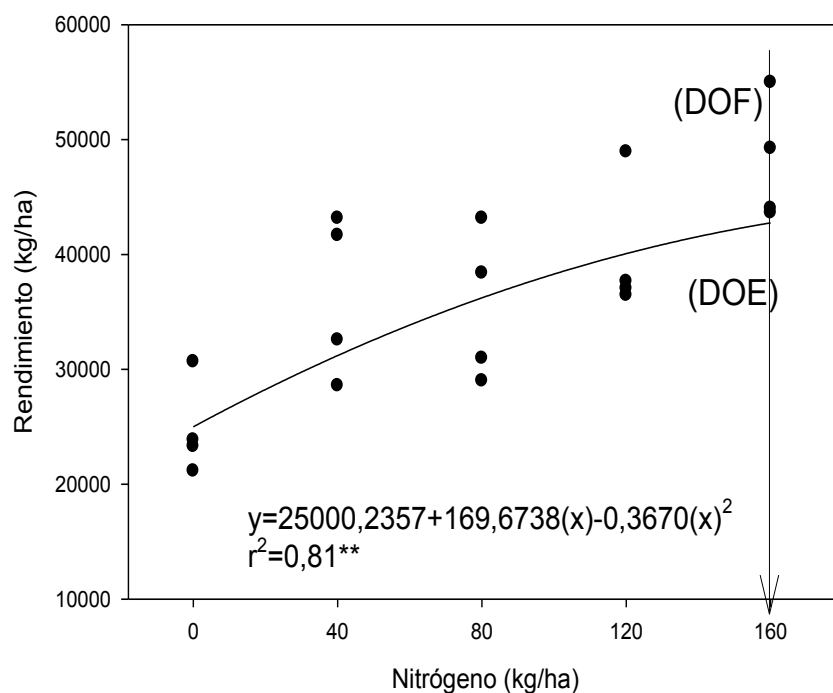


Figura 24. Dosis óptima fisiológica y económica de nitrógeno en ensayo de cebolla híbrido Roja

4.1.4 Cuantificación foliar de macro y micronutrientes

La cuantificación de nitrógeno (N) foliar para el híbrido Rosita presentó niveles adecuados 85 %, 10 % bajos y 5 % excesivos; mientras que para el híbrido Roja presentó 90 % adecuado y 10 % bajo (cuadro 40A); fósforo (P), en

el híbrido Rosita se mostró un 70 % adecuado y 30 % excesivo, en cambio para el híbrido Roja reveló 85 % niveles adecuados y 15 % excesivos. El potasio (K) en el híbrido Rosita, 100 % adecuado y para el híbrido Roja 80 % adecuados, 15 % excesivo y 5 % bajos; en cuanto al calcio (Ca) para el híbrido Rosita, presentó 95 % adecuados y 5 % excesivos, mientras que para el híbrido Roja presentó 70 % adecuado 25 % bajo y 5 % excesivo; el magnesio (Mg) reveló para el híbrido Rosita 100 % adecuados, mientras que para el híbrido Roja el 95 % adecuado y 5 % excesivo. Azufre (S), presentó niveles adecuados en un 95 % y excesivo 5 % para ambos híbridos.

Los niveles de zinc (Zn) mostraron 85 % adecuado y 15 % excesivos dentro del grupo Rosita y 100 % adecuados para el grupo Roja. En cuanto al cobre (Cu), para el híbrido Rosita presentó el 60 % adecuado, 40 % excesivo y para el híbrido Roja 85 % adecuados y 15 % excesivos. Hierro (Fe), presentó 95 % niveles adecuados y excesivos 5 % para los dos híbridos. Manganeseo (Mn), mostraron niveles adecuados en 100 % para el híbrido Rosita; mientras que para híbrido Roja mostro 75 % adecuado, 15 % excesivo y 10 % bajos. En cuanto al Boro (B), presentó niveles 90 % adecuados y 10 % excesivos para el híbrido Rosita y para el híbrido Roja mostró 70 % de niveles adecuados, 15 % excesivos y 15 % bajos (cuadro 40A).

