



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL**

**Trabajo de diploma:**

**Evaluación de tres distancias de siembra y dos dosis de fertilización en el desarrollo, rendimiento y rentabilidad del cultivo de repollo (*Brassica oleraceae* L.) El Tisey, Estelí**

**Diplomante:**

**Mercedes A. Matus Medina**

**Asesores:**

<b>Ing. Freddy Miranda O</b>	<b>M.Sc.</b>
<b>Ing. Gregorio Varela O</b>	<b>M.Sc.</b>
<b>Ing. Bayardo Escorcía V</b>	<b>M.Sc.</b>

**Managua, Noviembre 1999**

# CONTENIDO

	PAGINA
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
RESUMEN .....	lii
INDICE DE CUADROS .....	iv
INDICE DE FIGURAS .....	v
INDICE DE ANEXOS .....	vi
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
III. REVISION DE LITERATURA .....	4
3.1 Importancia del cultivo .....	4
3.2 Areas y zonas de producción .....	4
3.3 Características botánicas de la planta .....	5
3.4 Exigencias ecológicas .....	6
3.5 Distancia de siembra .....	11
3.6 Fenología del cultivo .....	12
3.6.1 Etapa de plántula o de semillero.....	13
3.6.2 Etapa de establecimiento o pos-trasplante.....	13
3.6.3 Etapa de preformación de cabeza.....	13
3.6.4 Etapa de formación de cabeza.....	14
3.7 Rendimiento y rentabilidad del cultivo .....	14
IV. HIPOTESIS .....	19
V. MATERIALES Y METODOS .....	20
5.1 Ubicación del estudio .....	20
5.2 Manejo del cultivo en el semillero .....	20
5.3 Análisis de suelo y fertilización.....	21
5.4 Manejo del cultivo en campo definitivo .....	21
5.4.1 Preparación de terreno.....	21
5.4.2 Trasplante.....	22
5.4.3 Limpia y aporque.....	22

	PAGINA
5.4.4 Manejo fitosanitario.....	22
5.5 Diseño experimental.....	22
5.5.1 Area del ensayo.....	22
5.5.2 Tratamientos.....	23
5.6 Variables evaluadas.....	24
5.7 Análisis de los datos.....	28
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
6.1 Análisis de suelo.....	31
6.2 Crecimiento y desarrollo del cultivo.....	32
6.3 Rendimiento.....	34
6.3.1 Plantas/ha.....	34
6.3.2 Cabezas formadas/ha.....	35
6.3.3 Peso/cabeza.....	36
6.3.4 Tronchos exterior e interior.....	37
6.3.5 Consistencia, índice de forma y calidad de las cabezas.....	38
6.4 Análisis económico.....	41
6.4.1 Precio/cabeza.....	41
6.4.2 Ingreso bruto.....	45
6.4.3 Costos de producción.....	48
6.4.4 Ingreso neto.....	48
6.4.5 Análisis de dominancia.....	48
6.4.6 Tasa de retorno marginal.....	49
VII. CONCLUSIONES.....	51
VIII. RECOMENDACIONES.....	52
IX. BIBLIOGRAFIA.....	53
XI. ANEXOS.....	56

## INDICE DE CUADROS

NO.		PAGINA
1.	Distancias de siembra en col de repollo en la variedad Hércules No. 31 híbridas (MINAG, 1963) .....	11
2.	Análisis de suelo del terreno donde se realizó el estudio (LABSA/UNA, 1998) .....	31
3.	Desarrollo fenológico del cultivo de repollo híbrido Izalco (Sep-Dic., 1998; El Tisey-Esteli) .....	34
4.	Efecto de distancias de siembra y dosis de fertilización del cultivo del repollo (Híbrido Izalco) sobre las variables de rendimiento .....	40
5.	Efecto de distancias de siembra y dosis de fertilización del cultivo del de repollo (Híbrido Izalco) sobre las variables de rentabilidad .....	46
6.	Presupuesto parcial de los beneficios netos y costos variables en córdobas según cada tratamiento estimado con base a una hectárea (Tisey-Esteli, Dic. 1998) .....	47
7.	Análisis de dominancia para los tratamientos en estudio estimado en córdobas a Diciembre 1998 (Tisey, Esteli) .....	49
8.	Estimación de la tasa de retorno marginal con base a los costos marginales y beneficios marginales (Diciembre 1998, Tisey-Esteli) .....	50

