

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA INGENIERÍA AGRONOMICA

### TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

---

#### TEMA

FERTILIZACION QUÍMICA EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA  
*(Daucus carota var.)*. CON TRES FUENTES NITROGENADAS  
MÁS EL MICRONUTRIENTE BORO PRECURSORES DE  
CAROTENOS Y LA VITAMÍNA (A)

---

#### Autores:

Washington Fabián Caicedo Jácome

Francisco Xavier Sono Heredia

#### Director:

Ing. Oscar Daza

Latacunga-Ecuador

2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**RECURSOS NATURALES**  
**LATACUNGA – ECUADOR**

**CERTIFICADO DE AUTORIA**

Nosotros, Washington Fabián Caicedo Jácome y Francisco Xavier Sono Heredia, declaramos que el presente trabajo de investigación fue realizado por nuestra autoría, como los resultados, elementos y opiniones detalladas en el mismo, como también que el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

.....  
Egdo. Washington Fabián Caicedo Jácome  
C.I. 0501886683

.....  
Egdo. Francisco Xavier Sono Heredia  
C.I. 0501486773

Latacunga-Ecuador  
2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES  
LATACUNGA – ECUADOR**

**AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo V artículo 12, literal f del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi en calidad de director de tesis de los postulantes Francisco Xavier Sono Heredia y Washington Fabián Caicedo Jácome, con el tema: “**Fertilización química en el cultivo de zanahoria (daucus carota var.) con tres fuentes nitrogenadas más el micronutriente boro precursores de carotenos y la vitamina(A)**”. Debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo con los planteamientos requeridos.

En tal virtud por lo expuesto anteriormente considero que los mencionados postulantes se encuentran habilitados para presentarse al acto de Defensa de Tesis, la cual se encuentra abierta para posteriores investigaciones.

.....  
**Ing. Msc. Oscar Daza**  
**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**RECURSOS NATURALES**  
**LATACUNGA - ECUADOR**

**AVAL MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS**

En calidad de miembros del tribunal de grado aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto los postulantes Francisco Xavier Sono Heredia y Washington Fabián Caicedo Jácome, con el tema de tesis “**Fertilización química en el cultivo de zanahoria (*daucus carota var.*) con tres fuentes nitrogenadas más el micronutriente boro precursores de carotenos y la vitamina (A)**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de defensa de tesis.

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

.....

Ing. Fabian Troya

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

Ing. Paolo Chasi

**MIEMBRO OPOSITOR**

.....

Ing. Adolfo Cevallos

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## ***DEDICATORIA***

Los autores, dedican este presente trabajo a Dios, a cada una de nuestras queridas y abnegadas esposas, a nuestros hijos que fueron nuestro impulso en los momentos de flaqueza durante la culminación de nuestros estudios.

Y de una forma especial a nuestros padres, que sin su apoyo moral y económico nunca hubiéramos podido sortear las dificultades que tuvimos en los años de estudio.

## ***AGRADECIMIENTOS***

Los autores desean dar las gracias a los profesores de la carrera en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por compartir sus valiosos conocimientos científicos y técnicos.

Al personal de la Biblioteca, que siempre estuvieron dispuestos a colaborarnos oportunamente.

Al Ingeniero Oscar Daza, director de Tesis, por su ayuda y colaboración incondicional, demostrando ser una excelente persona y un profesional a carta cabal.

A los miembros del tribunal: Ing. Fabián Troya, Ing. Paolo Chasi, Ing. Adolfo Cevallos, los que a través de sus conocimientos realizaron las correcciones oportunas puliendo de esta manera la presente investigación.

## **INDICE**

### **SECCION PRELIMINAR**

PORTADA	i
CERTIFICADO DE AUTORIA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
AVAL MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE GRAFICOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCION	xvii

### **CUERPO Y REFERENCIA**

INTRODUCCION	18
EL PROBLEMA	20
ARBOL DE PROBLEMA	22
ANALISIS CRÍTICO	23
JUSTIFICACION	23
OBJETIVOS	24
HIPOTESIS	25

## CAPITULO I

1.	Fundamentación teórica	26
1.1.	El cultivo de la zanahoria	26
1.1.1.	Origen e importancia	26
1.1.2.	Zonas productoras de zanahoria	28
1.1.3.	Botánica	28
1.1.3.1.	Tallos	28
1.1.3.2.	Las hojas	28
1.1.3.3.	Flores	29
1.1.3.4.	Fruto	29
1.1.3.5.	Semillas	29
1.1.3.6.	Variedades	29
1.1.4.	Clasificación taxonómica	30
1.1.5.	Particularidades del cultivo	31
1.1.6.	Exigencias del cultivo	31
1.1.6.1.	Requerimientos climáticos	31
1.1.6.1.1.	Clima	31
1.1.6.1.2.	Temperatura	31
1.1.6.1.3.	Luminosidad	32
1.1.6.2.	Requerimientos edáficos	32
1.1.6.2.1.	Altitud	32
1.1.6.2.2.	Suelos	33
1.1.6.3.	Requerimiento Hídrico	34
1.1.6.3.1.	Precipitación	34
1.1.6.4.	Requerimientos nutricionales	35
1.1.7.	Labores preculturales	36
1.1.7.1.	Preparación del terreno	36
1.1.7.1.1.	Arada	36
1.1.7.1.2.	Rastrada	36

1.1.7.1.3.	Nivelada	36
1.1.7.1.4.	Surcada	36
1.1.7.1.5.	Abonado	37
1.1.8.	Siembra	37
1.1.8.1.1.	Fertilización	37
1.1.9.	Labores culturales	38
1.1.9.1.	Aclareo	38
1.1.9.2.	Deshierba	38
1.1.9.3.	Escarda y aporque	39
1.1.9.4.	Riegos	40
1.1.9.5.	Implantación del cultivo	40
1.1.9.5.6.	Desarrollo de las hojas y elongación de la raíz	40
1.1.9.5.7.	Engrosamiento de la raíz	40
1.2.1.	Control de plagas y enfermedades	41
1.2.2.	Insectos	41
1.2.2.1.	Nematodos	41
1.2.2.2.	Mosca de la zanahoria	41
1.2.2.3.	Gusanos alambres y gusanos grises	42
1.2.3.	Enfermedades	42
1.2.3.1.	Mancha Foliar	42
1.2.3.2.	Enfermedades bacterianas	42
1.2.3.3.	Enfermedades virales	42
1.2.4.	Fertilización	43
1.2.5.	Pregerminación	43
1.2.6.	Germinación	44
1.2.6.1.	Formación de hojas verdaderas	44
1.2.6.2.	Desarrollo vegetativo	44
1.2.6.3.	Floración	45
1.2.6.4.	Valor nutritivo y usos	45

1.3.	Fundamentos de los fertilizantes nitrogenados	47
1.3.1.	El nitrógeno como fertilizante	47
1.3.1.1.	Fertilizantes nitrogenados	47
1.3.1.1.1.	Nitrato de amonio	47
1.3.1.1.2.	Sulfato de amonio	48
1.3.1.1.3.	Urea	48
1.4.	Fertilizantes secundarios	49
1.4.1.	El boro	49
1.5.	Variedades de zanahoria	49
1.5.1.	Nantesa	49
1.5.2.	Chantenay	50

## **CAPITULO II**

<b>MATERIALES Y METODOS</b>		<b>51</b>
2.1.	Materiales	51
2.1.2.	Talento humano	51
2.1.3.	Material experimental	51
2.1.4.	Materiales	51
2.1.5.	Insumos	52
2.1.6.	Equipos	52
2.1.7.	Otros recursos	52
2.2.	Características del sitio experimental	53
2.2.1.	Ubicación política	53
2.2.2.	Ubicación geográfica	53
2.2.3.	Condiciones edafoclimaticas	53
2.2.3.1.	Características climáticas	53
2.2.3.2.	Condiciones edáficas	54
2.2.3.3.	Características principales	54
2.2.3.4.	Clasificación de suelo correspondiente al ensayo	55

2.2.3.5.	Clasificación bioclimática	55
2.3.	Diseño metodológico	55
2.3.1.	Tipo de investigación	55
2.3.2.	Metodología	56
2.3.4.	Técnicas	56
2.3.4.1.	Muestreo	56
2.3.4.2.	Observación científica	56
2.3.5.	Unidad en estudio	57
2.3.5.1.	Unidad experimental	57
2.3.6.	Los factores en estudio	57
2.3.7.	Tratamientos en estudio	59
2.3.8.	Indicadores evaluados	58
2.3.8.1.	Evaluación agronómica	60
2.3.9.	Diseño experimental	60
2.3.9.4.	Coeficiente de variación (CV)	60
2.3.9.5.	Análisis funcional	59
2.3.9.6.	Análisis económico	62
2.4.	Manejo específico del ensayo	62
2.4.1.	Especificaciones del campo experimental	62
2.4.2.	Diseño de plantación	62
2.4.3.	Preparación del terreno	62
2.4.3.1.	Labores preculturales	62
2.4.3.1.1.	Análisis de suelo	63
2.4.3.1.2.	Arada y rastrada	63
2.4.4.	Siembra	63
2.4.5	Cultivo	64
2.4.5.1.	Labores culturales	64
2.4.5.1.1.	Fertilización	64
2.4.5.1.2.	Control de malezas	65

2.4.5.1.3.	Controles fitosanitarios	65
2.4.5.1.4.	Riegos	66
2.4.5.1.6.	Cosechas y poscosecha	67
2.5.	Análisis estadístico	68

### **CAPITULO III**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>69</b>	
3.1.	EVALUACIÓN AGRONOMICA	69
3.1.1.	Diámetro ecuatorial	69
3.1.1.1.	Diámetro ecuatorial a los 45 días	69
3.1.1.2.	Diámetro ecuatorial a los 90 días	72
3.1.1.3.	Diámetro ecuatorial a los 120 días	75
3.1.2.	Diámetro polar	77
3.1.2.1.	Diámetro polar a los 45 días	77
3.1.2.2.	Diámetro polar a los 90 días	79
3.1.2.3.	Diámetro polar a los 120 días	81
3.1.3.	Pesos	83
3.1.4.	Grados Brix	85
3.2.	Análisis económico	87
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>92</b>	
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>93</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA</b>	<b>95</b>	
<b>BIBLIOGRAFIA WEB</b>	<b>97</b>	
<b>ANEXOS</b>	<b>98</b>	
<b>ANEXO FOTOGRAFICO</b>	<b>100</b>	
<b>BASE DE DATOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO</b>	<b>113</b>	

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Producción mundial de zanahoria	19
Cuadro 2 SS Clasificación taxonómica de la zanahoria amarilla	30
Cuadro 3 Herbicidas pre emergentes para zanahoria	38
Cuadro 4: Herbicidas post emergentes para zanahoria	39
Cuadro 5: Análisis nutricional de 100 gr. de zanahoria cruda	46
Cuadro 6: Análisis químico del suelo del sitio experimental	54
Cuadro 7: Análisis químico del suelo del sitio experimental	55
Cuadro 8: Dosis de los fertilizantes nitrogenados	58
Cuadro 9: Descripción de los tratamientos	59
Cuadro 10: Esquema del Adeva	61
Cuadro 11: Precipitación promedio mensual	66
Cuadro 12: Precipitación promedio mensual	66
Cuadro 13 Cálculo de los requerimientos hídricos del cultivo de Zanahoria.....	67
Cuadro 14: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 45 días	69
Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable	71
Cuadro 16: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 90 días	72
Cuadro 17: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro ecuatorial a los 90 días.	74
Cuadro 18: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 120 días	75
Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro ecuatorial a los 120 días.	76
Cuadro 20: Análisis de varianza para el diámetro polar a los 45 días	77

Cuadro 21: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 45 días	78
Cuadro 22: Análisis de varianza para el diámetro polar a los 90 días	79
Cuadro 23: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 90 días.	80
Cuadro 24: Análisis de varianza para el diámetro polar a los 120 días.	81
Cuadro 25: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 120 días	82
Cuadro 26: Análisis de varianza para pesos	83
Cuadro 27: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pesos	84
Cuadro 28: Análisis de varianza para Grados Brix.	85
Cuadro 29: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable Grados Brix	86
Cuadro 30: Costo total de los tratamientos evaluados a la cosecha en el estudio económico de fertilizantes nitrogenados más el boro en el cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota var.</i> ). Mulaló – Cotopaxi 2014	88
Cuadro 31: Tasa de beneficio – costo de los tratamientos evaluados a la cosecha en el estudio económico de fertilizantes nitrogenados más el boro en el cultivo de zanahoria ( <i>daucus carota var.</i> ). Mulaló – Cotopaxi 2003	89
Cuadro 32: Base de Datos Obtenidos en el Ensayo	114

## **INDICE DE GRÁFICOS**

Grafico 1 Relación Causa - Efecto	22
Gráfico 2: Zonas productoras de zanahoria en el Ecuador	27

## RESUMEN

La investigación se realizó en el predio del Sr. Fabián Caicedo, ubicado en la parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi a una altitud de 2.920 m.s.n.m. El suelo es de textura franco arenoso arcilloso, bajo en contenido de nitrógeno, alto en fósforo y potasio y medio o alto en el contenido de micronutrientes.

Se evaluó tres fertilizantes nitrogenados (f1: urea, f2: nitrato de amonio, f3: sulfato de amonio) para dos variedades zanahoria (Chantenay y Nanco F1), aplicados a tres dosis.

Se utilizó un arreglo factorial de:  $2 \times 3 \times 3 + 2$ , implementado en un Diseño de Bloques Completos al Azar, para las pruebas de significación se utilizó Tukey al 5%.

Con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos, se analizaron las siguientes variables: se midió los diámetros polares y ecuatoriales; rendimiento y grados brix a la cosecha de todos los tratamientos evaluados.

De los resultados obtenidos, se concluyó lo siguiente: La mejor variedad fue la V2 (Chantenay), con un rendimiento de 1,38 kg/pn. La mejor fuente de fertilización nitrogenada fue la urea, con un promedio de rendimiento de 1,47 kg/pn. La mejor fue la dosis d2 con el mejor rendimiento de 1,39 kg/pn. En el análisis económico, se determinó que la mejor tasa B/C correspondió al siguiente tratamiento: V2F2D3 (Chantenay+nitrato de amonio+dosis 3), con una tasa B/C de 1,16.

Por lo que se recomienda: Utilizar al nitrato de amonio como fuente de nitrógeno. Utilizar la variedad Chantenay, que está orientada para un mercado de consumo más amplio por ser la de mayor peso.

## ABSTRACT

This study was conducted at Mr. Fabián Caicedo's farm, located in Mulaló Parish, Latacunga Canton, Cotopaxi Province at 2920 meters above sea level. The soil texture is sandy-clay-loam with low nitrogen content, high in phosphorous and potassium, and medium or high in micronutrient content. Three nitrogen fertilizers were assessed (f1: urea, f2: ammonium nitrate, f3: ammonium sulphate) with two carrot varieties (Chantenay and Nanco F1), applied to three doses. A 2 x 3 x 3 + 2 factorial arrangement was used through a randomized complete block design and for the significance tests Tukey to 5 % was used. The purpose of this study was the analysis of the following variables: measurement of polar and equatorial diameters, yield and Brix degrees to indicate the treatments assessed after harvesting. The results revealed that V2 (Chantenay) was the best variety with a yield of 138 kg/pn. The best source of nitrogen fertilization was urea, with a yield average of 147 kg/pn. The best dose was d2 with the best yield of 1.39 Kg/pn. Finally, it was determined with cost in mind that the best B/C rate belonged to the following treatment: V2F2D3 (Chantenay + ammonium nitrate + dose 3), with a B/C rate of 1.16. Therefore, ammonium nitrate is recommended as a nitrogen source, and Chantenay variety is recommend for market consumption because of its greater weight.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**



**AVAL DE TRADUCCION**

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: la traducción del resumen de tesis al idioma inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: Washington Fabián Caicedo Jácome y Francisco Xavier Sono Heredia, cuyo título versa “**FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (DAUCUS CAROTA VAR.) CON TRES FUENTES NITROGENADAS MÁS EL MICRONUTRIENTE BORO PRECURSORES DE CAROTENOS Y LA VITAMINA (A)**” lo realizaron bajo mi supervisión y cumplen con una correcta estructura gramatical del idioma.

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

Latacunga, Junio 2014

Atentamente

Lcda. Patricia Marcela Chacón Porras

C.I. 0502211196

**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS UTC**

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de la zanahoria amarilla (*daucus carota l.*), en nuestro país ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años tanto en superficie como en producción ya que se trata de una de las hortalizas más difundidas en el mundo. Considerado como un excelente alimento desde el punto de vista nutricional gracias a su contenido de vitaminas y minerales, fácil de cultivar accesible a la economía familiar.