4.1.5 Rango de suficiencia

Los valores obtenidos con la cuantificaciones químicas de tejido foliar realizadas a cada una de las unidades experimentales, fueron agrupadas en rango de suficiencia para cada nutriente, utilizando promedios de parcelas que superaban las 38 t; los datos fueron depurados con intervalos de confianza lineal en el programa estadístico SIGMAPLOT (figura 25 y 42A), generando para nitrógeno un rango de suficiencia que va de 3,7 a 4,6 % para el híbrido Rosita y para el híbrido Roja de 3,3 a 5,6 % (cuadro 25).

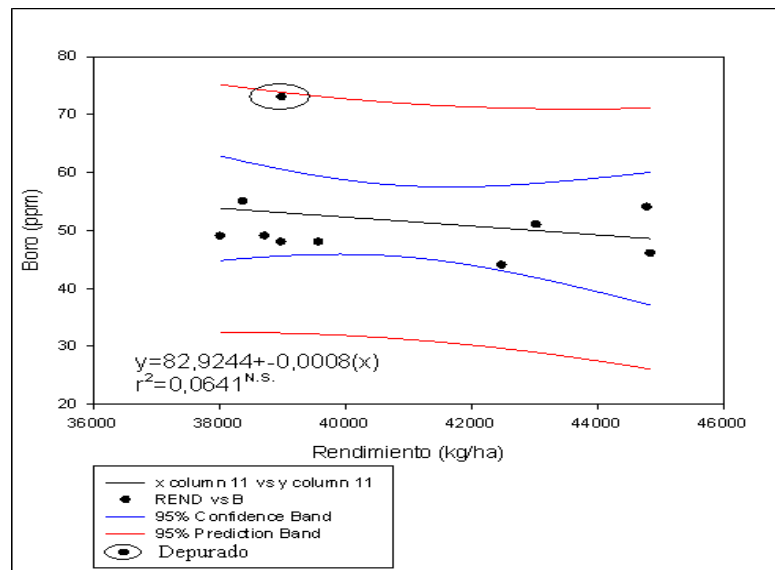


Figura 25. Depuración del rango de suficiencia de nitrógeno con intervalo de confianza lineal en el ensayo de cebolla

Cuadro 25. Rangos de suficiencia internacionales y obtenidos en el ensayo de cebolla, realizado en Manglaralto, Santa Elena, 2008

Híbrido Rosita. Ensayo en Manglaralto, Santa Elena, 2008

Cultivo	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Cebolla	3,7-4,6	0,4-1,14	3,35-6,55	1,72-3,04	0,28-0,46	0,21-1,5	15-39	4,0-7,0	150-392	27-51	36-64

Híbrido Roja. Ensayo en Manglaralto, Santa Elena, 2008

Cultivo	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Cebolla	3,3-5,6	0,54-1,17	4,01-5,83	2,16-3,16	0,31-0,5	0,23-0,35	21-44	7,0-10	193-465	37-63	44-55

Mills and Jone, 1996

Cultivo	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Cebolla	4,5-5,5	0,31-0,45	3,5-5	1,5-2,2	0,25-0,40	0,5-1	25-100	15-35	60-300	50-250	25-75

Figueroa M. y Torres M. (s. f.)

Cultivo	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Cebolla	2,5-3,0	0,2	3-4,5	0,52	0,33		22-32	-	29-50	16-24	10

4.1.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

El cuadro 26, describe los costos de mano de obra cosecha que considera el total de jornales, para cada tratamiento en base al rendimiento; el costo total de jornales, para el presente análisis se ubicó en \$ 6,00 (jornales); el rendimiento expresado en sacos; el costo unitario de mano de obra y el costo del saco que en el mercado tuvo un precio \$ 0,35.