## INDICE DE FIGURAS

NO.		PAGINA
1.	Precio de repollo a nivel de mayorista en Managua en el período 1994-1999) .....	43
2.	Incremento precio/cabeza de repollo según nivel de comercialización (Diciembre 1998) .....	43
3.	Precio de repollo a nivel de mayorista por localidad, en el año 1998 .....	44
4.	Precio de repollo a nivel de mayorista por localidad, enero-julio 1999 .....	44

## INDICE DE ANEXOS

NO.	PAGINA
1.	Equivalencias de dosis comercial de fertilizante aplicada y dosis de macronutrientes por manzana y por hectárea considerando la fuente 18-46-0 y de Urea 46-0-0 ..... 56
2.	Tabla de interpretación de análisis de suelo ..... 57
3.	Precio de repollo mediano a nivel de mayorista registrado en el período 1994-1999 (MAGFOR d 1999) ..... 58
4.	Análisis de varianza para las variables en estudio ..... 59
	4.1 Número de plantas/ha ..... 59
	4.2 Número de cabezas formadas/ha ..... 59
	4.3 Porcentaje de formación de cabezas/ha ..... 59
	4.4 Grado de consistencia de las cabezas ..... 59
	4.5 Peso/cabezas ..... 60
	4.6 Diámetro del troncho exterior ..... 60
	4.7 Largo del troncho exterior ..... 60
	4.8 Diámetro del trocho interior ..... 60
	4.9 Largo del troncho interior ..... 61
	4.10 Índice de forma de la cabeza de repollo ..... 61
	4.11 Precio/Cabeza a nivel del productor ..... 61
	4.12 Precio/Cabeza a nivel del mayorista ..... 61
	4.13 Precio/Cabeza a nivel del consumidor ..... 62
	4.14 Ingreso bruto por hectárea ..... 62
5.	Costos de producción de una mz de repollo época de postrera. la Almaciguera. El Tisey. Estelí 1998 ..... 66

## DEDICATORIA

A la memoria de mi adorado padre **Sr. Medardo Matus Altamirano** (q.e.p.d.), a mi adorada madre **Sra. Juanita Medina viuda de Matus**, mujer digna y humilde. Dedico este trabajo a ellos quienes me guiaron en mis primeros pasos por el camino de la educación.

A mis queridos hermanos.

Muy especial a mi querida hermana, **Lic. Flor de María Matus Medina**, por todo su apoyo, cariño y comprensión en todas y cada una de las etapas de mi vida.

Muy especialmente al **Ing. Gregorio Varela Ochoa** por ser el artífice principal de esta obra; por haber dedicado todo su tiempo y su apoyo incondicional, ya que sin su apoyo no hubiese sido posible la conclusión de este importante trabajo.

## AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por permitirme llegar al final de esta obra.

Quiero dejar constancia de mi grato y sincero agradecimiento a dos personas de las cuales siempre he recibido todo su apoyo en todos y cada uno de los momentos más importantes de mi vida y de mi carrera profesional:

A mi querida hermana **Lic. Flor de María Matus Medina** por recibir siempre su apoyo y por instarme a seguir siempre adelante en mi formación profesional y por recibir siempre lo mejor de ella.

Al **Ing. Gregorio Varela O. M.Sc.** del cual siempre recibí todo su apoyo durante estos años de mi carrera profesional.

Quiero agradecer a mis asesores: **Ing. Freddy Miranda, Ing. Gregorio Varela O. e Ing. Bayardo Escorcía**: al personal docente y administrativo del Departamento de Protección Agrícola y Forestal por su respaldo y sugerencias en la elaboración de este trabajo.

En especial expreso mi agradecimiento al **Ing. Alberto Sediles**; a los **Ing. Nicolás Valle, Ing. Fernando Leiva, Lic. Gustavo Valverde e Ing. Martha Zamora** por su apoyo brindado en la revisión de este documento. A la **Srita. Seddie Alvarez**, secretaria del Departamento.

Al productor **Salvador Cerrato**, por su apoyo y hospitalidad brindada durante el tiempo que duró la etapa de campo.

Al **PROMIPAC**, por darme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo.

A los compañeros **Jossué Brenes, Hellen y Oswaldo**, por su apoyo y compañerismo brindado en toda la etapa de campo.

Al **Ing. Francisco Pérez**, por haber realizado el análisis de los datos.

A todos, muchas gracias.