La información inadecuada que permita un máximo aprovechamiento de las propiedades físicas y químicas en el cultivo de zanahoria amarilla y el desconocimiento propio de la población ha hecho que este producto no haya tomado la importancia requerida en cuanto a su consumo. El crecimiento de la producción y el mejoramiento de las técnicas del cultivo requerido y por ende su comercialización no se realizan de manera racional, incluso puede ser industrializada para cuando existe una demanda, ocasionando que el Ecuador no pueda ser competitivo con sus productos como la zanahoria amarilla en los canales de comercialización internacionales.

El valor de esta raíz reside fundamentalmente en la importancia nutricional, medicinal por lo cual su uso debe identificarse en la dieta humana debido a su alto contenido de caroteno ya que la provitamina A que provee es una de las grandes deficiencias nutricionales de América Latina.

De hecho, en 1960 los científicos descubrieron y aislaron en la zanahoria un principio activo, la daucarina, capaz de dilatar los vasos sanguíneos y proteger contra enfermedades arteriales y cardíacas. También se comprobó que incrementa el número de glóbulos rojos y parece que el *beta-caroteno inhibe el cáncer*, sobre todo el

relacionado con el consumo de tabaco. Además, sus antioxidantes retrasan el proceso de envejecimiento.

### **Producción mundial de zanahoria**

<b>País</b>	<b>Producción (T)</b>
China	16800000
Federación de Rusia	1565032
Estados Unidos de América	1346080
Uzbekistán	1300000
Ucrania	915900
Polonia	834698
Turquía	714000
Marruecos	707316
Reino Unido	663700
Japón	619000
Alemania	592761
India	560000
Francia	544979
Países Bajos	511000
Italia	482302
Indonesia	465534
Irán (República Islámica del)	420000

Cuadro 1: Producción mundial de zanahoria  
Fuente FAO 2012

En base a los antecedentes anotados, y con el fin de poner al alcance de los agricultores interesados en producir este cultivo, una información sobre la respuesta a la aplicación del nitrógeno como fertilizante químico, se ejecutó esta investigación, en la que se plantearon los siguientes objetivos: determinar la mejor dosis de fertilizante nitrogenado, evaluar los resultados de la mejor variedad y analizar la rentabilidad para cada uno de los tratamientos.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **TEMA**

Fertilización química en el cultivo de zanahoria (*daucus carota var.*), con tres fuentes nitrogenadas más el micronutriente boro precursores de carotenos y la vitamina (A)

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **Contextualización**

##### **Macro**

En el 2005 se produjo 24 millones de toneladas métricas de zanahoria amarilla en 1,05 millones de hectáreas, China produjo el 35 % de la producción mundial de zanahoria en el mundo y estados unidos el 18 %, seguido ligeramente por (Costa Rica FAO 2009), los principales países productores de zanahoria en el mundo son China, estados Unidos, Federación Rusa, Polonia, Reino unido, Japón, Italia, Francia, ucrania, México, Indonesia, Canadá, Australia, Marruecos, Colombia, Chile. FAO 2009.

La zanahoria es uno de los vegetales de mayor valor agregado con mayor crecimiento en el mercado mundial. El mercado para este vegetal se compone de zanahorias completas, cortadas y peladas; la mayor parte del producto se vende cortado y pelado. Tiene un sabor dulce y una textura más delicada.

### **Meso**

El cultivo de esta hortaliza se encuentra muy extendido en los valles de Machachi en la provincia de Pichincha, Chambo en la provincia de Chimborazo, Pastocalle, Mulaló en la provincia de Cotopaxi. Este es un cultivo de clima templado que se localiza en los valles interandinos, desarrollándose de preferencia en las provincias centrales del callejón interandino. Abriéndose las posibilidades a la producción en zonas no tradicionales aprovechando que los mercados internacionales presentan una demanda diversificada de zanahoria y por lo tanto una nueva oportunidad de ventas.

La superficie sembrada de zanahoria amarilla en el Ecuador fue de 2.932 ha, con una producción de 18.127 Tm, INEC 2.000; basándonos a información de la página de PRO ECUADOR 20012, las exportaciones de zanahoria y nabos del país es de 1008,24 Tm. Obteniendo de esta manera información de base para indicar que al año 2.012 la superficie sembrada en el país es de 8.154,02 ha.

### **Micro**

Indico, Fredy Montenegro coordinador del Proyecto Cusubamba-Mulallillo (CARE FECD), que por las bondades climáticas del Ecuador y en especial del callejón interandino, la zanahoria es una hortaliza de fácil adaptabilidad a los diferentes suelos

que posee la provincia de Cotopaxi, resultándole óptimo su desarrollo en suelos franco arenosos. Su desarrollo vegetativo tiene un período de entre doce a dieciséis semanas, dependiendo de la variedad destinándose la producción casi en su totalidad para el consumo interno; con un mínimo porcentaje de apenas el 3.9 por ciento de lo producido correspondiente a la variedad de zanahoria bebe o baby, tanto en fresca como en congelada. Las primeras exportaciones de zanahoria desde Ecuador se registran desde el año 1993.

### ARBOL DE PROBLEMAS

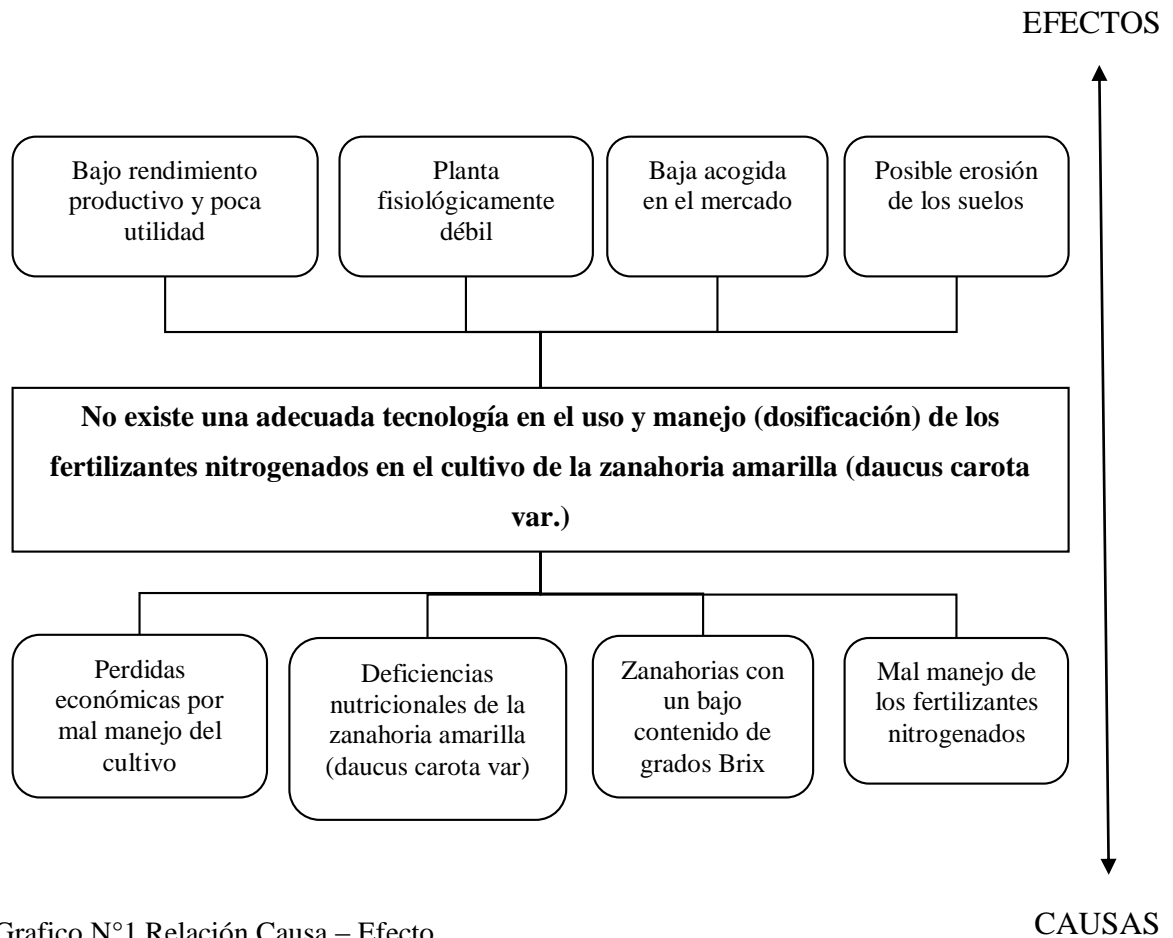


Grafico N°1 Relación Causa – Efecto  
Realizado por: Investigadores

## ANÁLISIS CRÍTICO

El presente trabajo permite potenciar el rendimiento de la zanahoria con un adecuado manejo de los fertilizantes nitrogenados.

Se ha comprobado que el nitrógeno y sus variables (fertilizantes nitrogenados), cuando no se manejan adecuadamente (dosificación) pueden producir acidificación de los suelos consecuentemente provocando un bajo rendimiento de los vegetales sembrados en estas condiciones.

Esta hortaliza se cosecha en la parroquia de Mulaló, barrio San Ramón, Mancheno y San Agustín, Salache Barbapamba, Salache la Universidad; sectores que han tomado empuje hacia este cultivo principalmente por la abundante cantidad de agua de regadío existente en el sector.

## JUSTIFICACION

En consecuencia al bajo índice de rendimiento que se registra en la producción del cultivo de zanahoria (*Daucus carota var.*) en la provincia de Cotopaxi, motiva el estudio de alternativas para aumentar los niveles de rendimiento y convertir que este cultivo sea representativo para las economías del pequeño y mediano agricultor.

Con los resultados obtenidos en esta investigación se elaborara seguidamente parámetros adecuados, creando con esto una fuente de apoyo y garantía de exportación y competitividad de nuestros productos hacia los demás países ayudando a la economía e imagen del Ecuador

Según M<sup>a</sup> Dolores Curt Fernández De La Mora (1.998), “una correcta nutrición de las plantas con elementos minerales se refleja en elevados rendimientos y buena calidad de las cosechas”; basándonos en este concepto nuestra propuesta ésta encaminada a proporcionar recomendaciones apropiadas de este cultivo para nuestro medio.

Los principales productores de zanahoria en el mundo son China, Estados Unidos, Rusia y Polonia, países que suman el 49% de la producción total que en 2003 alcanzó los 23,3 millones de TM. En el grupo de productores menores destacan países como Francia, Japón, Reino Unido y España. La producción de China ha experimentado un importante crecimiento del 12,9% promedio anual por encima del promedio mundial, que la ubica como primer productor. La producción de China por si sola es casi la tercera parte del total mundial con 8,1 millones de TM. (Fuente: FAO).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la fertilización química con tres fuentes nitrogenadas y el micronutriente boro en el cultivo de la zanahoria

### **Objetivos específicos**

- Determina la mejor dosis de fertilizante nitrogenado.
- Evaluar los resultados de la mejor variedad.
- Analizar la rentabilidad para cada uno de los tratamientos.

## **HIPOTESIS**

### **Hipótesis Nula**

- Las dosis de fertilizantes nitrogenados no influyen en el desarrollo de la zanahoria.
- Las variedades no influyen en el desarrollo y producción de la zanahoria.

### **Hipótesis Alternativa**

- La dosis de fertilizantes nitrogenados influye en el desarrollo y producción de la zanahoria.
- La variedad influye en el desarrollo y producción de la zanahoria.

## **CAPITULO I**

### **1. FUNDAMENTACION TEORICA**

#### **1.1 EL CULTIVO DE LA ZANAHORIA**

##### **1.1.1 Origen e importancia**

La zanahoria es una especie originaria del centro asiático y del mediterráneo. Ha sido cultivada y consumida desde antiguo por griegos y romanos. Durante los primeros años de su cultivo, las raíces de la zanahoria eran de color violáceo. El cambio de éstas a su actual color naranja se debe a las selecciones ocurridas a mediados de 1700 en Holanda, que aportó una gran cantidad de caroteno, el pigmento causante del color y que han sido base del material vegetal actual (WIKIPEDIA, 2009). En los siglos X y XI esta hortaliza se producía desde Asia Menor hasta España. En el norte y noreste de Europa comenzó a cultivarse a partir del siglo XIV. En China se introdujo en el mismo siglo XVII. Aunque algunas especies del género *Daucus* proceden de América del Norte y del Sur, las variedades cultivadas las introdujeron en este continente los colonos europeos (Enciclopedia de la Agricultura y Ganadería 1999). Es la hortaliza más importante y de mayor consumo de las pertenecientes a la familia de las Umbelíferas (López M. 1.994).

En el mundo se han aceptado 16 variedades de zanahoria (WIKIPEDIA, 2.014), de las cuales en nuestro país se cultivan de forma extensiva las variedades Chantenay y Nantes(a); principalmente en la región interandina.

### 1.1.2. Zonas productoras de zanahoria

La producción de esta hortaliza se realiza en sitios de clima templado que se localizan especialmente en los valles interandinos, extendiéndose principalmente en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, y Tungurahua principalmente, las que contribuyen al 94% de la producción nacional y, con cultivos de menor escala en el resto de nuestra serranía. Este es un producto que se cultiva durante todo el año siendo los meses de mayor producción junio y octubre.

En algunas zonas (no tradicionales) se ha implementado el cultivo en invernadero aprovechando que los mercados internacionales presentan una demanda diversificada de “zanahoria baby” y por lo tanto una nueva oportunidad de ventas. Este vegetal de tamaño pequeño ha sido tradicionalmente dirigido al nicho gourmet y es por esto que su calidad y presentación deben ser del más alto nivel.

#### Zonas productoras de zanahoria en el Ecuador

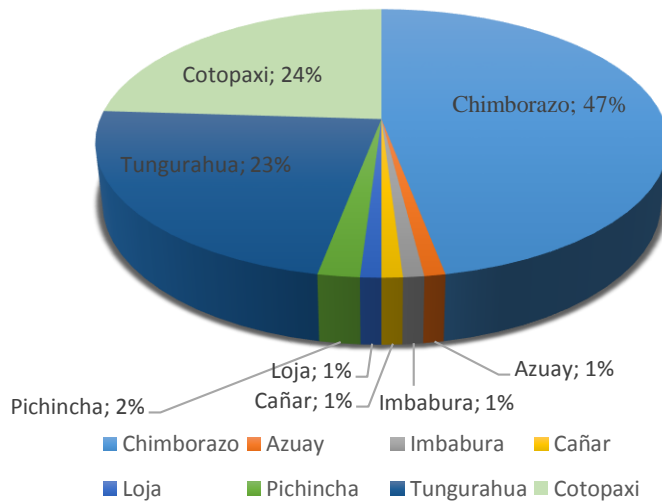


Gráfico 2: Zonas productoras de zanahoria en el Ecuador.

Fuente: Infoagro 2009.

### **1.1.3. Botánica**

Raíz napiforme, de forma y color variables. Tiene función almacenadora, y también presenta numerosas raíces secundarias que sirven como órganos de absorción. Al realizar un corte transversal se distinguen dos zonas bien definidas: una exterior, constituida principalmente por el floema secundario y otra exterior formada por el xilema y la médula. Las zanahorias más aceptadas son las que presentan gran proporción de corteza exterior, ya que el xilema es generalmente leñosos y sin sabor. Su longitud puede variar de 15 a 18 cm, y su sistema de raíces laterales que derivan de la raíz principal alcanza a desarrollarse entre 1.2 y 1.5 m, extendiéndose hasta 90 cm, según lo reportan Weaver y Bruner (1927)

#### **1.1.3.1. Tallos**

El tallo es muy rudimentario, erecto, estriado y está muy ramificado alcanza una longitud de 1.0 a 2.5 cm; sin embargo, el tallo floral llega a medir de 0.5 a 1.0 m de altura (Sarlí 1958; Guenko, 1983).

#### **1.1.3.2. Las hojas**

Son pubescentes, de color verde, bipinasetas o tripinasetas, de segmentos dentados y lobulados con peciolos largos. Tiene de tres a siete pares de folíolos por segmento, más uno terminal; estos folíolos de 2-12 x 0.5-2 mm, con un borde entero o denticulado y el ápice agudo, pueden ser peludos, especialmente en las nervaduras y los bordes, o carecer de pelo.