En el ensayo, el tratamiento con menor costo en cuanto a mano de obra fue el 6, testigo absoluto con \$ 276,00 y el mayor costo para el tratamiento 5, que corresponde 160 kg N ha⁻¹ con \$ 510,00 (cuadro 26).

Según el análisis de presupuesto parcial el mayor beneficio bruto y neto corresponde al tratamiento 5 (nitrógeno 160 kg ha⁻¹), con \$ 14 319,22 y \$ 13 684,07 respectivamente; en el total de costos que varían el valor más alto se obtuvo con el tratamiento 5 (nitrógeno 160 kg ha⁻¹), que incluye a el fertilizante y su aplicación \$ 635,15 y el más bajo, el tratamiento 6 (nitrógeno 0 kg ha⁻¹) incluida su aplicación con \$ 294,00 (cuadro 27).

El mismo cuadro muestra el rendimiento ajustado, que es el rendimiento bruto reducido en un 5 %, con el objetivo de reflejar la diferencia entre el rendimiento del ensayo y el que el agricultor podría lograr con ese mismo tratamiento en el campo.

Como respaldo al cuadro 27, el cuadro 50A presenta los detalles de los costos que varían por cada tratamiento, que incluyen los costos de fertilización y su aplicación.

El análisis de dominancia ordena los tratamientos de menor a mayor de acuerdo a los totales de los costos que varían. Un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Cuadro 26. Costo de mano de obra en la cosecha, sacos. Dólares

Tratamiento	Rendimiento bruto	Rendimiento ajustado 5 %	Jornales				Costo total (\$)	Rendimiento en sacos	Costo unitario mano de obra por saco	Costo saco
			Arranque manual	Desmocha	Embalaje recolección y clasificación	Total tratamiento jornales				
1	24 746,99	23 509,64	9	24	14	47	282	522,44	0,54	0,35
2	36 488,08	34 663,68	9	35	19	63	378	770,30	0,49	0,35
3	35 376,45	33 607,62	9	34	21	64	384	746,84	0,51	0,35
4	40 020,53	38 019,51	9	39	23	71	426	844,88	0,50	0,35
5	47 968,79	45 570,35	9	47	29	85	510	1012,67	0,50	0,35
6	24 282,16	23 068,05	9	23	14	46	276	512,62	0,54	0,35
7	32 314,37	30 698,65	9	31	17	57	342	682,19	0,50	0,35
8	37 189,28	35 329,81	9	36	22	67	402	785,11	0,51	0,35
9	37 675,84	35 792,04	9	36	22	67	402	795,38	0,51	0,35
10	43 791,81	41 602,22	9	42	26	77	462	924,49	0,50	0,35
Promedio costo cosecha									0,51	

El costo de la cosecha es de \$ 0,86 por saco, valor que se obtuvo al sumar el promedio del costo de mano de obra en la cosecha que es de \$ 0,51, más el costo del saco \$ 0,35.

Cuadro 27. Presupuesto parcial del experimento de cebolla, dólares. Manglaralto, Santa Elena, 2008

Rubros	Tratamientos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rendimiento bruto (kg/ha)	24 746,99	36 488,08	35 376,45	40 020,53	47 968,79	24 282,16	32 314,37	37 189,28	37 675,84	43 791,81
Rendimiento ajustado, 5 % (kg/ha)	23 509,64	34 663,68	33 607,62	38 019,51	45 570,35	23 068,05	30 698,65	35 329,81	35 792,04	41 602,22
Beneficio bruto de campo	7 387,25	10 892,10	10 560,26	11 946,57	14 319,22	7 248,49	9 646,19	11 101,41	11 246,65	13 072,35
Costos que varían	309,00	426,54	496,07	565,62	635,15	294,00	411,54	481,07	550,62	620,15
Beneficios netos	7 078,25	10 465,56	10 064,19	11 380,95	13 684,07	6 954,49	9 234,65	10 620,34	10 696,03	12 452,20

*El precio promedio de venta es \$ 15,00 el saco de 45 kg. En el análisis marginal hay que considerar los costos de la cosecha que en este caso son \$ 0,86 por saco, por lo que el beneficio bruto está basado en los precios de campo \$ 14,14.