MATUS, M. MERCEDES. 1999. Evaluación de tres distancias de siembra y dos dosis de fertilización en el desarrollo, rendimiento y rentabilidad del cultivo de repollo (*Brassica oleraceae* L.), el Tisey, Esteli. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. 66 p.

Palabras claves: Repollo, distancia, dosis, desarrollo, rendimiento, dominancia, rentabilidad.

## RESUMEN

Con el fin de evaluar tres distancias de siembra y dos dosis de fertilización sobre el desarrollo, rendimiento y rentabilidad del cultivo de repollo híbrido Izalco, se estableció este experimento en la comunicad de la Almaciguera, finca el Tisey, dpto. Esteli durante el ciclo de postrera de 1998. Los tratamientos fueron de estructura factorial combinando distancias de siembra entre plantas (0.4 mt., 0.5mt. y 0.6 mt.) con dosis de fertilizante 18-46-0 (5.7 y 8.5 qq/ha) distribuidos en el campo en un diseño de bloques completos al azar. Los resultados demuestran que: para el desarrollo del cultivo hasta la etapa de preformación de cabeza no se encontró efecto de las distancias de siembra y dosis de fertilizante, la etapa de llenado de cabezas coincidió con las fuertes precipitaciones provocadas por el Huracán Mitch esto provocó un retraso del desarrollo, grado de compactación y tamaño de la cabeza en todo el experimento; los mayores rendimientos de cabezas/ha se dieron en la distancia de 0.4 mt. con 43,750 seguido por 33,416 en la distancia de 0.5 mt. y 29,916 para la distancia 0.6 mt; la dosis de fertilización no tuvo efecto sobre esta variable. Para el peso/cabeza, tronchos exterior e interior, consistencia, índice de forma, calidad de las cabezas y precio/cabeza fue indiferente sembrar a cualquiera de las distancias, así como aplicar 5.7 ó 8.5 qq/ha; el tratamiento de mayor rentabilidad es cuando se siembra a una distancia de 0.4 mt. y se aplican 5.7 qq/ha al obtener una TRM de 32,713% la que resultó 218 veces mayor que la TRM de referencia (150%).

## INDICE DE CUADROS

NO.		PAGINA
1.	Distancias de siembra en col de repollo en la variedad Hércules No. 31 híbridas (MINAG. 1963) .....	11
2.	Análisis de suelo del terreno donde se realizó el estudio (LABSA/UNA, 1998) .....	31
3.	Desarrollo fenológico del cultivo de repollo híbrido Izalco (Sep-Dic., 1998; El Tisey-Esteli) .....	34
4.	Efecto de distancias de siembra y dosis de fertilización del cultivo del repollo (Híbrido Izalco) sobre las variables de rendimiento .....	40
5.	Efecto de distancias de siembra y dosis de fertilización del cultivo del repollo (Híbrido Izalco) sobre las variables de rentabilidad .....	48
6.	Presupuesto parcial de los beneficios netos y costos variables en córdobas según cada tratamiento estimado con base a una hectárea (Tisey-Esteli, Dic. 1998) .....	49
7.	Análisis de dominancia para los tratamientos en estudio estimado en córdobas a Diciembre 1998 (Tisey. Esteli) .....	51
8.	Estimación de la tasa de retorno marginal con base a los costos marginales y beneficios marginales (Diciembre 1998. Tisey-Esteli) .....	52

## INDICE DE FIGURAS

NO.		PAGINA
1.	Precio de repollo a nivel de mayorista en Managua en el periodo 1994-1999) .....	43
2.	Incremento del precio/cabeza de repollo según nivel de comercialización (Diciembre 1998) .....	44
3.	Precio de repollo a nivel de mayorista por localidad, en el año 1998 .....	45
4.	Precio de repollo a nivel de mayorista por localidad, enero-julio 1999 .....	46