### **1.1.3.3. Flores**

La inflorescencia es una umbela compuesta subglobosa, formada por umbelas primarias y secundarias; las flores siempre son blancas, menos las centrales de cada umbela, que son de color rosado o púrpura, siendo a veces todas coloreadas. Cada flor está compuesta por cinco pétalos y cinco estambres; son hermafroditas, pero algunas veces puede haber flores masculinas o femeninas. El fenómeno denominado protandria se halla presente en la zanahoria.

### **1.1.3.4. Fruto**

Es un diaquenio, son de entre 3 y 4 mm de longitud y 2 mm de diámetro, con las costillas recubiertas de espínulas y pelos rígidos, son oblongo-ovoideos.

### **1.1.3.5. Semillas**

Con forma ovoidea, miden 2-3.5 x 1-2 x 0.8-1 mm, son espinosas amarillo grisáceo o pardo grisáceo.

### **1.1.3.6. Variedades:**

Podemos encontrar cultivares de raíz amarilla y forma alargada, como el Amarilla larga, pero por lo general se aprecian más los que tienen las raíces rojo-anaranjada entre ellos hay gran variedad en relación con la longitud pudiendo clasificarse del modo siguiente (Sebastián Ruano Bonilla 1999):

- Cultivos largos (superior a los 20 cm): Hicolor el Bercoro, el Flacoro, el Saint Valery y el Imperator 56.
- Cultivos semilargos (longitud, de 15 a 20 cm): Primato, Nantesa, Tip-Top y Forto.
- Cultivares semicortos (longitud, entre 10 y 12 cm): Obtusa de Guerande y el Foram.
- Cultivares cortos (menos de 10 cm): Roja de Nancy y Early French Frame, El Chantenay Red Cored y el Oxheart.

#### 1.1.4. Clasificación taxonómica

La zanahoria amarilla tiene la siguiente clasificación taxonómica

#### Clasificación taxonómica de la zanahoria amarilla

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Clase</b>	Angiospermas
<b>Subclase</b>	Dicotiledóneas
<b>Orden</b>	Roedales
<b>Familia</b>	Umbeliferae
<b>Género</b>	Daucus
<b>Especie</b>	Carota
<b>*N. Científico</b>	Daucus carota L., var. Sativa.

Cuadro 2 SS Clasificación taxonómica de la zanahoria amarilla  
Fuente: Montalvan 2012

### **1.1.5.Particularidades del cultivo.**

Planta herbácea bienal que, en las variedades cultivadas, presenta en su segundo año una raíz napiforme comestible. Su tallo es erecto, de 0,50 a 1 metro de altura, estriado y desnudo, recubierto de pelos tiesos e inclinados;

### **1.1.6. Exigencias del cultivo.**

#### **1.1.6.1 Requerimientos climáticos.**

##### **1.1.6.1.1. Clima**

La zanahoria es una planta de clima templado; puede tolerar heladas de hasta  $-3^{\circ}\text{C}$  para llegar a perder su parte aérea y hasta  $-5^{\circ}\text{C}$  para sufrir daños en las raíces (José Antonio Pardo 1999), aunque también se puede explotar en época cálida.

##### **1.1.6.1.2. Temperatura**

La temperatura de germinación debe ser superior a los  $5^{\circ}\text{C}$  Guenko (1983) menciona que las temperaturas ideales para una buena germinación oscilan entre  $18^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ , germinando en las semillas en estas condiciones entre los 10 y 12 días. La temperatura de desarrollo es de  $15^{\circ}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , siendo la óptima de  $16^{\circ}$  a  $18^{\circ}\text{C}$ , con lo cual se manifiesta un buen desarrollo y color.

Asimismo Guenko (1983) considera que temperaturas de  $20^{\circ}$  a  $22^{\circ}\text{C}$  son las más adecuadas para el crecimiento de la parte comestible (raíz), y que de la parte vegetativa requiere ente  $23^{\circ}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ .

En el período de acumulación de reservas, las temperaturas frescas sostenidas provocan el alargamiento y la fuerte pigmentación de la raíz, por el contrario, las temperaturas elevadas, la acortan y la hacen palidecer.

En lo concerniente a la vernalización<sup>1</sup>, la zanahoria es muy susceptible a dicho fenómeno; se reporta que cuando la raíz tiene un diámetro mayor de 6 mm a temperaturas de 10° C por un período corto de tiempo, se induce a la floración (Yamaguchi, 1983). Se ha comprobado que la temperatura ambiental tiene influencia directa sobre la coloración y el tamaño de la raíz.

#### **1.1.6.1.3. Luminosidad**

En cuanto al fototropismo, el cultivo de la zanahoria en general se adapta perfectamente a las condiciones normales que se presentan en las zonas que tienen mayor número de horas de sol sin interferencias de nubosidad. A partir de estos requerimientos, se puede explicar el porqué de los buenos resultados que se pueden obtener en cultivos de zanahoria, en las áreas semiáridas y con bastante luminosidad de los valles temperados de la sierra que disponen de riego permanente.

#### **1.1.6.2. Requerimientos edáficos.**

##### **1.1.6.2.1. Altitud**

La zanahoria se adapta desde suelos que se encuentran al nivel del mar, pudiendo ser cultivada hasta los 2800 m.s.n.m., se han observado parcelas de este cultivo a mayores altitudes (3200 m.s.n.m. en el sector de San Diego, parroquia Cusubamba del cantón Salcedo, Francisco Sono 2.000), en las que el ciclo vegetativo se alarga y el

---

<sup>1</sup> Tratamiento mediante agentes físicos y químicos al que se someten ciertos vegetales, para provocar una floración antes de lo normal y adelantar así la cosecha (OCEANO UNO, 1992).

llenado de la raíz disminuye, observándose una producción de follaje abundante y un florecimiento prematuro.

#### **1.1.6.2.2. Suelos**

El cultivo de la zanahoria es muy exigente en suelos y no se desarrolla plenamente en cualquier situación. El crecimiento de la raíz y su calidad vienen influenciados directamente por el suelo y las características culturales del terreno. Por eso, cierto tipo de suelos como los muy arcillosos o demasiado pedregosos no son aptos para el cultivo.

Para exprimir al máximo el desarrollo integral de la zanahoria se requiere un suelo profundo, con una textura franco-arenosa o limosa capaz de mantener bien la humedad y con porosidad suficiente para conferirle una buena aireación. Los terrenos pesados producen raíces duras, fibrosas, de menor longitud, coloración y diámetro. Pueden provocar fácilmente podredumbres. Los muy pedregosos retuercen o bifurcan en exceso las raíces, impiden los cultivos homogéneos y dificultan extraordinariamente la recolección. La zanahoria requiere terrenos neutros o ligeramente alcalinos y no soporta los suelos ácidos. El pH adecuado debe variar entre 6,5 y 7,5. En lo referente a la salinidad, la zanahoria está clasificada medianamente tolerante, con valores de 6400 a 2560 ppm (10 a 4 mmho) (Richards, 1954; Maas, 1984).

No es aconsejable hacer fuertes aportes de materia orgánica inmediatos a una siembra de zanahorias que liberen nitrógeno en exceso provocando un fuerte desequilibrio entre las raíces y las hojas a favor de estas últimas y disparen ciertos problemas patológicos (Cavity spot). Por el contrario, niveles muy pobres de materia orgánica ocasionan problemas de estabilidad en la estructura de la raíz e indirectamente se provocan problemas de pudrición. Si se hacen, es preferible incorporarlos dentro de la rotación en el cultivo, o con una antelación de 5 o 6 meses antes de sembrar.

Además de las condiciones básicas descritas, un buen drenaje, nivelación y ventilación sin un exceso de exposición al viento son condiciones igualmente requeridas.

En cuanto a los precedentes culturales, acepta bien las liliáceas, las hortalizas de hojas y los grandes cultivos, como el maíz. No son cultivos aconsejables las hortalizas de raíz ni repetir otro cultivo de zanahorias en al menos cinco años.

La textura del suelo, se desarrolla mejor en suelos de textura ligera (arenosos) y, como a toda hortaliza de raíz, se recomienda manejarla con escardas en suelos arcillosos debido a que este tipo de suelo deforma la parte comestible.

### **1.1.6.3. Requerimiento Hídrico.**

Durante el ciclo de cultivo, la zanahoria requiere de 1200 mm de agua, en especial en la etapa de adulta (para la acumulación de sustancias de reserva en la raíz). La evolución fisiológica de la planta de zanahoria se desarrolla pasando por las siguientes fases fenológicas:

#### **1.1.6.3.1. Precipitación:**

La zanahoria es un cultivo que necesita de entre 400 a 500 mm de agua, bien distribuidos durante el ciclo de producción. La mayor superficie de siembra de zanahoria se localiza en zonas en las cuales la pluviosidad varía de 600 a 1200 mm en los ciclos climáticos considerados como normales. Como es una planta de raíz profunda

en búsqueda de humedad, sólo durante los grandes calores de la época de verano es indispensable el riego.

#### **1.1.6.4. Requerimientos nutricionales**

Según HUARAL 2.003, para la fertilización mineral es aconsejable partir con el conocimiento que da un análisis de suelo reciente.

En la fertilización nitrogenada hay que tener en cuenta que si se ha incorporado estiércol hay que limitar el uso de nitrógeno durante el cultivo a fin de evitar los altos contenidos de nitratos en las raíces cuando llegue el producto a los consumidores se sabe que los abonados precoces con nitrógeno favorecen la formación de caroteno y que por otro lado el uso tardío y en exceso puede desequilibrar la relación raíces-hojas a favor de estas últimas en diámetro de una buena calidad de raíz, lo ideal es mantener esta relación de forma progresiva (HUARAL 2.013)

La zanahoria responde muy bien a la fertilización con Boro y Zinc cuando los suelos tienen niveles bajos en estos elementos la aplicación de hasta 40 kg por ha de bórax y 20 kg por ha de sulfato de zinc, producen aumentos en calidad y rendimientos en la zanahoria; el manejo de la fertilización se puede hacer dividiendo el nitrógeno en dos partes, la primera al momento de la ralea junto con el fósforo y el potasio y la segunda a 30 o 40 días después de la siembra el fertilizante se coloca en bandas a 5 cm de la planta (Rusbel Ríos 2.013).

La fertilización nitrogenada si bien puede mejorar los grados brix en el jugo de la zanahoria, tiene efectos un tanto inconsistentes cuando se realiza el rendimiento total (Herrera 1.998).

## **1.1.7. Labores preculturales**

### **1.1.7.1 Preparación del terreno**

#### **1.1.7.1.1. Arada**

Esta labor deberá realizarse con 45 días de anticipación a las otras labores, introduciendo el apero para esta labor hasta una profundidad de 20 a 30 cm.

#### **1.1.7.1.2. Rastrada**

Esta labor se la realiza para eliminar los terrones, los mismos que dificultan la aireación del suelo, hierbas, raíces y otros restos del cultivo anterior; lo que facilita la aireación del terreno, permitiendo adicionalmente una desinfección natural del terreno (solarización, - Katan 1.981).

#### **1.1.7.1.3. Nivelada**

Esta es una labor que se realiza en terrenos generalmente con una topografía irregular para un racional trazado de drenes para eliminar los excedentes de agua que puedan perjudicar al cultivo.

#### **1.1.7.1.4. Surcada**

La labor de surcada se realiza en hileras de 30 cm para un mejor manejo del cultivo.

### **1.1.7.1.5. Abonado**

Al igual que todas las hortalizas de raíz siente apetencia por el fósforo y el potasio (John Seymour 1978). Según IIRR-AVRDC (1997). Guía Práctica para su Huerto Familiar Orgánico, aplicando estiércoles de pollos (P: 1.98% y K: 2.32%)<sup>2</sup> o de ovejas (P: 1.75% y K: 1.94%)<sup>2</sup>, se suplen estas necesidades.

### **1.1.8 Siembra.**

Con respecto a esta hortaliza se utiliza sólo la siembra directa, la dosis de semilla varía de 3.5 a 4.5 kg. /ha. La siembra manual se realiza en filas o hileras distanciadas a 30 cm entre sí y sobre la fila se ponen las semillas de 5 en 5 cm, la distancia entre plantas es tan estrecha que se denomina “crrorrillo” (Valadez 1.994); utilizando siembra mecanizada con las sembradoras Planet Jr. Las poblaciones de zanahoria son muy altas pues oscilan entre 800 000 y 950 000 plantas/ha, con las siguientes distancias: entre surcos pueden ser a .82, .92, 1.00 m a doble hilera, con una distancia entre éstas de 30 a 35 cm. (Valadez 1.994). Al cabo de 8 o diez días, según la temperatura y los cuidados del hortelano, las plantitas empiezan a apuntar. Apenas se pueden coger estas con los dos dedos.

#### **1.1.8.1. Fertilización**

De acuerdo a Sebastián Ruano Bonilla (1999), se deben utilizar 200 kg. /ha de sulfato amónico, 800 kg. /ha de superfosfato de cal y 400 kg. /ha de sulfato potásico.

---

<sup>2</sup> Basado en peso en seco

Además la zanahoria es exigente en boro, y su deficiencia ocasiona el ennegrecimiento interior de la raíz. Ello se evita con la aplicación de bórax.

Se debe tener cuidado cuando se aplica urea, ya que podría provocar formación de raíces dobles si el fertilizante se coloca por debajo de la raíz y/o semilla (Valadez 1994).

### **1.1.9. Labores culturales**

#### **1.1.9.1. Aclareo**

El aclareo se debe realizar cuando las plantas tengan de dos a tres hojas. Normalmente suelen darse dos aclareos sucesivos, con un intervalo de diez días.

#### **1.1.9.2. Deshierba**

La zanahoria es una de las hortalizas más sensible a la competencia con las malas hierbas, por lo tanto la protección durante las primeras fases es fundamental. En preemergencia del cultivo pueden utilizarse los siguientes herbicidas:

#### **Herbicidas pre emergentes para zanahoria**

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO
Diquat 20%	1.5-4 l/ha	Concentrado soluble
Metoxuron 80%	3-4 l/ha	Polvo mojable
Prometrina 50%	1-3 l/ha	Suspensión concentrada

Cuadro 3 Herbicidas pre emergentes para zanahoria  
Fuente: los autores

En pos emergencia a partir del estado de 2-3 hojas del cultivo pueden aplicarse las siguientes materias:

### **Herbicidas post emergentes para zanahoria**

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO
Butralina 48%	4-5 l/ha	Concentrado emulsionable
Linuron 45%	1-2.5 l/ha	Suspensión concentrada
Linuron 50%	1-2.5 l/ha	Polvo mojable
Trifuralina 48%	1.2-2.4 l/ha	Concentrado emulsionable

Cuadro 4: Herbicidas post emergentes para zanahoria

Fuente: los autores

Para el control de gramíneas anuales puede emplearse el herbicida Prometrina 50%, presentado como suspensión concentrada a una dosis de 1-3 l/ha.

#### **1.1.9.3. Escarda y aporque**

Se recomienda que estas prácticas sean ligeras en suelos arcillosos, con la finalidad de que estén lo más sueltos posibles. Antes de realizar el primer aporque se efectúa la segunda aplicación de nitrógeno, que coincide aproximadamente con los 40 a 45 días posteriores a la siembra. Se recomienda llevar a cabo sólo los aporques necesarios sobre todo en la edad adulta de la zanahoria para evitar el verdeo en la corona u hombros de la parte comestible.

#### **1.1.9.4. Riegos**

Este factor varía, dependiendo de la época del año en que se haya sembrado esta hortaliza, la textura del suelo, etc.; sin embargo, a nivel comercial se dan en promedio de 6 a 10 riegos, teniendo mucho cuidado de que no le haga falta en la etapa adulta (después de los 70 días), lo cual provocaría rajaduras en la parte comestible de la zanahoria. Hay tres períodos críticos para el riego en el cultivo de zanahoria (Antonio Pardo 1999):

#### **1.1.9.5. Implantación del cultivo**

Período que va desde la emergencia hasta que las plantas emiten las dos primeras hojas verdaderas.

#### **1.1.9.5.6. Desarrollo de las hojas y la elongación de la raíz**

Las necesidades de agua crecen paralelamente al desarrollo del sistema foliar.

#### **1.1.9.5.7. Engrosamiento de la raíz**

El aumento de peso es muy rápido y se gana o se pierde el rendimiento del cultivo. Es la fase de acumulación en la raíz del caroteno, cuando adquiere la fuerte coloración anaranjada.