Realizado el análisis de dominancia el tratamiento 3 es dominado al tener un mayor costo que varían que los tratamientos 1, 2, 6, 7, 8 y los beneficios netos más bajos con relación al tratamiento anterior (cuadro 28).

Cuadro 28. Análisis de dominancia del experimento de cebolla

Tratamiento	Descripción	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
6	0 kg N ha ⁻¹	294	6 954
1	0 kg N ha ⁻¹	309	7 078
7	40 kg N ha ⁻¹	411,54	9 235
2	40 kg N ha ⁻¹	426,54	10 466
8	80 kg N ha ⁻¹	481,07	10 620
3	80 kg N ha ⁻¹	496,07	10 064 D
9	120 kg N ha ⁻¹	550,62	10 696
4	120 kg N ha ⁻¹	565,62	11 381
10	160 kg N ha ⁻¹	620,15	12 452
5	160 kg N ha ⁻¹	635,15	13 684

D= Dominado.

La mayor tasa de retorno marginal se obtuvo con la aplicación de 160 kg/ha de nitrógeno, en el híbrido Rosita, generando una tasa de retorno marginal de 8 213,33 % para el tratamiento 5 con relación al 10. Esto significa que por cada dólar adicional que se invierte hay un retorno de \$ 82,13 al pasar de una tecnología de menor costo a una de mayor costo.

Cuadro 29. Análisis marginal del experimento de cebolla. Dólares

Tratamientos	Costos que varían (\$ ha ⁻¹)	Costos marginales (\$ ha ⁻¹)	Beneficios netos (\$ ha ⁻¹)	Beneficios netos marginales (\$ ha ⁻¹)	Tasa de retorno marginal (%)
6	294,00		6 954		
1	309,00	15,00	7 078	124,00	826,67
7	411,54	102,54	9 235	2 157,00	2 103,57
2	426,54	15,00	10 466	1 231,00	8 206,67
8	481,07	54,53	10 620	154,00	282,41
9	550,62	69,55	10 696	76,00	109,27
4	565,62	15,00	11 381	685,00	4 566,67
10	620,15	54,53	12 452	1 071,00	1 964,06
5	635,15	15,00	13 684	1 232,00	8 213,33

La figura 26 muestra la curva de beneficios netos en relación con los costos que varían. Debido a que solo los tratamientos no dominados se incluyen en la curva (lineal), su pendiente es positiva.