## INDICE DE ANEXOS

NO.		PAGINA
1	Equivalencias de dosis comercial de fertilizante aplicada y dosis de macronutrientes por manzana y por hectárea considerando la fuente 18-46-0 y de Urea 46-0-0 .....	59
2.	Tabla de interpretación de análisis de suelo .....	60
3.	Precio de repollo mediano a nivel de mayorista registrado en el período 1994-1999 (MAGFOR d 1999) .....	61
4.	Análisis de varianza para las variables en estudio .....	62
	4.1 Número de plantas/ha .....	62
	4.2 Número de cabezas formadas/ha .....	62
	4.3 Porcentaje de formación de cabezas .....	62
	4.4 Grado de consistencia de las cabezas .....	62
	4.5 Peso/cabezas .....	63
	4.6 Diámetro del troncho exterior .....	63
	4.7 Largo del troncho exterior .....	63
	4.8 Diámetro del trocho interior .....	63
	4.9 Largo del troncho interior .....	64
	4.10 Índice de forma de la cabeza de repollo .....	64
	4.11 Precio/Cabeza a nivel del productor .....	64
	4.12 Precio/Cabeza a nivel del mayorista .....	64
	4.13 Precio/Cabeza a nivel del consumidor .....	65
	4.14 Ingreso bruto por hectárea .....	65
5.	Costos de producción de una manzana de repollo en época de postrera, La Almaciguera. El Tisey 1998 .....	66

## I. INTRODUCCION

El cultivo de las hortalizas en Nicaragua ha estado principalmente en manos de los pequeños y medianos productores los que generalmente no tienen los mejores medios y técnicas para su producción. Estos cultivos se manejan con un alto riesgo debido a la inestabilidad en los precios en el mercado los que están fuertemente afectados por las importaciones de este tipo de perecederos así como la época de producción, las que en su máximo pico de producción saturan los mercados bajando considerablemente sus precios. Rubros como el tomate, papa, cebolla y el mismo repollo tienen una alta fluctuación de precios durante las diferentes épocas del año. el cual a nivel de mayorista en la zona de Estelí fluctúa desde 36 a 16 córdobas la docena en el periodo de enero a julio de 1999, alcanzando un precio promedio/cabeza de 2 córdobas (MAGFOR, 1998a; MAGFOR, 1998d).

La producción hortícola en la mayoría de los casos es vendida en el mercado de mayoreo de Managua de donde se distribuyen a los restantes intermediarios que forman parte de la cadena de comercialización. regresando a las mismas zonas de producción de forma encarecida y maltratadas al consumidor creándose lo que se conoce como "Turismo de las Hortalizas" (Samcam, 1998). A nivel mundial las coles ocupan un área de 1,713.000 ha con un rendimiento de 23,496 kg/ha y una producción de 40,250,000 toneladas métricas (FAO, 1994).

En nuestro país en el ciclo 1998-1999, el área sembrada de hortalizas, raíces y tubérculos en el ámbito nacional en época de primera fue de 22,933 mz de las cuales se proyecta cosechar 21,975 mz las que hasta el 30 de Noviembre de 1998 se había logrado cosechar 6,280.5 mz lo que representa un 28.6 % de avance de la cosecha de hortalizas, de área total. Al repollo le corresponde un área sembrada de 182 mz para una producción total de 2.818,000 unidades. (MAGFOR, 1998d).

El cultivo del repollo (*Brassica oleracea* L.) es un elemento importante dentro de la dieta nacional. es uno de los 6 productos perecedero registrados en la canasta

básica de los nicaragüenses. Para Agosto de 1998 el costo promedio de la canasta básica estaba estimada en CS 1.793.00 córdobas, de los cuales un 7% (118 córdobas) corresponde a los costo de los perecederos y dentro de los costos de los perecederos 9% (11 córdobas) corresponde al costo del repollo lo que refleja su importancia en la cultura alimenticia del consumidor (FIDEG, 1998).

Su oferta durante todo el año no se corresponde con los niveles de demanda debido a un desequilibrio en la producción causado por una falta de áreas de riego permanente para la producción hortícola, lo que ha obligado a sembrar estacionalmente de acuerdo a la época de lluvia. La producción también se ve afectada por factores como: 1) La falta de conocimiento y uso de tecnologías adecuadas; 2) Problemas de comercialización; 3) Aspectos fitosanitarios (Varela, 1991) 3) Manejo agronómico inadecuado. En este último aspecto sobresalen las dosis de fertilización utilizadas por el productor el que generalmente está aplicando niveles mayores a los recomendados en la ficha técnica. Según los productores de la comunidad de "La Almaciguera" en Estelí, zona fuerte productora de repollo, se están utilizando altas dosis de fertilizante que a veces implica hasta 20 qq/mz aplicados en todo el ciclo del cultivo lo que podría estar afectando fuertemente los costos de producción, cuando lo recomendado normalmente son 6 qq/mz de completo y 4 qq/mz de urea, (MAGFOR, 1998c).