La falta de riegos en estos momentos puntuales ocasiona pérdidas irreparables en el rendimiento. El déficit sostenido ocasiona la pérdida en rendimientos por raíces más

finas, también la depreciación del producto por deformaciones en el grosor o productos endurecidos y menos lisos. El exceso o las variaciones bruscas en los riegos, pueden provocar agrietados y pudriciones radiculares.

Un cultivo regado de forma progresiva en función del estado de desarrollo de las raíces produce un aumento del rendimiento en mayores calibres. Produce raíces más lisas con las lenticelas menos marcadas. La actividad fotosintética es mayor y, por lo tanto, se traduce en una mayor tasa de acumulación de azúcares.

### **1.2.1. Controles de plagas y enfermedades:**

En todo cultivo, es mejor el prevenir que lamentar, es decir debemos realizar como la técnica manda las labores preculturales para no tener incidencia de plagas o enfermedades que hayamos padecido en el cultivo anterior.

### **1.2.2. Insectos**

#### **1.2.2.1. Nematodos (*Heterodera carotae* y *Meloidogyne*)**

Atacan causando fuertes daños en la raíz, más en los suelos arenosos y en los climas cálidos. Producen deformaciones y abultamientos. Se combaten con DD y metam-sodio, fenamilos, oxamilo.

#### **1.2.2.2. Mosca de la zanahoria (*Psila rosae*):**

Es un díptero cuya larva produce galerías en las raíces, destrucción de plántulas o paro en el crecimiento. Está extendido por toda Europa y Norteamérica. Se combate

con fonofos, diazinon, pirimifos, etc. Pulgones (*Dysaphis foeniculus*). Aunque existen algunos que atacan las raíces, es frecuente encontrarlos en el cuello de la planta. Se combaten con acefato, pirimicarb, endosulfan, nicotina, etc.

### **1.2.2.3. Gusanos alambre y gusanos grises**

De menor importancia, pero se les suele encontrar en campos. Se suelen combatir con aplicaciones al terreno de foxim, clorpirifos.

## **1.2.3. Enfermedades**

### **1.2.3.1. Enfermedades fúngicas**

La mancha foliar (*Alternaria danci*) y el tizón de la zanahoria (*Septoria carotae*). El método de lucha principal pasa en este caso por el empleo de variedades resistentes.

### **1.2.3.2. Enfermedades bacterianas:**

El grupo de las bacterias destacan las que originan podredumbres blancas en las raíces, como las producidas por *Erwinia carotovora* y *Xanthomonas carotae*. Se combaten con rotaciones de cultivos y utilizando variedades resistentes.

### **1.2.3.3. Enfermedades virales**

Entre los virus transmitidos por los pulgones, cabe citar el del enanismo, el del mosaico de la zanahoria y el del mosaico del apio. Su aparición puede evitarse controlando los insectos vectores (pulgones).

La Enciclopedia de la Agricultura y Ganadería (1999), menciona que el momento de la cosecha es muy variable y depende de la variedad, época de siembra, las

condiciones climáticas y el tamaño que se desean que tengan las raíces a recolectarlas. Resulta preferible arrancar las plantas antes que las raíces hayan alcanzado su completo crecimiento, pues entonces se vuelven muy duras.

Un cultivo en condiciones óptimas llega a producir 45t/ha, pero la media varía entre 15 y 30 t/ha. Después de la cosecha las raíces pueden almacenarse durante períodos superiores a los tres meses, a temperaturas entre los 0 y 2 °C y como 90 a 95 % de humedad relativa.

#### **1.2.4. Fertilización**

El modo en que se incrementa el rendimiento de los cultivos con la fertilización resulta a menudo espectacular. Ahora bien, la experimentación ha demostrado que existen dos reglas básicas que hay que observar: 1) la ley del mínimo, según la cual la productividad se ve condicionada por el nutriente que esté en menor proporción, aunque de los demás haya cantidades apropiadas, y 2) el requerimiento óptimo en nutrientes, que es diferente para cada especie y variedad vegetal; una vez que este requerimiento se cumple, el exceso de fertilización no se traduce en incremento de productividad.

#### **1.2.5. Pregerminación**

Uno de los aspectos más importantes relacionado con las diferencias que ocurren entre el potencial de germinación y la emergencia en el campo, es la pérdida de la permeabilidad de las membranas. Esto causa que durante el proceso de la germinación, una serie de exudados se difundan en el suelo circundante, lo cual estimula la actividad microbial e incluso el ataque de patógenos a las plántulas en el proceso de emergencia.

Se ha determinado que el exudado está compuesto por electrolitos, azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos y proteínas.

En el caso de la zanahoria la mayoría de azúcares exudados corresponden a glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa, induciendo los mismos a la germinación de las semillas e incluso la germinación de esporas y crecimiento de hongos que causan pudrición de la semilla (31).

### **1.2.6. Germinación**

La semilla en condiciones de humedad y temperatura adecuada empiezan a germinar al cuarto día de la siembra (esto es relativo y dependerá de la temperatura del medio); aparece el hipocótilo y la radícula que empieza a crecer, el primero hacia la superficie del suelo y el otro en sentido contrario. Transcurridos de 10 a 15 días de la siembra empieza a emerger el hipocótilo (41).

#### **1.2.6.1. Formación de hojas verdaderas**

Una vez que ha emergido la pequeña planta a la superficie del suelo, empieza a desarrollar el primer par de hojas verdaderas, a la vez que se desprenden los cotiledones o falsas hojas (41).

#### **1.2.6.2. Desarrollo vegetativo**

Se produce cuando el cultivo recibe normalmente los cuidados básicos requeridos, como agua, nutrientes, protección fitosanitaria, aclaración y control de malezas. En estas condiciones el desarrollo vegetativo de la planta se cumple más o menos con cierta rapidez según el tipo y variedad de que se trate (3 – 6 semanas) (41).

### **1.2.6.3. Floración**

El período de floración de la zanahoria es después del cuarto mes de haber sido sembradas, aunque como anteriormente se explicaba la zanahoria es muy susceptible a la vernalización, y en especial con la variedad híbridas como la Chantenay, en este caso la floración puede empezar a partir del tercer mes haberse puesto en el terreno las semillas.

### **1.2.6.4. Valor Nutritivo y Usos**

La zanahoria, es una planta herbácea con un contenido del 87% de agua, bajo contenido en lípidos y proteínas, rica en sales minerales y vitaminas (B, C, D, E), muy importante la alta concentración de beta-caroteno al que debe su color. En cantidades menores está compuesta también de aceites esenciales, hidratos de carbono y compuestos nitrogenados. Se le atribuyen propiedades edulcorantes, antianémicas, cicatrizantes, diuréticas, remineralizante.

La zanahoria es una planta bianual anaranjada de la que se consume la parte superior de la raíz. Existen variedades de color amarillo, aunque las más habituales son las anaranjadas. Para la alimentación animal, se la utiliza picada (aves) y como forraje para el ganado lechero, permitiendo que la vitamina se deposite en la piel de las aves y en la leche del ganado lechero.

Las semillas, muy aromáticas, se emplean para preparar licores estimulantes, la raíz se puede emplear para colorear productos alimenticios (Julio R. Tiscornia).

En una ración de 100 gr. De zanahoria podemos encontrar 0,7 gr. De proteína, 5,4 gr. de hidratos de carbono y 2,9 de fibra (Yolanda Varea 2000).

Para tener una mejor apreciación de los atributos nutricionales de esta hortaliza se incluye el cuadro 2, los siguientes datos.

**Análisis nutricional de 100 gr. de zanahoria cruda**

Calorías	43
Grasa	0
Carbohidratos (g)	10
Fibra (g)	3
Proteína (g)	1
Sodio (mg)	35
Potasio (mg)	323
Calcio (mg)	27
Hierro (mg)	0.5
Zinc (mg)	0.2
Vitamina A (mcg)	2813
Vitamina C (mg)	9
Vitamina E (mg)	0.5

Cuadro 5: Análisis nutricional de 100 gr. de zanahoria cruda  
Fuente: USDA 2005

La fotosíntesis es el más importante de los procesos fisiológicos que gobierna la vida de las plantas; si se sabe además que el nitrógeno forma parte indispensable de la molécula de clorofila, donde tiene lugar importantes reacciones fotosintéticas, nos podremos hacer idea del interés vital de este elemento como nutriente vegetal. El nitrógeno en la planta además, de constituyente de la clorofila, lo es también de proteínas, ácidos nucleicos y muchos otros compuestos.

### **1.3. Fundamentos de los fertilizantes nitrogenados.**

#### **1.3.1. El nitrógeno como fertilizante.**

Con relación a los demás nutrientes el nitrógeno ocupa un lugar especial para las plantas, por las siguientes razones (M<sup>a</sup> Dolores Curt Fernández 1999):

- Se requiere en altas cantidades.
- Se halla casi por completo ausente del material original de los suelos.
- Su presencia en ellos se debe fundamentalmente a la actividad biológica de los microorganismos del suelo; otras fuentes de nitrógeno son la fertilización natural (por efecto de las descargas eléctricas en la atmósfera) y la fertilización artificial agrícola (fertilización orgánica y mineral).

Las formas de nitrógeno asimilable por las plantas, el ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y el ion nitrato ( $\text{NO}_3^+$ ), no son muy persistentes en el suelo, por lo que fácilmente se pierden. El ion nitrato se lava con facilidad a través del perfil, porque es muy soluble en agua y no queda retenido por el complejo absorbente (humus + arcilla) del suelo. El ion amonio, aunque se absorbe, puede transformarse en ion nitrato por la acción de los microorganismos y perderse por lixiviación.

Su disponibilidad limita más que la de ningún otro elemento la producción vegetal.

#### **1.3.1.1. Fertilizantes nitrogenados**

##### **1.3.1.1.1. Nitrato de Amonio:**

Nitrógeno de doble acción, uno de los fertilizantes nitrogenados más versátiles en el mundo cuyo nitrógeno se encuentra dividido en partes iguales, al nitrato de Amonio. Como Nitrato, con la disponibilidad de absorción inmediata. Como Amonio, con la

disponibilidad más lenta, ya que se fija en las partículas coloidales, inorgánicas (humus) del suelo. Esto garantiza un suministro de nitrógeno más prolongado al cultivo.

#### **1.3.1.1.2. Sulfato de Amonio**

Contenido, con un 20.5 a 21 % (S), el nitrógeno es de forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), siendo la utilización de por parte de las plantas un poco más lenta que en el caso de los nitratos pues debe pasar previamente a su forma nítrica ( $\text{NO}_3^-$ ). Es una sal cristalina, blanca y muy soluble en agua con poca higroscopicidad siendo de fácil almacenamiento y conservación, pues no sufre atterramientos las formas de presentación son gránulos y cristales debido a su ion sulfato ( $\text{SO}_4$ ) presenta residuos de acidez; el índice de acidez (medido en cantidad kilogramo de carbonato de calcio  $\text{SO}_3 \text{Ca}$  para poder neutralizar 100 kg. de este fertilizante) es de 110, siendo uno de los más acidificantes del suelo.

#### **1.3.1.1.3. Urea**

Es la fuente principal de nitrógeno dentro de los fertilizantes nitrogenados (46 % de N). La urea para poder ser absorbida por parte de la planta tiene que transformarse en nitrato y en amonio, en este proceso se produce grandes pérdidas de nitrógeno quedando por este motivo en desventaja con otros fertilizantes nitrogenados.

## **1.4. Fertilizantes secundarios.**

### **1.4.1.1. El boro:**

Como elemento esencial para el desarrollo de las plantas, se encuentra ampliamente presente en la naturaleza tanto en las rocas y suelos como en los tejidos blandos de los vegetales y animales Wittstein y Apoiger 1857, fueron los primeros en comprobar su ocurrencia natural en las plantas. El boro entra aproximadamente en un 10% en la composición de los minerales *turmalina* y *dalotita*. La turmalina se encuentra en casi todos los suelos su persistencia en los suelos de cultivo indicará que el mineral es casi insoluble. Formando parte el bórax mineral ( $B_4O_7Na_2 \cdot 10H_2O$ ). En los suelos ácidos según Berger 1949, que la asimibilidad del boro se relaciona con la materia orgánica del suelo.

El boro se pierde más fácilmente por lixiviación en los suelos húmedos que en los áridos Beeson 1945, ha demostrado que el déficit de boro aparece sobre todo en las comarcas húmedas. En efecto en muchos terrenos se ha llegado al agotamiento del boro por las sucesivas cosechas; el boro al contrario de algunos otros elementos raros como el Cu y el Zn no es absorbido por los coloides del suelo. La presencia de Ca libre en los terrenos tiende a impedir la lixiviación del boro, especialmente cuando son de reacción alcalina.

## **1.5. Variedades de zanahoria**

### **1.5.1. Nantesa**

Variedad originaria de Francia. Presenta raíces despuntadas, cilíndricas y semilargas. De un color anaranjada intenso, de una dulce palatividad y con un alto contenido en grados Brix.

### **1.5.2. Chantenay**

Zanahoria híbrida con formato de color anaranjado oscuro de corazón pequeño con muy buen sabor y características que la hacen ideal para consumo fresco (<http://semillasbatlle.es/es/chantenay-de-corazon-rojo-2> 2014)

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1. Materiales**

##### **2.1.2. Talento Humano**

**Autores:** Francisco Xavier Sono Heredia y Washington Fabián Caicedo Jácome

Director de tesis: Ing. Mg. Oscar Daza

##### **2.1.3. Material Experimental.**

Para el presente ensayo se utilizó semillas de las variedades “Nanco F1 y Chantenay”, consideradas como dentro del grupo de las rojas semilargas.

##### **2.1.4. Materiales**

Libro de campo

Lápices

Flexómetro

Papel milimetrado

Internet

Computadora  
Cámara fotográfica  
Azadones  
Palas  
Gavetas plásticas  
Calibrador pie de rey  
Estilete

#### **2.1.5. Insumos**

Fertilizantes  
Herbicidas  
Insecticidas  
Fungicidas

#### **2.1.6. Equipos**

Tractor  
Arado  
Rastra  
Bomba de Mochila

#### **2.1.7. Otros recursos**

Transporte  
Alimentación  
Mano de obra

## **2.2. Caracterización del sitio experimental**

### **2.2.1 Ubicación política**

Hacienda	San Bartolo
Sitio	Rumipamba
Altitud	2.920 m.s.n.m.
Parroquia	Mulaló
Cantón	Latacunga

**Fuente:** Gobierno Autónomo Descentralizado de Latacunga 2010

### **2.2.2. Ubicación geográfica**

Latitud:	78°30' Oeste
Longitud	0°38' Sur

**Fuente:** INHAMI 2011

### **2.2.3. Condiciones edafoclimáticas**

#### **2.2.3.1. Características Climáticas**

Temperatura promedio anual	11,9 °C.
Precipitación promedio anual	250-500 mm.
Humedad relativa promedio anual	25-30 %
Velocidad del viento	20 m/s N.E. (8 km/h)
Nubosidad	5 octavos

**Fuente:** CLIRSEN, mapa de pluviosidad en el Ecuador

### 2.2.3.2. Condiciones edáficas.

Los resultados de los análisis químicos y físico del suelo efectuado por el laboratorio de AGROBIOLAB<sup>3</sup> de la ciudad de Quito., se presenta en los cuadros 6 y 7. Según estos resultados, el suelo es bajo en nitrógeno y alto o medio en fósforo y potasio y medio o alto en micronutrientes. Corresponde a la clase textural FRANCO ARENO ARCILLOSO

### 2.2.3.3. Características principales

Topografía: De 1 al 2 %.

Drenaje: Bueno

Textura: Franco Areno Arcilloso

Cultivo anterior: Papas

**Fuente:** Análisis de suelos AGROBIOLAB 2002.

### Análisis químico del suelo del sitio experimental

PH	C.F.	M.O.	NH4	NO3	P	K	Ca	Mg	Na	CICE
6.00 Lac	Mmhos/cm 0.70 B	% 2.49 M	p.p.m. 2700 B	p.p.m. 3900 B	meq/100 m 2500 A	meq/100 m 0.35 M	Meq/100 m 4.40 A	1.88 A	0.10 B	meq/100 m 6.37 B
Cu	Fe	Mn	Zn	B	S	Fe/Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg /K	
p.p.m. 300 M	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	R1	R2	R3	R4	

Cuadro 6: Análisis químico del suelo del sitio experimental

Fuente: Laboratorio de suelos, agua AGROBIOLAB. 2002 (Anexo 1)

<sup>3</sup> Este laboratorio utiliza los métodos: Olsen Modificado+EDTA, B Fosfato Monocalcico, pH 1:2,5 H2O

## Análisis químico del suelo del sitio experimental

ELEMENTO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Nombre Textural
UNIDAD				
CANTIDAD	78	14	8	Franco Areno Arcilloso

Cuadro 7: Análisis químico del suelo del sitio experimental

Fuente: Laboratorio de suelos, agua AGROBIOLAB. 2002 (Anexo 1)

### 2.2.3.4. Clasificación del suelo<sup>4</sup>

Orden: eniosoles

Suborden: psamments

Gran grupo: ustipsamments

### 2.2.3.5. Clasificación Bioclimática

Según la clasificación bioclimática de Holdrige, citado por Cañadas L., la región donde se implantó el ensayo experimental, corresponde a la ecológica: bosque seco – Montano. Bajo (bs. MB).