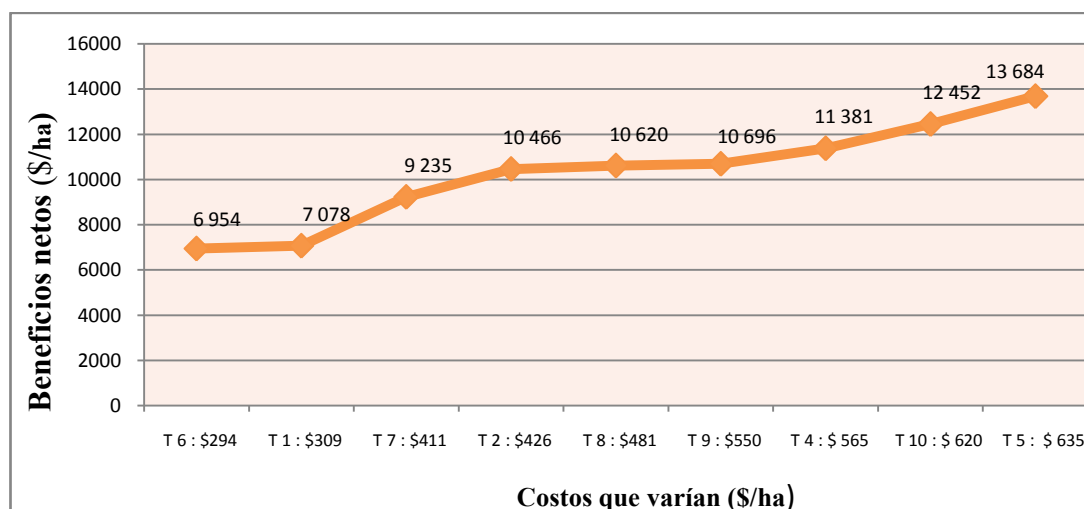


Figura 26. Curva de beneficios netos según el análisis de dominancia

4.2 DISCUSIÓN

Las condiciones climatológicas de los meses de septiembre a febrero, ciclo en que se llevó a cabo la investigación, fueron apropiadas para el desarrollo del cultivo de cebolla, concordando con PORTAL AGRARIO (s.f., en línea), que afirma que la siembra de cebolla puede darse a lo largo de todo el año.

El rendimiento alcanzado por el híbrido Rosita con la aplicación de 160 kg de nitrógeno ha^{-1} , fue superior a la obtenida por el híbrido Roja y al rendimiento alcanzada por PISCO VÉLEZ JE. (2002), quien utilizó una mayor población de plantas por hectárea y menor cantidad de nitrógeno.

El mejor promedio en altura de planta la obtuvo el híbrido Roja, con aplicaciones de las mayores dosis de nitrógeno, concordando con lo expuesto por LAVAYEN NEIRA L. y SUÁREZ MEDINA J. (2007), quienes alcanzaron la mejor altura de planta con la mayor dosis de nitrógeno (250 kg/ha).

En la variable peso del bulbo no hubo diferencia estadística entre el híbrido Rosita y el híbrido Roja, pero el peso del bulbo, diámetro polar y ecuatorial se incrementaron a medida que las aportaciones de nitrógeno alcanzaron su mayor nivel, concordando con lo expuesto por FIGUEROA M. y TORRES M. (s.f., en línea) quienes señalan que la fertilización nitrogenada se debe realizar en época temprana y en forma fraccionada.

El análisis estadístico de las variables agronómicas altura de planta, peso del bulbo, peso de hoja, diámetro ecuatorial y rendimiento, son estadísticamente iguales para los híbridos Roja y Rosita.

La aplicación de 160 kg/ha de nitrógeno en el híbrido Roja, obtuvo un diámetro ecuatorial de 8,40 cm, encontrándose dentro del rango de las características

agronómicas del híbrido (7,0-9,0 cm).

Según el análisis económico la dosis de 160 kg de nitrógeno por hectárea generó la mayor rentabilidad con el híbrido Rosita, en el sector de Manglaralto cantón Santa Elena concordando por lo expuesto por LAVAYEN NEIRA L. y SUÁREZ MEDINA J. (2007), quienes alcanzaron mayor rendimiento con dosis de 250 kg nitrógeno por hectárea.

Según AGRIPAC (2007), el híbrido Rosita produce un promedio de 35 t/ha⁻¹, con 400 000 plantas, mientras que en el ensayo, con 208 333 plantas/ha⁻¹, se obtuvo un rendimiento de 47 969 kg con la aplicación de 160 kg nitrógeno/ha; es decir, logró incrementar un 37 %, a lo establecido por AGRIPAC, seguramente por la aplicación de nitrógeno en forma fraccionada de acuerdo a sus etapas fenológicas y por las condiciones agroecológicas.