De igual manera existe gran variabilidad en las distancias de siembra utilizada lo que podría estar afectando el grado de uso eficiente del terreno. Se considera que las distancias de siembra que se están utilizando no son las más apropiadas ya que el productor varía su distancia entre 0.30 m hasta 0.60 m entre surco o entre planta con el fin de obtener mayor número de posturas, teniendo el cuidado de que aunque baje el tamaño de cabeza, este producto sea realmente comercializable.

Por tal razón se planteo este estudio que estimó la dosis adecuada de fertilizante completo a aplicar así como la distancia de siembra óptima que debemos utilizar para elevar la producción y rentabilidad del cultivo de repollo.

## II. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de tres distancias de siembra y dos dosis de fertilización en el desarrollo y rendimiento del cultivo de repollo.
2. Estimar el efecto de tres distancias de siembra y dos dosis de fertilización en la rentabilidad del cultivo de repollo.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Importancia del cultivo

El cultivo de repollo junto con el tomate es una de las hortalizas más importantes que se cultiva en nuestro país. Su importancia radica en que el mercado local tiene una demanda sobre este producto la que generalmente en ciertos momentos del año no es satisfecha por la producción local, sin embargo, cuando se dan importaciones no reguladas saturan los mercado botando el precio nacional, causando serias pérdidas a los productores nacionales por lo que a este cultivo se le considera un rubro de alto riesgo por las variaciones de sus precios y picos de producción. Por otro lado la producción de este cultivo esta principalmente en manos de pequeños productores los que lo cultivan de forma anual (MAGFOR, 1998c). Generalmente para este pequeño productor, desde el punto de vista económico, el cultivo significa el principal ingreso anual para el sustento de su familia y la oportunidad para que con sus ganancias pueda adquirir otros bienes de consumo doméstico. Hay que recordar que las áreas promedios de repollo por productor son de 2 a 4 manzanas. sin embargo, hay quienes siembran hasta 10 mz. en el proceso de producción se involucra toda la familia la que aporta la mayor parte de la mano de obra en las labores del cultivo razón por la cual el cultivo se convierte en el eje económico de toda la familia.

Desde el punto de vista alimenticio el repollo es particularmente rico en carbohidratos y vitaminas. el contenido de Vitamina C varía de 35 a 60 mg y el de azufre 0.03-0.04 % (Guenkov, 1969; Huerres. 1988).

#### 3.2 Areas y zonas de producción

Según APENN (1995). en su publicación sobre " Zonas agroecológicas aptas para el cultivo de frutas y vegetales en Nicaragua", recomienda el cultivo de las crucíferas en zonas altas de Matagalpa y Jinotega. de 1000 a 1200 msnm con una pluviosidad mayor a 1800 mm repartidos en 8 meses del año; la temperatura



promedio se sitúa entre 18 y 22 °C, donde los suelos son ricos en materia orgánica pero superficiales y con topografía accidentada. Sin embargo, se conoce que esta hortaliza se cultiva en otras zonas del país.

Para 1998, el área estimada de siembra fue de 1000 manzanas distribuidas en las regiones I, IV, y VI en tres periodos de producción: primera, postrera y apante. Para la postrera de 1998 se estimó la siembra de 283 manzanas de las cuales 153 corresponden a la región I y 130 en la región VI, con un rendimiento estimado de 13.700 unidades por manzana, para una producción de 3 millones 877 mil repollos, siendo las principales variedades usadas para la siembra: Izalco (la más tolerante al chamusco o tizón bacterial), Green boys, Tropicana, Saturno y Superette. (MAGFOR, 1998c). En nuestro país la producción de repollo se concentra en zonas de temperatura fresca en los Departamentos de Estelí, Jinotega, Matagalpa, Masaya, el Crucero y Carazo.

### **3.3 Características botánica de la planta**

**Raíces:** La planta de repollo tiene un sistema radical muy ramificado, algunas raíces llegan a una profundidad de más de 1.5 m y abarcan un diámetro de 1 m. La mayor parte del sistema radicular se sitúa a una profundidad de 45 cm lo que está muy relacionado con la capacidad y alcance que tiene la planta para absorber los nutrientes que están disponible en esta área del suelo.

**Tallo:** Es algo grueso y jugoso, con su parte inferior leñosa; presenta primordios radicales que le permiten desarrollar raíces adventicias en condiciones de suelo humedecido: los entrenudos son cortos y de forma más acentuada en la parte interna de la cabeza del repollo. Al formarse la cabeza, la región apical del tallo queda en la parte interna; en este caso se le denomina tallo interior o troncho interior. La parte inferior que queda por debajo de la base de la cabeza se le llama tallo exterior o troncho exterior. Se considera que en la medida que el troncho interior sea mas alargado el repollo presenta una menor calidad.