## 2.3. Diseño metodológico.

### 2.3.1. Tipo de investigación.

En la realización de este proyecto se utilizó la investigación de campo experimental descriptiva, fundamentándonos en la observación directa y tabulación de datos.

---

<sup>4</sup> Mapa general de suelos del Ecuador. 1986. Sociedad ecuatoriana de ciencias del suelo. Quito (Ec.)

### **2.3.2. Metodología.**

La metodología fue científica, desarrollada en el campo, pues se trata de una investigación experimental.

### **2.3.3. Método.**

El método científico experimental, puesto que se prueba varios tratamientos durante toda la investigación; y el método científico deductivo puesto que se deducen los efectos de lo aplicado. Los que vinculados a herramientas como: conceptos, definiciones, hipótesis, variables e indicadores con el fin de demostrar lo planteado.

### **2.3.4. Técnicas.**

#### **2.3.4.1. Muestreo.**

Se usó un muestreo probabilístico y aleatorio de la población total. La toma de datos se efectuó mensualmente y al final del ciclo fenológico del cultivo.

#### **2.3.4.2. Observación científica.**

La observación científica fue estructurada, se la realizó mensualmente y al final del ciclo fenológico del cultivo según las variables que se evaluaron, con la toma de datos, en el lugar del cultivo. En la toma de datos utilizamos instrumentos de medición como: calibrador pie de rey, regleta y flexómetro, balanza, libreta de campo.

### 2.3.5. Unidad en estudio.

a. Unidad experimental	2,00 x 2,00 m.
b. Superficie de la unidad experimental	4,00 m <sup>2</sup>
c. Parcela neta	1,50 x 1,50 m.
d. Superficie parcela neta	2,25 m <sup>2</sup>
e. Número total de parcelas	60
f. Distancia entre parcelas	0,50 m.
g. Distancia entre repeticiones	1,00 m.
h. Sistema de siembra	Al voleo
i. Ensayo experimental	17,50 x 26,50 m.
j. Superficie del ensayo experimental	463,75 m <sup>2</sup>
k. Área total de las unidades experimentales	240 m <sup>2</sup>
l. Área neta de las unidades experimentales	135 m <sup>2</sup>
ll. Área total de efectos de borde	105,00 m <sup>2</sup>
m. Área de caminos	233,75 m <sup>2</sup>
n. Cantidad de semilla por parcela	4,720 gr. aprx.
o. Número de semillas por parcela	4720 semillas <sup>5</sup> (aprox.)
p. Cantidad total de semilla utilizada en el ensayo	10 onzas (283,495 gr.)

#### 2.3.5.1. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo representada por una parcela de 2 m<sup>2</sup> (2,00 x 1,00 m) con un total de 60 unidades experimentales (tratamientos).

### 2.3.6. Los factores en estudio.

Los factores en estudio fueron los siguientes:

---

<sup>5</sup> Un gramo contiene 1000 semillas (Julio R. Tiscornia)

**Factor A:**

Variedades de zanahoria

v1: Nanco F1

v2: Chantenay

**Factor B:**

Fertilizantes

f1: Urea

f2: Nitrato de Amonio

f3: Sulfato de Amonio

**Factor C:**

Dosis de fertilizantes

**Dosis de los fertilizantes nitrogenados.**

<b>Fertilizantes nitrogenados</b>			
<b>Dosis</b>	<b>Urea</b>	<b>Nitrato de amonio</b>	<b>Sulfato de amonio</b>
	g. / tratamiento	g. / tratamiento	g. / tratamiento
D1 (baja)	140	160	240
D2 (media)	160	180	260
D3 (alta)	180	200	280

Cuadro 8: Dosis de los fertilizantes nitrogenados

Fuente: Los Autores

### 2.3.7. Tratamientos en estudio

Los tratamientos, resultaron de la combinación de los niveles de las dos variedades de zanahoria, más los tres fertilizantes nitrogenados, más las tres dosis de cada uno de ellos y dos tratamientos adicionales (testigos).

**Descripción de los tratamientos**

Nº	NOMENLA TURA	DESCRIPCIÓN	DOSIS (gr.)
1	V1F1D1	Variedad 1, urea - 140 gr/tratamiento	140
2	V1F1D2	Variedad 1, urea – 160 gr/tratamiento	160
3	V1F1D3	Variedad 1, urea – 180 gr/tratamiento	180
4	V1F2D1	Variedad 1, nitrato de amonio – 160 gr/tratamiento	160
5	V1F2D2	Variedad 1, nitrato de amonio. 180 gr/tratamiento.	180
6	V1F2D3	Variedad 1, nitrato de amonio. 200 gr/tratamiento.	200
7	V1F3D1	Variedad 1, sulfato de amonio, 240 gr/tratamiento.	240
8	V1F3D2	Variedad 1, sulfato de amonio, 260 gr/tratamiento.	260
9	V1F3D3	Variedad 1, sulfato de amonio, 280 gr/tratamiento	280
10	V2F1D1	Variedad 2, urea - 140 gr/tratamiento	140
11	V2F1D2	Variedad 2, urea – 160 gr/tratamiento	160
12	V2F1D3	Variedad 2, urea – 180 gr/tratamiento	180
13	V2F2D1	Variedad 2, nitrato de amonio – 160 gr/tratamiento	160
14	V2F2D2	Variedad 2, nitrato de amonio. 180 gr/tratamiento.	180
15	V2F2D3	Variedad 2, nitrato de amonio. 200 gr/tratamiento.	200
16	V2F3D1	Variedad 2, sulfato de amonio, 240 gr/tratamiento.	240
17	V2F3D2	Variedad 2, sulfato de amonio, 260 gr/tratamiento.	260
18	V2F3D3	Variedad 2, sulfato de amonio, 280 gr/tratamiento	280
19	T1	Variedad 1, testigo absoluto 00 gr/tratamiento.	0
20	T2	Variedad 2, testigo absoluto 00 gr/tratamiento.	0

Cuadro 9: Descripción de los tratamientos

Fuente: Los Autores.

### **2.3.8. Indicadores evaluados.**

#### **2.3.8.1. Evaluación agronómica.**

- Se evaluó la efectividad de los fertilizantes nitrogenados después de cada una de sus aplicaciones al suelo: 0, 30 y a los 60 días, es decir se evaluó cada aplicación a los 30, 60 y 120 días.
- Diámetros polares y ecuatoriales: Se midió los diámetros polares de las raíces en estudio a los 60, 90 y 120 días después de la siembra.
- Contenido de grados Brix: Se midió el contenido de los grados brix a la cosecha de todos los tratamientos evaluados.
- Rendimiento.: Se midió el rendimiento en gramos por parcela neta.

### **2.3.9. Diseño experimental**

El diseño que se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con un arreglo factorial de  $2 \times 3 \times 3 + 2$  para las pruebas de significación se utilizará Tukey al 5%. Cada repetición constaba de 20 unidades experimentales, separadas a una distancia de 0,50 m.

Se determinó la parcela neta eliminando 0,25 m. del borde a cada lado de la unidad experimental.

Gráfico de la disposición de los tratamientos en el campo  
(Anexo)

### Esquema del Adeva.

<b>F. de V.</b>	<b>G.L.</b>
Repeticiones	2
Tratamientos	19
Factor A	1
Factor B	2
AB	2
Factor C	2
AC	2
BC	4
ABC	4
Adicionales	1
Fac. vs Adicional	1
Error	38
Total	59

Cuadro 10: Esquema del Adeva.  
Fuente: los autores

#### **2.3.10 El Coeficiente de Variación (CV)**

Se calculó para las variables pertinentes y se expresó en porcentaje.

#### **2.3.11 Análisis funcional**

Se realizó la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en las distintas variables.

### **2.3.12 Análisis económico**

Se determinó los costos de producción de los tratamientos en estudio la Tasa Beneficio - costo (B/C)

## **2.4. Manejo específico del ensayo.**

### **2.4.1. Especificaciones del campo experimental.**

- Área total plantada: 240 m<sup>2</sup>
- Área neta del ensayo: 135 m<sup>2</sup>
- Número total de plantas: 283.200 pl. (aprx.)

### **2.4.2. Diseño de Plantación**

Cálculo del material a plantar: La densidad se estableció en función del desarrollo futuro de las plantas, teniendo en cuenta para este efecto el número de semillas por gramo a ser sembradas. Lo que nos da un total de 283.200 plantas aproximadamente, consideramos este número como una aproximación puesto que entre las semillas de hortalizas, la zanahoria es una de las más baja en una germinación del 100%.

### **2.4.3. Preparación del terreno.**

#### **2.4.3.1. Labores Preculturales**

#### **2.4.3.1.1. Análisis de suelo**

Previamente realizamos un análisis de suelo, para el efecto se tomó una muestra representativa del ensayo experimental, compuesta de 15 submuestras tomadas en zig – zag a 30 cm. de profundidad; luego se, mezcló cuidadosamente estas submuestras de suelo en un balde limpio y se tomó aproximadamente un kilogramo de la muestra y se colocó un papel con toda la identificación e información de la muestra (anexo 1).

#### **2.4.3.1.2. Arada y rastrada**

Se efectuó una labor de arado y dos pases de rastra a fin de que el suelo quede bien suelto (mullido); cabe manifestar que entre un pase de rastra y el siguiente, se incorporó el estiércol de gallina descompuesto a razón de 41,73 sacos de 40 kg. con el propósito de que el estiércol de gallina quede en la capa superficial del terreno entre los primeros 20 cm de profundidad. La cantidad de materia orgánica descompuesta para el cultivo de zanahoria se basó en la recomendación emitida por el laboratorio de suelos y aguas de AGROBIOLAB (Anexo 1).

#### **2.4.4. Siembra:**

Se sembraron 2 variedades de zanahoria como se planteó, la mitad del ensayo con Chantenay y la otra mitad con Nanco f 1.

Preparación de las parcelas

Se procedió a realizar la siembra en forma manual (al voleo) en cada una de las parcelas experimentales. Para la siembra utilizamos 10 onzas de semilla de zanahoria

(5 onzas de la variedad Nanco F1 y 5 onzas de la variedad Chantenay). La siembra se efectuó el de 22 de noviembre del 2002.

#### **4.5 Cultivo.**

##### **2.4.5.1. Labores culturales.**

###### **2.4.5.1.1 Fertilización**

Se procedió a realizar una de fertilización fraccionada en el suelo, la primera con fertilizantes simples pero con una alta concentración del macroelemento a ser utilizado, estos fueron el superfosfato triple (45 % de P<sub>2</sub>O), 32 gr. / tratamiento y el sulfato de potasio (50% de K y 18 % de S), a razón de 16 gr. / tratamiento, en todas las unidades experimentales a excepción de los testigos absolutos. El cálculo de los fertilizantes a utilizarse se basó en las recomendaciones para el cultivo de zanahoria emitidas por el laboratorio AGROBIOLAB; acompañando a esta fertilización de fondo se aplicaron los tres fertilizantes nitrogenados (primera aplicación) en los que se basa esta investigación, en las dosis mencionadas anteriormente y de acuerdo a la distribución proporcionada en el sorteo de los tratamientos no se aplicaron estos fertilizantes a los testigos absolutos.

La segunda fertilización se realizó a los 30 días después de la siembra, se aplicaron los tres fertilizantes nitrogenados a los tratamientos correspondientes según la distribución del cuadro N° 13.

La tercera aplicación de los fertilizantes a ser evaluados fue a los 90 días y en las dosis del cuadro N° 13.

Hay que destacar que para cada fertilización se realizó un riego antes y después de la aplicación de los fertilizantes nitrogenados.

#### **2.4.5.1.2. Control de malezas**

Se utilizó para el efecto, en preemergencia prometrina al 50 % y en postemergencia al linuron al 45 %, destacándose que para las malezas que proliferaron en los caminos se realizó una deshierba con azadón y de forma manual.

#### **2.4.5.1.3. Controles fitosanitarios.**

**Fungicidas:**Se llevó a cabo dos aplicaciones con Volcán - C en aspersiones al follaje para en combate de enfermedades fúngicas como la alternaría y el phytophora Se realizaron dos aplicaciones con intervalo de 15 días entre cada aplicación empezando a los 60 días después de la siembra debido a las condiciones climáticas reinantes en la zona (exceso de agua lluvia). Los fungicidas se los aplico en una dosis de 2 ,5 gr. /litro de agua.

**Insecticidas:**Se realizó una sola aplicación utilizándose un insecticida como fue el Orthene 75 PS para el control de gusano alambre y pulgones, en una dosis de 1 cc. por litro de agua.

La aplicación se realizó a los noventa días después de la siembra. En el ensayo experimental se aplicó el insecticida Orthene 75 PS en una sola ocasión para controlar pulgones, barrenadores de los brotes y barrenadores, en todas las aplicaciones tanto de fungicidas como de insecticidas se utilizó un dispersante como Agral 90 LS con una dosis de 0,50 ml/l de agua, este es un producto líquido soluble dispersante y no iónico

sulfactante para mejorar las propiedades humectantes y esparcidoras de los productos fitosanitarios además todas las aplicaciones se realizaron con una bomba de mochila cuya volumen de capacidad fue de 20 litros de solución.

#### 2.4.5.1.4. Riegos

Se tomó en consideración las necesidades hídricas del cultivo de zanahoria que requiere de entre 400 y 500 mm de agua bien distribuidos durante el ciclo de producción, siendo muy sensible a las condiciones de sequía sobre todo durante la edad adulta de la planta (etapa de acumulación de sustancias de reserva).

#### Precipitación promedio mensual

Semanas	Meses ( mm )					
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
<b>1</b>	00.00	13.50	23.50	13.50	14.00	17.00
<b>2</b>	45.50	20.00	10.00	00.00	25.00	6.00
<b>3</b>	18.50	00.00	00.00	4.00	15.00	23.00
<b>4</b>	25.00	10.00	00.00	29.50	15.00	60.00
<b>Total</b>	89.00	43.50	33.50	47.00	69.00	115.00

Cuadro 11: Precipitación promedio mensual

Fuente: datos de precipitación registrados por la empresa. "Sierra Flor", 2002.

**Período de riegos durante el ciclo de cultivo de zanahoria  
Mulaló – Cotopaxi 2002 – 2003**

Mes	Número de riego	Método de riego	Eficiencia de riego (6%)	Capacidad máx. de bomba (l/m) <sup>6</sup>
Noviembre	--	--	--	--
Diciembre	1	Aspersión	70 %	600
Enero	1	Aspersión	70 %	600
Febrero	1	Aspersión	70 %	600
Marzo	1	Aspersión	70 %	600
Abril	--	--	--	--

Cuadro 12: Precipitación promedio mensual

Fuente: Los Autores

El coeficiente de cultivo (Kc) de la zanahoria para la etapa inicial es de 0.4 a 0.5, intermedia de 1.05 a 1.20 y a la cosecha de 0.95 a 1.10, dando un total para el ciclo vegetativo de 0.80 a 0.95. es decir que este cultivo tiene las más altas necesidades hídricas especialmente en la etapa de madurez.

**Cálculo de los requerimientos hídricos del cultivo de zanahoria Mulaló –  
Cotopaxi 2002 – 2003**

Fecha de riego	Área (m2)	Lámina bruta (mm)	Caudal (l/seg.)	Tiempo (min.)	Lámina neta (mm)	Consumo de agua mm/día
03/12/04	464	18,9	1,9	77,6	13,25	18.9
05/01/05	464	18,9	1,9	77,6	13,25	18.9
21/02/05	464	18,9	1,9	77,6	13,25	18.9
19/03/05	464	18,9	1,9	77,6	13,25	18.9

Cuadro 13 Cálculo de los requerimientos hídricos del cultivo de zanahoria

Fuente: Los Autores

**2.4.5.1.6. Cosecha y poscosecha**

Para la cosecha se realizó en forma manual, depositándose las zanahorias de forma separada para cada tratamiento y de acuerdo a la variedad a la que pertenecía para la recolección de las zanahorias se apoyó en cubetas plásticas.