El híbrido Roja logró obtener una producción de 43 792 kg/ha⁻¹, con aplicaciones nitrogenadas de 160 kg, encontrándose dentro del rango señalado en el descriptor del cultivar, con producciones de 30 000 a 50 000 kg/ha⁻¹, con una población de 400 000 plantas, sin embargo, el número de plantas que utilizó la investigación fué inferior, con una población de 208 333 plantas/ha⁻¹; es decir, se optimizó un 48 % de plantas/ha.

Los crecientes niveles de nitrógeno en el ensayo de cebolla (*Allium cepa* L.) demostraron diferencias significativas, lo que permite aceptar la hipótesis planteada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ❖ El híbrido Rosita y Roja responden a las aplicaciones de nitrógeno; obteniéndose plantas con mayor altura, bulbo con mayor peso y diámetro ecuatorial.
- ❖ El híbrido Rosita obtuvo promedio superior en diámetro polar a diferencia del híbrido Roja que generó plantas con mayor número de hojas, el resto de variables fueron estadísticamente iguales.
- ❖ El rendimiento del híbrido Rosita fue superior al híbrido Roja, ambos se incrementan con las aplicaciones de nitrógeno. Los tratamientos 5 y 10 en aplicaciones de 160 kg N ha^{-1} obtuvieron los mayores promedios.
- ❖ Las aplicaciones de nitrógeno inciden directamente en la producción, por lo que se asume que la dosis óptima fisiológica es $160 \text{ kg nitrógeno ha}^{-1}$, que corresponde a la mayor dosis utilizada en el ensayo.
- ❖ Las cuantificaciones químicas obtenidas mediante el análisis foliar muestran niveles adecuados de nitrógeno, relacionado con la aplicación de este elemento en forma edáfica, considerando que el contenido foliar de nitrógeno, tanto del híbrido Rosita como del híbrido Roja, se aproxima a los rangos señalados por los autores Mills and Jone, 1996 (página 58).
- ❖ Según cálculos realizados con el programa Sigmaplot, el híbrido Rosita está en condiciones de responder a niveles muy altos de nitrógeno (hasta 800 kg/ha); sin embargo, dosis muy elevadas con relación a la aplicada en el presente ensayo, deberán ser sometidas a experimentación.

- ❖ Se estimó una dosis óptima fisiológica (DOF) para el híbrido de cebolla Roja de 231 kg nitrógeno ha⁻¹ y una dosis óptima económica (DOE) 224 kg nitrógeno ha⁻¹.
- ❖ En el ensayo la mayor tasa de retorno marginal se la obtuvo con el híbrido Rosita, aplicando 160 kg de nitrógeno ha⁻¹ (tratamiento 5).

RECOMENDACIONES

- ❖ Sembrar el híbrido de cebolla Rosita en Manglaralto, cantón Santa Elena, como alternativa para diversificar el sector agrícola, aplicando 160 kg de nitrógeno por hectárea, de acuerdo al siguiente detalle.

Cuadro 30. Distribución de fertilización en el cultivo de cebolla

Nº/A*	c/9 ddt**	%	Dosis	
			N ₁₆₀	
1	9	6	9,60	
2	18	12	19,2	
3	27	14	22,4	
4	36	20	32,0	
5	45	20	32,0	
6	54	14	22,4	
7	63	8	12,8	
8	72	6	9,6	
72 días		100 %	160	Total

* Número de aplicaciones

** Cada nueve días después del transplante

- ❖ Profundizar en el estudio del cultivo de cebolla, aplicando mayor cantidad de nitrógeno, ya que este cultivo responde agronómicamente a este elemento.

- ❖ Relacionar las aplicaciones de nitrógeno con las cuantificaciones foliares y de nutrientes presente en el suelo, a fin de que los sistemas de fertilización sean los más adecuados para cada zona.

7. BIBLIOGRAFÍA.

AGRIPAC 2000. Manual de la cebolla. Ecuador. p. 9

AGRIPAC. 2001. Manual agrícola. en línea. Consultado el 31 jul 2009. Disponible en <http://www.agripac.com.ec/manualagricola/recomienda/cebolla/bodycebolla.htm>

ALMERIA 2000. Manual de cultivo sin suelo. Barcelona ES, Mundi-Prensa. p 110.