**Hojas:** De acuerdo con la variedad, las hojas pueden ser sésiles o con pedúnculo en algunas corto y en otras largo. Parten del tallo en forma alterna y opuesta. Las hojas más exteriores de la planta forman la roseta cuyo diámetro puede ser entre 50 y 100 cm. Las hojas más inferiores del repollo envuelven el tallo interior y la yema apical de la planta, y son generalmente tiernas y de color blanquesino.

**Cabeza o repollo:** La cabeza está constituida por las hojas interiores, el tallo interior, la yema apical y las laterales y se desarrolla debido a la actividad de la yema apical, que posibilita la formación de nuevas hojas las cuales después de que queda formada la roseta (hojas envolventes) siguen formando nuevas hojas internas.

La cabeza se forma por hipertrofia de la yema terminal y la conjunción de las hojas más jóvenes que se adhieren unas a otras hasta formar lo que se conoce como repollo (Dominguez, 1997).

### 3.4 Exigencias Ecológicas

**Temperatura:** El repollo es una planta que alcanza su desarrollo óptimo en condiciones de temperatura en el rango de 14 –18 °C (Montes, 1987) o 18- 24 °C (Arzola *et al.*, 1986). Las altas temperaturas, mayores de 30 °C, son desfavorables sobre todo si van acompañadas de baja humedad del suelo y del aire. Bajo estas condiciones, las plantas se desarrollan en menor grado así como las hojas; el troncho exterior se alarga notablemente y los rendimientos son bajos (Huerres y Caraballo, 1988).

**Humedad del suelo:** Es una planta exigente a la humedad del suelo debido a la masa foliar que desarrolla, evapora grandes cantidades de agua, por lo que cuando la humedad es poca, un alto porcentaje de estomas se cierran, la transpiración y el autorefrescamiento de los tejidos se reducen. Un déficit en la humedad durante el proceso de recuperación de la postura postransplante, demora la recuperación del sistema radical y hace perder un alto porcentaje de posturas. De igual manera un déficit de humedad en la fase de formación de

cabezas. esta puede quedarse pequeña y poco compacta. Por otro lado, el exceso de humedad en el suelo también puede ser desfavorable para las plantas debido a que se reduce la toma de oxígeno por las raíces, lo que afecta la actividad metabólica que disminuye considerablemente y afecta la fisiología y morfología de las plantas. La humedad del suelo más favorable está entre 80 – 90 % de la capacidad de campo.

### **Suelo:**

El cultivo de repollo se da bien en una gran variedad de suelos, desde suelos arenosos hasta suelos arcillosos. la reacción del suelo para este cultivo es la ligeramente alcalina. con pH de 6.5 – 7.5 sin embargo, Maroto (1990), señala como intervalos deseables de pH entre 5.7 - 8.0 lo que es considerado como ligera tolerancia a la acidez del suelo. Se indica que los intervalos óptimos de pH para la absorción de macronutrientes en suelos minerales son: nitrógeno, 6.0-8.0; fósforo, 6.5 – 7.0; potasio y azufre, 6.0- 8.5 (Lorenz y Maynard, 1980). Se considera que suelos de pH por debajo de 5.5 resulta en un crecimiento del cultivo insatisfactorio (Arzola; *et al.* 1986).

### **Fertilización:**

El concepto de la fertilidad de suelos ha evolucionado a lo largo del tiempo. Hoy en día se acepta en los términos más simples que la fertilidad "es la capacidad que tienen los suelos de suministrar nutrientes a las plantas e influir en su desarrollo y rendimiento, y que junto con otros factores como clima y el manejo agrícola, dan por resultado la productividad". Las mayores proporciones de nutrientes, así como la mayor concentración de raíces de los cultivos se encuentran en los primeros 20 cm de profundidad, que se conoce como capa arable (Obando, 1999).

De todos los cultivos horticolas, las coles son las plantas que mayormente aprovechan los fertilizantes del suelo. Las cantidades de elementos minerales que asimilan son muy elevadas: en especial, necesitan nitrógeno en fuertes dosis para

lograr un adecuado desarrollo foliar (Leñamo, 1973). En repollo los requerimientos de fertilización depende de muchos factores como son: tipo de suelo, cultivar seleccionado, estación de cultivos, niveles de materia orgánica en el suelo y sistemas de riego (Suárez, 1994).