<sup>6</sup> La bomba es de 12 HP, y de 4 pulgadas de succión y 3 pulgadas de descarga. Su funcionamiento es a diésel.

Primeramente se cosecho del área experimental neta, luego se precedió a cosechar el área restante de cada tratamiento.

Posteriormente al pesado para determinar el rendimiento del mismo e inmediatamente se comercializo una parte y el excedente se destinó para la alimentación vacuna.

## **2.5. Análisis estadístico**

Se realizó el análisis estadístico de las siguientes variables en estudio: diámetros polares y el contenido de grados brix y rendimiento.

Para poder analizar y discutir los resultados obtenidos de cada una de las variables en estudio evaluadas durante el ensayo experimental se presentan los cuadros de los datos originales en el anexo 3.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1.EVALUACIÓN AGRONÓMICA.

##### 3.1.1 Diámetro ecuatorial

##### 3.1.1.1 Diámetro ecuatorial a los 45 días

##### Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 45 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p	
TRATAMIENTOS	274,65	19	14,46	2,59	0,0062	*
V	166,71	1	166,71	27,5	<0,0001	*
F	14,53	2	7,26	1,2	0,3141	ns
D	8,83	2	4,42	0,73	0,4901	ns
V*F	8,49	2	4,24	0,7	0,5036	ns
V*D	2,85	2	1,42	0,23	0,7919	ns
F*D	18,29	4	4,57	0,75	0,5624	ns
V*F*D	13,27	4	3,32	0,55	0,7024	ns
FAC VS AD	1,24	1	1,24	0,22	0,64	ns
ADICIONALES	40,46	1	40,46	7,24	0,01	*
REPETICIONES	148,24	2	74,12	13,26	<0,0001	*
ERROR	212,43	38	5,59			
TOTAL	635,33	59				
CV=	18,52%					

Cuadro 14: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 45 días  
Fuente: Los Autores

En el cuadro 16, se observa diferencias estadísticas para tratamientos, el efecto de variedades, la relación entre tratamientos adicionales y repeticiones. En las demás fuentes de variación no se halló diferencias estadísticas. El coeficiente de variación fue de 18,52%, valor que es aceptable e indica un buen manejo del experimento.

**Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro ecuatorial a los 45 días.**

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
V1F1D1	10,73	AB
V1F1D2	12,84	AB
V1F1D3	10,33	AB
V1F2D1	10,29	AB
V1F2D2	10,82	AB
V1F2D3	11,42	AB
V1F3D1	10,65	AB
V1F3D2	11,62	AB
V1F3D3	10,81	AB
V2F1D1	15,43	AB
V2F1D2	17,23	A
V2F1D3	14,52	AB
V2F2D1	15,87	AB
V2F2D2	14,57	AB
V2F2D3	12,97	AB
V2F3D1	12,87	AB
V2F3D2	13,17	AB
V2F3D3	14,53	AB
T1	9,740	B
T2	14,93	AB
VARIEDADES	PROMEDIOS	RANGOS
1	11,06	B
2	14,57	A
FERTILIZANTES	PROMEDIOS	RANGOS
1	13,52	
2	12,66	
3	12,28	
DOSIS	PROMEDIOS	RANGOS
1	12,64	
2	13,37	
3	12,43	

Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable  
Fuente: Los Autores

Del cuadro 13, se observa que el tratamiento de mejor desempeño fue el tratamiento v2f1d2 (Chantenay+úrea+dosis 2), con un promedio de 17,23 cm de diámetro ecuatorial, el factor que se destacó fue el de variedades en donde la zanahoria Chantenay (V2), se ubicó en el primer rango con un promedio de 14,57 cm.

### 3.1.1.2 Diámetro ecuatorial a los 90 días

#### Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p	
TRATAMIENTOS	743,2	19	39,12	4,92	<0,0001	*
V	664,51	1	664,51	79,56	<0,0001	*
F	5,07	2	2,54	0,3	0,7401	ns
D	8,47	2	4,23	0,51	0,6069	ns
V*F	1,45	2	0,72	0,09	0,9173	ns
V*D	3,01	2	1,51	0,18	0,8357	ns
F*D	13,42	4	3,36	0,4	0,806	ns
V*F*D	10,9	4	2,73	0,33	0,8583	ns
FAC VS AD	36,12	1	36,12	4,54	0,03	ns
ADICIONALES	0,25	1	0,25	0,03	0,86	ns
REPETICIONES	9,1	2	4,55	0,57	0,5692	ns
ERROR	302,26	38	7,95			
TOTAL	1054,56	59				
CV=	11,55%					

Cuadro 16: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 90 días  
Fuente: Los Autores

El análisis de varianza para el diámetro ecuatorial (cuadro 18), detectó significación para el factor variedades y tratamientos. Con un coeficiente de variación de 11,55%, valor que es bajo y bastante bueno haciendo notar un eficiente trabajo experimental.

En la prueba Tukey al 5% observada en el cuadro 19, al desdoblar los tratamientos, se detectó diferencias significativas, el tratamiento que tuvo alta significación fue V2F3D1 (Chantenay+sulfato amonio+dosis 1), cuya media fue de 28.93 cm, y por lo tanto ocupó el primer lugar. El factor que presentó diferencias fue el de variedades en donde al ejecutar la prueba Tukey al 5%, la variedad Chantenay (V2), se ubicó en el primer lugar con un promedio de 27,67 cm.

**Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro ecuatorial a los 90 días.**

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
V1F1D1	19,67	AB
V1F1D2	22,41	AB
V1F1D3	20,54	AB
V1F2D1	20,68	AB
V1F2D2	21,37	AB
V1F2D3	20,95	AB
V1F3D1	19,38	AB
V1F3D2	20,46	AB
V1F3D3	20,37	AB
V2F1D1	26,1	AB
V2F1D2	28,11	AB
V2F1D3	28,21	AB
V2F2D1	27,68	AB
V2F2D2	28,83	A
V2F2D3	27,62	AB
V2F3D1	28,93	A
V2F3D2	26,95	AB
V2F3D3	26,54	AB
T1	19,11	B
T2	24,37	AB
VARIEDADES	PROMEDIOS	RANGOS
1	20,65	B
2	27,67	A
FERTILIZANTES	PROMEDIOS	RANGOS
1	24,52	
2	24,18	
3	23,77	
DOSIS	PROMEDIOS	RANGOS
1	24,04	
2	24,69	
3	23,74	

Cuadro 17: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro ecuatorial a los 90 días.

Fuente: Los Autores

### 3.1.1.3 Diámetro ecuatorial a los 120 días

De lo observado para diámetro ecuatorial en forma general se puede afirmar que el uso de fuentes nitrogenadas, aplicadas en el cultivo de la zanahoria, influyen en el desarrollo de la raíz en su diámetro ecuatorial en todo el ensayo; dependiendo de la variedad evaluada estos diámetros fueron mayores o menores, durante la toma de datos parciales hasta la última toma de datos en la cosecha.

Del análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 120 días (cuadro 20), se detectó alta significación para tratamientos y el factor “A” (variedades de zanahoria).

En la prueba Tukey al 5% al desdoblar las fuentes de variación, se detectó diferencias significativas, para variedades en donde la variedad v2 (Chantenay), se ubicó en el primer rango cuyo promedio fue de 115,58 cm de diámetro polar.

#### Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 120 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p	
TRATAMIENTOS	1656,39	19	87,18	5,6	<0,0001	*
V	1390,3	1	1390,3	87,2	<0,0001	*
F	46,51	2	23,26	1,46	0,2467	ns
D	3,57	2	1,79	0,11	0,8943	ns
V*F	1,07	2	0,53	0,03	0,9671	ns
V*D	29,75	2	14,88	0,93	0,4032	ns
F*D	4,61	4	1,15	0,07	0,99	ns
V*F*D	43,73	4	10,93	0,69	0,6068	ns
FAC VS AD	17,14	1	17,14	1,1	0,3	ns
ADICIONALES	119,71	1	119,71	7,69	0,008	*
REPETICIONES	22,12	2	11,06	0,71	0,4979	ns
ERROR	591,66	38	15,57			
TOTAL	2270,17	59				
CV=	11,51%					

Cuadro 18: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial a los 120 días  
Fuente: Los Autores

**Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro ecuatorial a los 120 días.**

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
V1F1D1	29,17	BC
V1F1D2	28,40	C
V1F1D3	28,37	C
V1F2D1	28,63	BC
V1F2D2	31,13	ABC
V1F2D3	32,30	ABC
V1F3D1	28,27	C
V1F3D2	29,53	BC
V1F3D3	28,57	BC
V2F1D1	38,70	ABC
V2F1D2	39,20	ABC
V2F1D3	39,53	ABC
V2F2D1	43,13	ABC
V2F2D2	40,57	ABC
V2F2D3	38,77	ABC
V2F3D1	40,97	AB
V2F3D2	36,90	ABC
V2F3D3	37,93	ABC
T1	28,20	C
T2	37,13	ABC
VARIEDADES	PROMEDIOS	RANGOS
1	20,65	B
2	27,67	A
FERTILIZANTES	PROMEDIOS	RANGOS
1	35,76	
2	33,89	
3	33,69	
DOSIS	PROMEDIOS	RANGOS
1	34,24	
2	34,29	
3	34,81	

Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro ecuatorial a los 120 días.

Fuente: Los Autores

### 3.1.2 Diámetro polar

#### 3.1.2.1 Diámetro polar a los 45 días

##### Análisis de varianza para el diámetro polar a los 45 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p	
TRATAMIENTOS	2478,19	19	130,43	1,71	0,0784	ns
V	1700,17	1	1700,17	22,53	<0,0001	*
F	50,05	2	25,03	0,33	0,7201	ns
D	160,87	2	80,44	1,07	0,3557	ns
V*F	15,18	2	7,59	0,1	0,9046	ns
V*D	7,51	2	3,76	0,05	0,9515	ns
F*D	78,78	4	19,69	0,26	0,9009	ns
V*F*D	254,65	4	63,66	0,84	0,5074	ns
FAC VS AD	62,97	1	62,97	0,83	0,36	ns
ADICIONALES	148,01	1	148,01	1,94	0,17	ns
REPETICIONES	146,5	2	73,25	0,96	0,3918	ns
ERROR	2897,94	38	76,26			
TOTAL	5522,64	59				
CV=	12,80%					

Cuadro 20: Análisis de varianza para el diámetro polar a los 45 días.

Fuente: Los Autores

Los fertilizantes nitrogenados, aplicados en el cultivo de la zanahoria, influenciaron en el desarrollo de la raíz tanto en su diámetro ecuatorial como en su diámetro polar; dependiendo de la variedad evaluada estos diámetros fueron mayores o menores, durante la toma de datos parciales hasta la última toma de datos en la cosecha.

En el análisis de varianza para el diámetro polar (cuadro 22), se detectó alta significación para el factor “A” (variedades de zanahoria).

En la prueba Tukey al 5% al desdoblar las fuentes de variación, se detectó diferencias significativas, para variedades en donde la variedad v2 (Chantenay), se ubicó en el primer rango cuyo promedio fue de 39,52 cm.

**Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 45 días.**

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
V1F1D1	77,00	
V1F1D2	78,53	
V1F1D3	69,43	
V1F2D1	70,90	
V1F2D2	72,83	
V1F2D3	74,73	
V1F3D1	75,77	
V1F3D2	77,80	
V1F3D3	70,43	
V2F1D1	63,57	
V2F1D2	68,70	
V2F1D3	61,73	
V2F2D1	65,23	
V2F2D2	64,17	
V2F2D3	57,17	
V2F3D1	58,90	
V2F3D2	61,90	
V2F3D3	65,07	
T1	70,10	
T2	60,17	
VARIEDADES	PROMEDIOS	RANGOS
1	29,37	B
2	39,52	A
FERTILIZANTES	PROMEDIOS	RANGOS
1	67,51	
2	68,31	
3	69,83	
DOSIS	PROMEDIOS	RANGOS
1	66,43	
2	68,56	
3	70,66	

**Cuadro 21: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 45 días**

**Fuente: Los Autores**

### 3.1.2.2 Diámetro polar a los 90 días

Del análisis de varianza para el diámetro polar (cuadro 24), se detectó significación para el factor “A” (variedades), y ninguna significación para las demás fuentes de variación.

**Cuadro 19: Análisis de varianza para el diámetro polar a los 90 días.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p	
TRATAMIENTOS	16194,83	19	852,36	1,66	0,0904	ns
V	6534	1	6534	11,94	0,0015	*
F	305,54	2	152,77	0,28	0,7581	ns
D	174,8	2	87,4	0,16	0,853	ns
V*F	3203,86	2	1601,93	2,93	0,0672	ns
V*D	288,43	2	144,22	0,26	0,7699	ns
F*D	1278,54	4	319,63	0,58	0,6763	ns
V*F*D	3567,08	4	891,77	1,63	0,1894	ns
FAC VS AD	94,42	1	94,42	0,18	0,67	ns
ADICIONALES	748,17	1	748,17	1,46	0,23	ns
REPETICIONES	669,47	2	334,74	0,65	0,5267	ns
ERROR	19508,81	38	513,39			
TOTAL	36373,12	59				
CV=	21,75%					

Cuadro 22: Análisis de varianza para el diámetro polar a los 90 días.

Fuente: Los Autores

En la prueba Tukey al 5% al desdoblar las fuentes de variación, se detectó diferencias significativas. Es decir existen diferencias entre las variedades en donde la de mayor diámetro polar fue la variedad Chantenay con un promedio de 74,16 cm y por lo tanto se ubicó en el primer lugar.

**Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 90 días.**

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
V1F1D1	112,70	AB
V1F1D2	117,10	AB
V1F1D3	144,50	A
V1F2D1	119,70	AB
V1F2D2	116,70	AB
V1F2D3	122,50	AB
V1F3D1	113,70	AB
V1F3D2	111,40	AB
V1F3D3	115,20	AB
V2F1D1	94,00	B
V2F1D2	93,80	B
V2F1D3	102,10	AB
V2F2D1	87,10	B
V2F2D2	99,20	B
V2F2D3	97,80	B
V2F3D1	103,80	AB
V2F3D2	100,30	B
V2F3D3	97,40	B
T1	111,60	AB
T2	89,23	B
VARIEDADES	PROMEDIOS	RANGOS
1	62,94	B
2	74,16	A
FERTILIZANTES	PROMEDIOS	RANGOS
1	101,43	
2	105,14	
3	107,17	
DOSIS	PROMEDIOS	RANGOS
1	102,14	
2	105,17	
3	106,43	

Cuadro 23: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 90 días.

Fuente: Los Autores

### 3.1.2.3 Diámetro polar a los 120 días

Las fuentes nitrogenadas, aplicadas en el cultivo de la zanahoria, influyen en el desarrollo de la raíz en su diámetro polar; dependiendo de la variedad evaluada estos diámetros fueron mayores o menores, durante la toma de datos parciales hasta la última toma de datos en la cosecha.

En el análisis de varianza para el diámetro polar a los 120 (cuadro 26), se detectó alta significación para tratamientos y el factor “A” (variedades de zanahoria).

#### Análisis de varianza para el diámetro polar a los 120 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p	
TRATAMIENTOS	10797,96	19	568,31	3,16	0,0012	*
V	7855,4	1	7855,4	41,6	<0,0001	*
F	221,72	2	110,86	0,59	0,5615	ns
D	290,39	2	145,2	0,77	0,4714	ns
V*F	606,81	2	303,41	1,61	0,2154	ns
V*D	257,5	2	128,75	0,68	0,5125	ns
F*D	190,79	4	47,7	0,25	0,9061	ns
V*F*D	104,87	4	26,22	0,14	0,9667	ns
FAC VS AD	37,82	1	37,82	0,21	0,64	ns
ADICIONALES	1232,67	1	1232,67	6,86	0,01	*
REPETICIONES	234,34	2	117,17	0,65	0,5267	ns
ERROR	6829,22	38	179,72			
TOTAL	17861,53	59				
CV=	9,79					

Cuadro 24: Análisis de varianza para el diámetro polar a los 120 días.  
Fuente:: Los Autores

En la prueba Tukey al 5% al desdoblar las fuentes de variación, se detectó diferencias significativas, para variedades en donde la variedad v2 (Chantenay), se ubicó en el primer rango cuyo promedio fue de 115,58 cm de diámetro polar.

**Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 120 días.**

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
V1F1D1	133,80	AB
V1F1D2	145,10	AB
V1F1D3	152,10	AB
V1F2D1	152,80	AB
V1F2D2	152,50	AB
V1F2D3	163,50	A
V1F3D1	147,70	AB
V1F3D2	145,50	AB
V1F3D3	150,50	AB
V2F1D1	126,90	AB
V2F1D2	126,30	A
V2F1D3	130,10	AB
V2F2D1	123,80	AB
V2F2D2	125,00	AB
V2F2D3	122,90	AB
V2F3D1	126,10	AB
V2F3D2	121,70	AB
V2F3D3	123,60	AB
T1	148,90	B
T2	120,20	B
VARIEDADES	PROMEDIOS	
1	93,58	B
2	115,58	A
FERTILIZANTES	PROMEDIOS	
1	140,08	
2	135,84	
3	135,72	
DOSIS	PROMEDIOS	
1	136,02	
2	140,46	
3	135,17	

Cuadro 25: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro polar a los 120 días.

Fuente: Los Autores

### 3.1.3 Pesos

#### Análisis de varianza para pesos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p	
TRATAMIENTOS	0,85	19	0,04	161,1	<0,0001	*
V	0,06	1	0,06	234,48	<0,0001	*
F	0,56	2	0,28	1084,68	<0,0001	*
D	0,05	2	0,03	104,41	<0,0001	*
V*F	0	2	0	0,67	0,5168	ns
V*D	0	2	0	0,15	0,8596	ns
F*D	0	4	0	2,31	0,0776	ns
V*F*D	0	4	0	0,01	0,9998	ns
FAC VS AD	0,17	1	0,17	616,48	0,0001	*
ADICIONALES	0,01	1	0,01	19,51	0,0001	*
REPETICIONES	1,34	2	0,67	2412,95	<0,0001	*
ERROR	0,01	38	0			
TOTAL	2,19	59				
CV=	1,25%					

Cuadro 26: Análisis de varianza para pesos.

Fuente: Los Autores

Al observar el cuadro 28, se puede decir que hay diferencias estadísticas para: tratamientos, variedades, fuentes nitrogenadas, dosis de aplicación, para el efecto de las factoriales con relación a los tratamientos adicionales, tratamientos adicionales y repeticiones, en las demás fuentes de variación no se detectaron diferencias estadísticas. El coeficiente de variación fue de 1,25% valor que es bastante bajo y hace notar un excelente manejo del proceso.

En el cuadro 29, se observa que al desdoblar los tratamientos hay diferencias estadísticas considerables de donde el tratamiento que se ubicó en el primer lugar con un promedio de 1,56 kg/pn, fue v2f2d3 (Chantenay+nitrato de amonio+d3). Al desdoblar el

factor variedades, el mejor resultado se obtuvo con la variedad Chantenay (V2), la cual obtuvo el mejor promedio con 1,38 kg/pn. De las dosis aplicadas de fuentes nitrogenadas la mejor fue la dosis d2, con un promedio de 1,39 kg/pn.

**Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pesos.**

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
V1F1D1	1,16	LM
V1F1D2	1,19	L
V1F1D3	1,22	JK
V1F2D1	1,39	DE
V1F2D2	1,42	CD
V1F2D3	1,48	C
V1F3D1	1,28	E F
V1F3D2	1,31	F G
V1F3D3	1,35	G H I
V2F1D1	1,22	C D
V2F1D2	1,25	D E
V2F1D3	1,28	E F
V2F2D1	1,47	B
V2F2D2	1,49	B
V2F2D3	1,56	A
V2F3D1	1,34	DE
V2F3D2	1,37	EFG
V2F3D3	1,42	CD
T1	1,14	M
T2	1,20	JK
VARIEDADES	PROMEDIOS	
1	1,31	B
2	1,38	A
FERTILIZANTES	PROMEDIOS	
1	1,47	A
2	1,35	B
3	1,22	C
DOSIS	PROMEDIOS	
1	1,34	B
2	1,39	A
3	1,31	C

Cuadro 27: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pesos  
Fuente: Los Autores

### 3.1.4 Grados Brix

Al observar el cuadro 30, se puede decir que hay diferencias estadísticas para: tratamientos, variedades, fuentes nitrogenadas, dosis de aplicación, tratamientos adicionales, en las demás fuentes de variación no se detectaron diferencias estadísticas. El coeficiente de variación fue de 1,25% valor que es bastante bajo y hace notar un excelente manejo del proceso.

#### Análisis de varianza para Grados Brix.

F.V.	SC	gl	CM	F	p	
TRATAMIENTOS	131,24	19	6,91	1726	sd	*
V	31,28	1	31,28	7820,5	sd	*
F	0,76	2	0,38	95,5	sd	*
D	4,81	2	2,41	2983	sd	*
V*F	23,86	2	11,93	601,75	sd	*
V*D	6,61	2	3,31	826,75	sd	*
F*D	44,38	4	11,09	2773,5	sd	*
V*F*D	19,08	4	4,77	1192,25	sd	*
FAC VS AD	0,08	1	0,08	1	0,0001	ns
ADICIONALES	0,37	1	0,37	98,5	0,0001	*
REPETICIONES	0	2	0	0,004	sd	ns
ERROR	0	38	0,004			
TOTAL	131,24	59				
CV=	0,00%					

Cuadro 28: Análisis de varianza para Grados Brix.  
Fuente: Los Autores

**Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable Grados Brix.**

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
V1F1D1	13,000	A
V1F1D2	9,000	E
V1F1D3	10,000	C
V1F2D1	7,500	G
V1F2D2	12,000	B
V1F2D3	9,000	E
V1F3D1	10,000	C
V1F3D2	9,000	E
V1F3D3	9,500	D
V2F1D1	7,500	G
V2F1D2	7,300	H
V2F1D3	7,000	I
V2F2D1	8,000	F
V2F2D2	10,000	C
V2F2D3	9,000	E
V2F3D1	7,500	G
V2F3D2	10,000	C
V2F3D3	9,000	E
VARIEDADES	PROMEDIOS	RANGOS
1	8,37	B
2	9,89	A
FERTILIZANTES	PROMEDIOS	RANGOS
1	9,25	A
2	9,17	B
3	8,97	C
DOSIS	PROMEDIOS	RANGOS
1	8,92	B
2	9,55	A
3	8,92	B

Cuadro 29: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable Grados Brix.

Fuente: Los Autores

En el cuadro 30, se observa que al desdoblar los tratamientos hay diferencias estadísticas considerables de donde el tratamiento que se ubicó en el primer lugar con un

promedio de 13,00 grados brix, fue v1f1d1 (Nanco 1+urea+dosis1). Al desdoblar el factor variedades, el mejor resultado se obtuvo con la variedad Chantenay (V2), la cual obtuvo el mejor promedio con 9,89 grados brix. De las dosis aplicadas de fuentes nitrogenadas la mejor fue la dosis d2, con un promedio de 9,55 grados brix.

### **3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Para realizar el análisis de cultivo de zanahoria para el rendimiento neto a la cosecha se analizó los costos de los insumos utilizados para el abonamiento del suelo, fertilización al suelo y foliar, los agroquímicos (fungicidas e insecticidas), en cuanto al costo total de las semillas de zanahoria es de 303,18 USD /ha, lo que respecta a los fertilización al suelo fue de 426,78 USD /ha, es igual para todos los tratamientos excepto para los tratamientos sin fertilización al suelo (testigos), mientras que para la fertilización foliar es de 23,20 USD/ha. Además se determinó los costos parciales y totales de los tratamientos en estudio, entre las dosis de fertilizantes nitrogenados utilizados.

**Costo total de los tratamientos evaluados a la cosecha en el estudio económico de fertilizantes nitrogenados más el boro en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota var.*) Mulaló – Cotopaxi 2014**

Tratamientos	Rendimiento kg./ha	Valor / kg. (USD)	Beneficio Bruto (USD)	Costos Fijos (USD)	Costos Variables (USD)	Costo Total (USD)
V1F1D1	15437,56	0,18	2701,57	1509,31	115,69	1625,00
V1F1D2	15926,99	0,18	2787,22	1541,71	118,19	1659,90
V1F1D3	16276,66	0,18	2848,42	1574,11	120,69	1694,80
V1F2D1	18607,63	0,18	3256,34	1505,95	115,45	1621,40
V1F2D2	18933,13	0,18	3313,30	1533,88	117,62	1651,50
V1F2D3	19736,85	0,18	3453,95	1561,81	119,79	1681,60
V1F3D1	16989,58	0,18	2973,18	1538,11	117,89	1656,00
V1F3D2	17474,87	0,18	3058,10	1559,41	119,59	1679,00
V1F3D3	18073,39	0,18	3162,84	1580,71	121,19	1701,90
V2F1D1	16209,44	0,18	2836,65	1509,31	115,69	1625,00
V2F1D2	16723,63	0,18	2926,64	1541,71	118,19	1659,90
V2F1D3	17090,41	0,18	2990,82	1574,11	120,69	1694,80
V2F2D1	19538,13	0,18	3419,17	1505,95	115,45	1621,40
V2F2D2	19879,55	0,18	3478,92	1533,88	117,62	1651,50
V2F2D3	20723,96	0,18	3626,69	1561,81	119,79	1681,60
V2F3D1	17839,29	0,18	3121,88	1538,11	117,89	1656,00
V2F3D2	18348,77	0,18	3211,03	1559,41	119,59	1679,00
V2F3D3	18977,35	0,18	3321,04	1580,71	121,19	1701,90
T1	15156,29	0,18	2652,35	1282,51	98,29	1380,80
T2	15944,68	0,18	2790,32	1282,51	98,29	1380,80

Cuadro 30: Costo total de los tratamientos evaluados a la cosecha en el estudio económico de fertilizantes nitrogenados más el boro en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota var.*) Mulaló – Cotopaxi 2014

Fuente: Los Autores

En el cuadro 31, se observa el rendimiento a la cosecha de la zanahoria y el costo total de cada uno de los tratamientos en estudio. Además se estableció que el kilogramo

de zanahoria tenía un valor de 0,18 dólares<sup>7</sup>, manifestándose que dicho precio se obtuvo en el mes de abril del 2003, mes en el existió una gran demanda de zanahoria en los mercados de la provincia.

**Tasa de beneficio – costo de los tratamientos evaluados a la cosecha en el estudio económico de fertilizantes nitrogenados más el boro en el cultivo de zanahoria (*daucus carota var.*). Mulaló – Cotopaxi 2003**

Tratamientos	Costo Total (USD)	Beneficio Bruto (USD)	Beneficio Neto (USD)	Tasa B / C
V1F1D1	1625,00	2701,57	1076,57	0,66
V1F1D2	1659,90	2787,22	1127,32	0,68
V1F1D3	1694,80	2848,42	1153,62	0,68
V1F2D1	1621,40	3256,34	1634,94	1,01*
V1F2D2	1651,50	3313,30	1661,80	1,01*
V1F2D3	1681,60	3453,95	1772,35	1,05*
V1F3D1	1656,00	2973,18	1317,18	0,80
V1F3D2	1679,00	3058,10	1379,10	0,82
V1F3D3	1701,90	3162,84	1460,94	0,86
V2F1D1	1625,00	2836,65	1211,65	0,75
V2F1D2	1659,90	2926,64	1266,74	0,76
V2F1D3	1694,80	2990,82	1296,02	0,76
V2F2D1	1621,40	3419,17	1797,77	1,11*
V2F2D2	1651,50	3478,92	1827,42	1,11*
V2F2D3	1681,60	3626,69	1945,09	1,16*
V2F3D1	1656,00	3121,88	1465,88	0,89
V2F3D2	1679,00	3211,03	1532,03	0,91
V2F3D3	1701,90	3321,04	1619,14	0,95
T1	1380,80	2652,35	1271,55	0,92
T2	1380,80	2790,32	1409,52	1,02*

<sup>7</sup> Precio del saco de zanahoria al mayoreo fue de \$10 usd americanos en el Mercado Mayorista de Latacunga

Cuadro 31: Tasa de beneficio – costo de los tratamientos evaluados a la cosecha en el estudio económico de fertilizantes nitrogenados más el boro en el cultivo de zanahoria (*daucus carota var.*). Mulaló – Cotopaxi 2003

Fuente: Los Autores

En el cuadro 28, se determina que en la tasa de beneficio /costo (B/C) para rendimiento a la cosecha, los mejores tratamientos fueron los siguientes: V2F2D1 (Chantenay+nitrato de amonio+dosis 1) con una tasa B/C de 1,11 junto con el tratamiento V2F2D3 (Chantenay+nitrato de amonio+dosis 3) con una tasa B/C de 1,16 como el mejor tratamiento y por último V1F1D1 (Nanco 1+urea+dosis1) con una tasa B/C de 0,66.

## CONCLUSIONES

- La mejor variedad fue la V2 (Chantenay), en todo el comportamiento agronómico en forma especial en el peso en donde alcanzó un rendimiento de 1,38 kg/pn.
- La mejor fuente de fertilización nitrogenada fue la urea, misma que produjo los más altos rendimientos con un promedio de rendimiento de 1,47 kg/pn.
- En cuanto a dosis la mejor fue la dosis d2 ya que produjo el mejor rendimiento de 1,39 kg/pn.
- El análisis económico, determino que la mejor tasa B/C para el rendimiento de la zanahoria correspondió al siguiente tratamiento: V2F2D3 (Chantenay+nitrato de amonio+dosis 3), con una tasa B/C de 1,16.

## **RECOMENDACIONES**

- Utilizar al nitrato de amonio como fuente de nitrógeno en el programa de fertilización al suelo en el cultivo de la zanahoria para aumentar la producción del cultivo pues existe una mejor asimilación del nitrógeno por parte de la planta.
- Utilizar la variedad Chantenay ya que está orientada para un mercado de consumo más amplio por ser la de mayor peso.

## GLOSARIO DE TERMINOS

**PUBESCENTE.-** Pubescente (del latín pubescente) En botánica, hoja que presenta una superficie cubierta de pelillos que retienen el rocío matutino.

**FOLIÓLO.-** En botánica, se llama pinna o folíolo a cada una de las piezas separadas en que a veces se encuentra dividido el limbo de una hoja. Cuando el limbo foliar está formado por un solo folíolo, es decir no está dividido, se dice que la hoja es una hoja simple. Cuando el limbo foliar está dividido en folíolos se dice que la hoja es hoja compuesta.

**DIAQUENIO.-** Conjunto de dos aquenios que forman el fruto de algunas especies.

**CAROTENO.-** Nombre masculino Pigmento amarillo anaranjado que se encuentra en ciertas células vegetales, y da su color a la zanahoria, "el caroteno puede teñir la piel si se consume zanahoria en exceso"

**BIFURCAR.-** Bifurcación es la acción de crear un proyecto en una dirección diferente a un proyecto ya existente, tomando el código que momentáneamente deja de hacer un proceso para comenzar otro hasta que este culmine para luego seguir en el anterior.

**LILIÁCEAS.-** Familia de plantas monocotiledóneas, generalmente herbáceas, con la raíz bulbosa o tuberculosa y las hojas largas, delgadas y basales; el periantio suele tener tres piezas por verticilo y el fruto es una cápsula o baya, "el tulipán, la cebolla y el Jacinto pertenecen a las liliáceas"

**FOTOTROPISMO.-** Movimiento de ciertos organismos como respuesta al estímulo de la luz. "una característica particular de la raíz es que crece hacia el centro de la Tierra, es decir, que tiene fototropismo negativo y geotropismo positivo"

**COLOIDES.-** En física y química un coloide, sistema coloidal, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema formado por dos o más fases, principalmente: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas; por ío general sólidas

**BIOCUMATICA.-** La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las Condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) Para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía.

**RALEO.-** Deshierbas manuales para erradicar malezas de un cultivo

## BIBLIOGRAFIA CITADA

ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA. 1999. Hortalizas aprovechables por sus raíces o tubérculos; Cultivo de la zanahoria. Barcelona – España. GRUPO EDITORIAL OCEANO. pp. 537, 538.

FREDERIC APOLLIN- CRISTOPHE EBERHART. 1999. Análisis y Diagnóstico de los Sistemas de Producción en el Medio Rural. Objetivos y principios metodológicos del diagnóstico agrario. Quito-Ecuador. Consorcio Camaren. pp 7,8.