ALSINA L. 1980. Horticultura especial. Tomo 1. Barcelona ES, Sintes. p. 144, 145.

ALVIA DELGADO F. 1998. Manual práctico de hortalizas. p. 25.

AZABACHE LEYTÓN A. 2003. Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible: Desarrollo de la fertilidad del suelo. Huancayo, PE. Universidad Nacional del Centro, s.e. p. 19- 26.

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA 2001. Horticultura. Cultivo en invernadero. 3ed. Barcelona ES. p. 560,726.

BORNEMISZA E. 1990. Problemas del azufre en los suelos y cultivos de Mesoamérica. Ed. Univ. Costa Rica. p.104

BOZA CERREZO SG. 1999. Estudio comparativo del comportamiento de 8 (ocho) variedades de cebolla (*Allium cepa L.*) de bulbo en la zona del Azúcar, península de Santa Elena, provincia de Santa Elena. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Universidad

Agraria del Ecuador. p.20

CALIFORNIA FERTILIZER ASOCIATION. 1995. Manual de fertilizante para la horticultura: nutrientes esenciales para las plantas. M Guzmán. Comp. DF. México. Limusa p. 37; p. 77-94

CAMPOSA 1998. Cebolla. Boletín informativo, Gerencia. Desarrollo agrícola. p. 5.

CASSERES E. 1971. Producción de hortalizas. 2ed. México, Herrero Hnos. p. 170, 174.

COMPO s.f.Necesidades nutritivas. en línea. Consultado el 8 de agosto 2009. Disponible en.<http://www.compo.es/compo/WebApp?Resource=IdealPortal.PageNode=38600937>

ENXARXA. s.f. Crecimiento y absorción de nutrientes en cebolla. En línea. Consultado el 25 de agosto 2009. Disponible en [http:// www.tesisenxarxa.net/TESIS.VdL/AVAILABLE/TDX-0203105-121049//Tab07de16-pdf.p.4-6](http://www.tesisenxarxa.net/TESIS.VdL/AVAILABLE/TDX-0203105-121049//Tab07de16-pdf.p.4-6)

FAXSA. s.f. en línea. Consultado el 26 agos 2009. Disponible en <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60ce001.htm>

FERSINI A. 1974. Horticultura Práctica. México, Diana. p. 257.

FIGUEROA M. y TORRES M. s.f. Bases Nutricional de la Fertilización. En línea. Consultado. 31 jul 2009. Disponible en [http://www.fertilizando.com/articulos/Cebolla%20-%20Bases%20Nutricionales%20de%20la%20Fertilización .asp](http://www.fertilizando.com/articulos/Cebolla%20-%20Bases%20Nutricionales%20de%20la%20Fertilización.asp).

FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. 2002. Manual agropecuario biblioteca del campo: Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá CO, Limerin S.A. p. 687. (I tomo).

FUNDACIÓN SHELL. 1974. Hortalizas. México. 3ed. Diana, Serie A. p. 9.

GARCÍA F. 1974. Argentina. ed. S.A.C.I.F. p. 8.

GARCÍA RUIZ AR. 2000. Control de *Sclerotium sepivorum* mediante solarización en el cultivo de cebolla colorada (*Allium cepa* L.) de reproducción asexual en la parroquia Calpi, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. p.26.

GUERRERO BARRANTES J. y TELLO PERAMAS L. 2000. Efecto de la aplicación de azufre en los cultivos de cebolla y papa bajo condiciones de campo. en línea. Consultado el 1 de Agos. 2009. Disponible en [http:// TUM. Lamolina. edu.p/resume/ana/es/2000_35.pdf](http://TUM.Lamolina.edu.p/resume/ana/es/2000_35.pdf). p.323 – 332.