La función de los macronutrientes en la formación del repollo, indican que el nitrógeno aplicado en la etapa intermedia de formación de las hojas de roseta y de hojas envolventes es fundamental en el logro de altos rendimientos al igual que el fósforo y el potasio, ya que inicialmente estos elementos se acumulan en las hojas exteriores para después ser traslocados a las hojas interiores para la formación de la cabeza (Hora y Sonoda, 1979).

- **Nitrógeno.** Interviene de forma determinante en la formación de hojas de roseta y de la cabeza. Cuando hay deficiencia de nitrógeno, la roseta y la cabeza son más pequeños, ya la formación de ésta es más tardía. La planta manifiesta un crecimiento raquítico. Por el contrario cuando se aplica un exceso de nitrógeno a la planta, no solo ocurre una disminución en el peso seco del repollo y los rendimientos, sino también puede provocar un desgarramiento en la superficie de la cabeza dando una apariencia de reventada lo que es debido a la toxicidad del compuesto nitrogenado y a la limitada cantidad de azúcar provocada por la baja función fotosintética de las hojas exteriores (Huerres y Caraballo, 1988).

Domínguez (1997), señala que el nitrógeno tiene un efecto importante tanto en el número de plantas que desarrollen cabeza (repollo) como en el tamaño de éste. El vigoroso y rápido desarrollo que le imprime este elemento a la planta, tiene como consecuencia una producción más precoz. La contribución del nitrógeno es básica en el momento de la iniciación de las cabezas. Por el contrario, el exceso de nitrógeno debe evitarse, pues, hace que las cabezas no tengan la consistencia debida. En general es conveniente distribuir la aplicación del nitrógeno en dos o tres veces, pero siempre antes de la etapa de formación de cabeza.

- **Fósforo.** Tiene un efecto muy regular sobre el rendimiento habiéndose obtenido respuestas muy claras a la aplicación de hasta 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha o más en suelos muy pobres. Este elemento es crítico en la fase de desarrollo vegetativo sobre todo en la formación de las hojas iniciales (Dominguez, 1997).

El fósforo es fundamental para el desarrollo de la cabeza, en su ausencia, ésta no se forma. Por otro lado, un exceso provoca una disminución considerable en los rendimientos, así como una disminución en el contenido de azúcar de las hojas exteriores del repollo (Hora y Sonoda, 1979).

- **Potasio.** Influye en la formación de las cabezas, en su calidad (sabor y firmeza) y en su conservación. Se ha demostrado que con niveles de macronutrientes en las hojas inferiores de 1.3 % de N; 0.1 de P y 0.3 % de K, sobre materia seca, la producción se ve reducida en un 50% (Dominguez, 1997).

La función más importante del potasio es en el aumento del porcentaje de la cabeza con relación al resto de las hojas y el tallo, aunque también se le atribuye una relación muy estrecha con el suministro de nitrógeno y fósforo a la planta (Arzola; *et. al.*, 1986). Influye en la consistencia de la cabeza. La deficiencia de potasio disminuye el rendimiento y la calidad de la cabeza y se observa en las hojas un verde intenso, las que pueden curvarse hacia atrás. Las cabezas de repollo resultan poco compactas; un exceso de potasio es absorbido en igual medida por la planta, esto no provoca una disminución significativa en los rendimientos (Huerres y Caraballo, 1988; Hora y Sonoda, 1979).

El nitrógeno y el fósforo son los elementos esenciales que con mayor frecuencia deben aplicarse al suelo. Sin embargo, comúnmente los productores hacen uso excesivo de los fertilizantes con el fin de aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de sus productos sin considerar en ocasiones que sus costos de producción se incrementan en detrimento de la ganancia; en nuestras condiciones existe una gran variabilidad en la aplicación de fertilizantes en el cultivo de repollo

desde 4 qq/mz hasta sobre dosis de 20 qq/mz. (Com. Personal; productores de la Almaciguera: Esteli) aplicados en todo el ciclo elevando con ello fuertemente los costos de producción.