IIRR-AVRDC. 1997. GUÍA PRÁCTICA PARA SU HUERTO ORGÁNICO. Contenido de nutrientes en algunos materiales orgánicos. Quito-Ecuador. ABYA-AYALA. Pp45, 46.

JHON SEYMUR. 1997. El Horticultor Autosuficiente. Umbelíferas. Tercera reimpresión. Barcelona-España, Blume. Pp 140, 141.

VADEMECUN AGRICOLA. 1998 Herbicidas y fungicidas. Principios activos, Quito-Ecuador. Edifarm. Pp 93, 101.

VALADEZ LÓPEZ ARTEMIO. 1994. Producción de hortalizas. Hortalizas de raíz. México. Limusa-Noriega. Pp 35-38.

VIGLIOLA MARTHA. 1982. Hortalizas. Enfermedades y poscosecha. Buenos Aires-Argentina. Hemisferio Sur Ediciones. Pp 60-62

DICCIONARIO OCEANO UNO. 1992. Bogotá-Colombia. Grupo Editorial océano. Pp 356.

FLORENCIO RODRIGUEZ SUPPO. 1989. Nutrición vegetal. Fertilizantes nitrogenados. México. AGT Editor S.A. pp 53-57, 133,145.

OLOGÍA VEGETAL (1984)

BIBLIOTECA DEL CAMPO GRANJA INTEGRAL AUTOSUFICIENTE (1995)  
CULTIVO DE HORTALIZAS Y FRUTALES

CAÑADAS 1. ELAB. MAPA BIOCLIMÁTICO Y ECOLÓGICO DEL ECUADOR.

OASSERES E. PRODUCCION DE HORTALIZAS (SAN JOSÉ CIR).

EDIFARM. VADEMÉCUM AGRÍCOLA (2.000)

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS (MANUAL AGRÍCOLA 1987)

MANUAL DE HORTALIZAS BOGOTÁ (INSTITUTO COLOMBIANO  
AGROPECUARIO 1983)

MILLER E. FISIOLÓGÍA VEGETAL TRADUCIDO DEL INGLÉS POR  
FRANCISCO LA TORRE DF. (MEX. UTEHA)

## BIBLIOGRAFÍA WEB

[http://200.110.94.59/productos\\_down/perfil de brocoli 2005757.pdf](http://200.110.94.59/productos_down/perfil_de_brocoli_2005757.pdf)

<http://www.bionativa.cl/pdf/tesis/nacillus-trichonativa/t4.pdf>

[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)

[http://www.inta.gov.ar/saenzpe/info/documentos/provet/tesis de licenciatura.pdf](http://www.inta.gov.ar/saenzpe/info/documentos/provet/tesis_de_licenciatura.pdf)

<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/organicos/agricultura%20organica.htm>

[http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/competitividad\\_brocoli.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/competitividad_brocoli.pdf). 2009/19/12

[http://www.engormix.com/produccion\\_sustancias\\_fisiologicamente\\_activas\\_s\\_articulos\\_1107\\_AGR.htm](http://www.engormix.com/produccion_sustancias_fisiologicamente_activas_s_articulos_1107_AGR.htm).

[http://www.controlbiologico.com/propuesta\\_cana.htm](http://www.controlbiologico.com/propuesta_cana.htm)

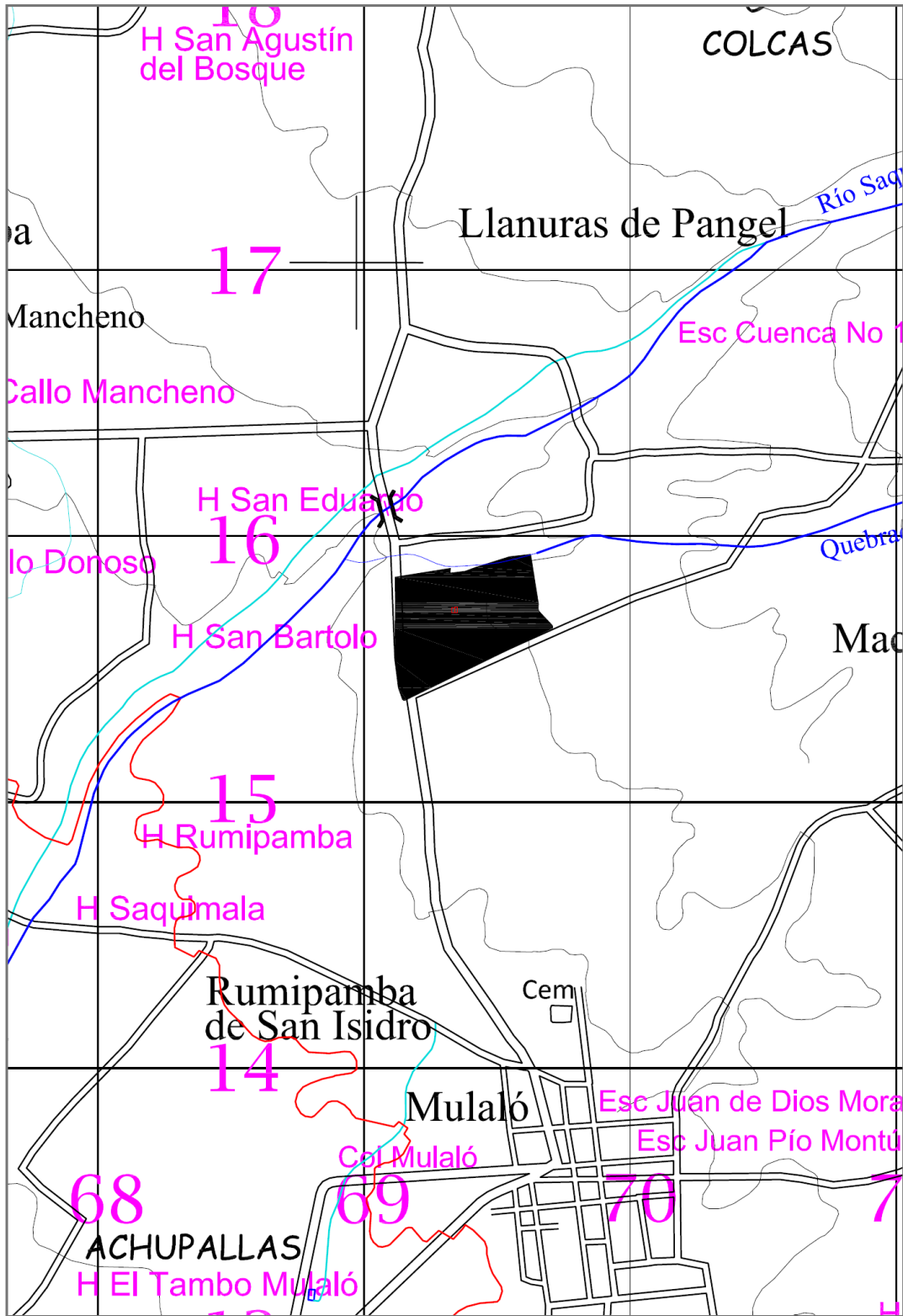
[http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/competitividad\\_brocoli.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/competitividad_brocoli.pdf)

[http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id\\_art=473&id\\_sec=13](http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_art=473&id_sec=13)

(<http://semillasbatlle.es/es/chantenay-de-corazon-rojo-2> 2014)

# **ANEXOS**

# UBICACIÓN GEOGRÁFICA



## **ANEXO FOTOGRAFICO**

### **Panorámica del Sitio Experimental**



**Arada**



**Rastrada**



## **Delimitación del Sitio Experimental**



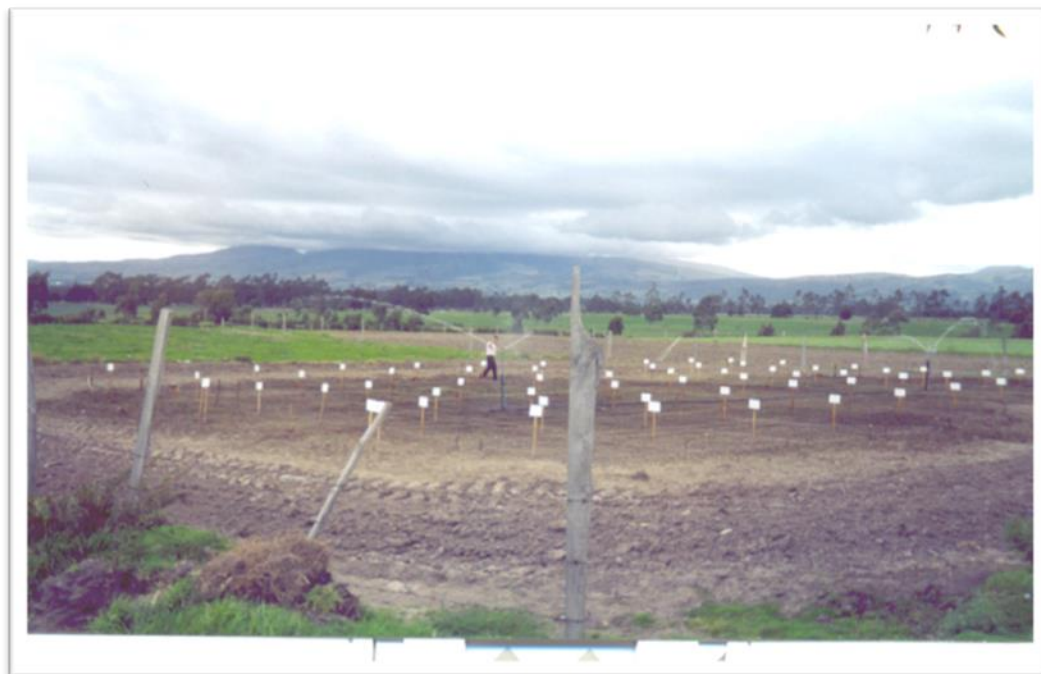
## **Distribución de Parcelas**



## Siembra



## Riego N° 1



**Toma de Muestras N°1**



**Toma de Muestras N°2**



**Riego N°2**



**Riego N°2**



### Toma de Muestra n° 3



### Cosecha



**Cosecha**



## Cosecha



## Enfermedades (producida por hongos)



## Enfermedades (producida por bacterias)



**Enfermedades (producida por virus)**



**Ataque de Nematodos (variedad Nanco)**



## Base de Datos Obtenidos en el Ensayo

Tra	v	f	d	r	DEC 45	DEC 90	DEC 120	DPO 45	DPO 90	DPO 120	PESOS	G. BRIX
1	1	1	1	1	11,00	22,50	34,90	75,70	103,30	92,20	1,33	13,00
2	1	1	2	1	14,00	24,90	23,90	81,10	117,80	127,20	1,37	9,00
3	1	1	3	1	7,90	21,70	27,10	51,90	197,30	144,60	1,40	10,00
4	1	2	1	1	7,70	21,90	27,90	62,90	132,70	159,60	1,60	7,50
5	1	2	2	1	6,60	19,60	29,20	74,00	131,80	169,50	1,63	12,00
6	1	2	3	1	8,70	18,80	33,20	71,70	124,80	170,10	1,70	9,00
7	1	3	1	1	10,30	20,10	29,70	86,50	128,50	162,30	1,47	10,00
8	1	3	2	1	10,10	18,50	26,40	79,70	101,00	128,80	1,51	9,00
9	1	3	3	1	8,80	20,20	26,40	58,80	114,90	147,30	1,56	9,50
10	2	1	1	1	15,20	24,70	38,50	65,30	92,40	130,80	1,40	7,50
11	2	1	2	1	19,20	27,90	38,90	86,30	100,50	140,00	1,44	7,30
12	2	1	3	1	12,50	30,90	40,50	56,20	11,30	133,10	1,47	7,00
13	2	2	1	1	13,40	23,70	43,50	72,70	75,90	126,60	1,69	8,00
14	2	2	2	1	11,10	30,00	40,10	66,40	107,00	123,80	1,71	10,00
15	2	2	3	1	6,30	26,40	34,50	46,80	105,10	120,50	1,79	9,00
16	2	3	1	1	5,80	30,30	41,20	45,20	112,80	116,10	1,54	7,50
17	2	3	2	1	9,90	29,80	36,70	57,30	113,10	117,10	1,58	10,00
18	2	3	3	1	14,30	28,60	39,90	74,10	109,40	129,50	1,64	9,00
1	1	1	1	2	9,44	16,26	23,50	72,50	109,60	144,40	1,02	13,00
2	1	1	2	2	12,32	21,45	31,00	75,50	114,30	150,80	1,05	9,00
3	1	1	3	2	10,20	17,56	25,60	77,60	117,00	154,50	1,07	10,00
4	1	2	1	2	12,20	21,09	30,40	78,20	118,10	155,80	1,23	7,50
5	1	2	2	2	10,96	18,89	27,20	77,10	116,50	153,90	1,25	12,00
6	1	2	3	2	13,70	23,61	34,10	82,00	124,00	163,50	1,30	9,00
7	1	3	1	2	9,16	15,78	23,00	61,60	93,10	122,80	1,12	10,00
8	1	3	2	2	11,56	20,08	29,10	77,10	117,60	155,00	1,15	9,00
9	1	3	3	2	12,16	21,12	30,60	78,90	119,30	157,30	1,19	9,50
10	2	1	1	2	17,60	30,29	43,90	64,40	97,20	128,20	1,07	7,50
11	2	1	2	2	17,70	30,46	44,20	61,60	93,00	122,80	1,10	7,30
12	2	1	3	2	12,76	22,16	32,30	62,00	93,80	123,70	1,13	7,00
13	2	2	1	2	16,80	29,13	42,20	60,80	91,70	121,10	1,29	8,00
14	2	2	2	2	15,40	26,64	38,50	59,60	90,10	118,80	1,31	10,00
15	2	2	3	2	17,70	30,68	44,30	64,20	97,00	127,80	1,37	9,00
16	2	3	1	2	17,40	29,96	43,40	66,50	100,40	132,50	1,18	7,50
17	2	3	2	2	14,80	25,67	37,30	66,70	94,70	125,00	1,21	10,00

18	2	3	3	2	15,50	26,94	39,00	61,60	93,00	122,70	1,25	9,00
1	1	1	1	3	11,76	20,25	29,10	82,80	125,10	164,90	1,12	13,00
2	1	1	2	3	12,20	20,89	30,30	79,00	119,30	157,40	1,16	9,00
3	1	1	3	3	12,90	22,37	32,40	78,80	119,10	157,20	1,18	10,00
4	1	2	1	3	10,98	19,04	27,60	71,60	108,30	142,90	1,35	7,50
5	1	2	2	3	14,90	25,62	37,00	67,40	101,80	134,20	1,38	12,00
6	1	2	3	3	11,86	20,45	29,60	70,50	118,80	156,80	1,44	9,00
7	1	3	1	3	12,50	22,27	32,10	79,20	119,60	157,90	1,24	10,00
8	1	3	2	3	13,20	22,81	33,10	76,60	115,70	152,60	1,27	9,00
9	1	3	3	3	11,48	19,79	28,70	73,60	114,00	146,90	1,31	9,50
10	2	1	1	3	13,50	23,32	33,70	61,00	92,40	121,60	1,18	7,50
11	2	1	2	3	14,80	25,98	34,50	58,20	87,90	116,00	1,22	7,30
12	2	1	3	3	18,30	31,58	45,80	67,00	101,30	133,60	1,24	7,00
13	2	2	1	3	17,40	30,22	43,70	62,20	93,70	123,70	1,42	8,00
14	2	2	2	3	17,20	29,86	43,10	66,50	100,50	132,40	1,45	10,00
15	2	2	3	3	14,90	25,78	37,50	60,50	91,30	120,40	1,51	9,00
16	2	3	1	3	15,40	26,54	38,30	65,00	98,20	129,60	1,30	7,50
17	2	3	2	3	14,80	25,37	36,70	61,70	93,20	123,00	1,33	10,00
18	2	3	3	3	13,80	24,08	34,90	59,50	89,80	118,70	1,38	9,00
19				1	5,60	29,80	25,60	54,90	99,70	136,70	1,31	9,00
20				1	12,60	28,60	31,30	53,40	75,60	107,50	1,38	9,50
19				2	11,92	25,67	29,70	80,90	122,30	161,40	1,00	9,00
20				2	15,60	26,94	38,70	64,90	98,10	129,20	1,05	9,50
19				3	11,70	25,37	29,30	74,50	112,70	148,60	1,10	9,00
20				3	16,60	24,08	41,40	62,20	94,00	124,00	1,16	9,50

Cuadro 32: Base de Datos Obtenidos en el Ensayo

Fuente: Los Autores