GUIA PRÁCTICA DE LA HORTICULTURA 1999. Barcelona ES. p. 22,23 y 81

HUME G. y KRAMP. V. 1971. Producción comercial de cebolla y guisantes, Zaragoza ES. Editorial Acribia. p. 6-11.

HURRES C. y CARABALLO N. 1991. Horticultura. La Habana, Pueblo y Educación. p. 141.

JACOB A. y HUEXKULL H. 1973. Nutrición y abonado de cultivos tropicales y sub tropicales. 4ed. México, Ediciones Euroamericanas. p.47.

LAVAYEN NEIRA L. y SUÁREZ MEDINA J. 2007. Estudio para el aprovechamiento de los desechos sólidos generados del camal regional de la Península de Santa Elena, mediante la elaboración de abonos sólidos (compost) y

su efecto en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa*), en la comuna Atahualpa. cantón Santa Elena. Provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Península de Santa Elena. p. 7-63.

LENSCAK M. y INSAURRALDE E. (1996) Foniap. Cultivo de cebolla. Hoja de divulgación N ° 5. en línea. Consultado el 26 de agosto 2009. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Revistas/tecniacs/foniap/divulga>

MASS EV. 1984. Crop tolerance. California agricultura. Vol. 38. California US. p. 21

MESSIAEM C. 1979. Las hortalizas. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. México, Blume. p. 455.

MOLINA E. s.f. Centro de Investigación Agronómicas. Universidad de Costa Rica. en línea. Consultado el 31 jul 2009. Disponible en <http://www.aminogrowinternacional.com/ARTICULOS/Foliar-AMINOGROW.pdf>

MONTES A. y HALLE L. 1966. Olericultura Boletín N° 2. Departamento de publicaciones de la Universidad Agraria La Molina, Lima PE. p. 8-10.

MONTES C. 1992. El cultivo de la cebolla en México. Revista Novedades Agrícolas. p. 16.

MOROTO J. 1989. Horticultura herbácea especial. 3ed. Madrid ES. Mundi-Prensa. p. 125.

PISCO VÉLEZ JE. 2002. Respuesta en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) a las aplicaciones de nitrógeno y fosforo en la zona de Chongón (Provincia del Guayas). Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Universidad Agraria del Ecuador. p.16

PORTAL AGRARIO. s.f, Ficha técnica-cebolla. en línea . consultado 29 de julio del 2009. Disponible en <http://www.portalagrario.gob.pe/index.php>

PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS. 1996. México, Limusa. p. 85.

REYES R. 1994. Adaptación de cinco cultivares de cebolla (*Allium cepa L*) en el cantón Naranjito provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Universidad Agraria del Ecuador. p. 36.

RICHARDS LA. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Washington US. Manual N° 60.

SEMIAGRO. s.f. Condiciones agroecológicas y requerimientos del cultivo de cebolla. en línea. Consultado el 26 de agos del 2009. Disponible en http://www.semiagro.com.pe/does/manual_cebolla.doc-11. p.

SHANY M. y PROAÑO J. 1997. Manual agrotécnico de los principales cultivos no tradicionales de la Península de Santa Elena. Segunda Parte. p.106.

VALDEZ A. 1989. Producción de hortalizas. México. p. 82.

VALDES E. (1996) Manual prácticas agroecológicas de los Andes Ecuatorianos. 3ed. p. 50.

VIGLIOLA M. 1991. Manual de horticultura. Buenos Aires. AR. Editorial Hemisferio Sur. p. 109.

YAMAGUCHI N. 1983. World vegetables. Principles, production and nutritive values. connecticut, publishing. p.184.

ZAMBRANO S. 1995. Estudio del comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa L*), bajo niveles de fertilización orgánica e inorgánica en la zona Colonche cantón Santa Elena. Provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Universidad Agraria del Ecuador. p. 95.