Estudios realizados por Ayala y Garza (1992) sobre dosis óptima y densidades de población para lechuga, un cultivo muy parecido al repollo, donde probaron dos densidades de siembra (66,566 y 47,476 plantas/ha) así como cuatro niveles de fertilización nitrogenada (50, 100, 150 y 200 kg/ha) y fosforada (0, 50, 100 y 150 kg/ha) se encontró que para la variable **peso fresco de cabeza** únicamente hubo efecto del factor densidad de siembra y no así de los niveles de fertilización ya que éstos resultaron estadísticamente similares.

La fertilización resultó no tener ningún efecto significativo sobre la variable **rendimiento** expresado en ton/ha, la que si presentó resultados estadísticamente diferente con relación al factor densidad, siendo la de 66,566 plantas/ha la de mayor rendimiento (esto debido al mayor número de plantas por unidad de área y no necesariamente al peso/planta). Para la variable **diámetro ecuatorial** el efecto de las diferentes fórmulas de fertilización sobre el cultivo, en esta variable fue estadísticamente igual independientemente del nivel de densidad empleado; para la variable **compacidad de cabeza** se detectaron diferencias significativas ocasionadas por las condiciones hídricas del suelo, para las variables **color** y **forma** de las lechugas, no se logró detectar efectos de las fórmulas de fertilización; las lechugas resultaron redondas de acuerdo a las características genotípicas de la variedad de lechuga y no necesariamente al efecto de los factores en estudio.

Montes (1987), recomienda como régimen de fertilización para el cultivo: 100-200 kg de N/ha; 50-100 kg de P/ha; 70-200 kg/ha de K, debiéndose aplicar 1/3 del nitrógeno y todo el fósforo y potasio a la siembra o en la preparación del terreno. El resto del nitrógeno aplicarlo a los 30 y 45 días.

El IICA (1989), recomienda al momento del trasplante la incorporación al suelo de 6 qq/ha de fertilizante completo (12-24-10 ó 12-30-10); a los 25 días hacer una

aplicación de 6 qq/ha de sulfato de amonio, pudiéndose hacer aplicaciones de fertilizante foliar si es necesario.

De acuerdo a la ficha técnica del cultivo se recomiendan 6 qq de completo al momento del transplante y cuatro qq de urea (2 en cada limpia) en los primeros 30 días (MAGFOR, 1998c).

### 3.5 Distancia de siembra

En la producción de repollo las distancias de siembra tiene una gran importancia debido a que el producto que se comercializa es la cabeza o repollo, la que potencialmente se origina una de cada planta, de tal manera que si logramos estimar una distancia de siembra adecuada que asegure el crecimiento y desarrollo de cada planta hasta alcanzar una cabeza comercial (calidad, tamaño, grado de compactación), estaremos asegurando altos ingresos económicos ya que estos resultan de la interacción entre el precio/cabeza y precisamente el número de cabezas por unidad de área, a distancias menores mayores densidades de población, teniendo el cuidado de que estas no sean tan pequeñas que la falta de espacio entre plantas origine una competencia entre ellas que no permitan alcanzar una cabeza comercializable y en el peor de los casos ni siquiera se llegue a formar el producto.

**Cuadro 1. Distancias de siembra en col de repollo en la variedad Hércules No. 31 F híbridas (MINAG, 1963).**

DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	POBLACION (Plantas/ha)	Area nutritiva (cm <sup>2</sup> )
0.70 * 0.35	40.835	2.450
0.80 * 0.35	35.714	2.800
0.90 * 0.35	31.746	3.150
1.10 + 0.50 * 0.35	35.714	2.800

\* Tomado de Huertes y Cariballo (1988)

En este caso las distancias de 0.70 m entre hileras solo se emplean en áreas pequeñas donde las labores del cultivo se realizan de forma manual, en cambio las distancias de 0.80 y 0.90 m en áreas grandes donde las labores son de forma mecanizada.

Ayala y Garza (1992), estudió el efecto de dos distancias de siembra entre plantas (0.25 y 0.35 m ) en lechuga encontrando que la mejor calidad del producto se obtuvo con el mayor distanciamiento. Sin embargo el tratamiento óptimo económico se logró con la menor distancia al obtener un mayor número de plantas/ha (66,566).

En nuestras condiciones la población de plantas de repollo/mz desde el punto de vista técnico es de 22,000; sin embargo el real es de 18,000 mil plantas/mz y el promedio nacional es de 13,700 plantas/mz (MAGFOR, 1998c). En condiciones del productor las distancias de siembra varían desde 0.30 a 0.60 m ya sea entre planta o entre surco, siendo la distancia más utilizada entre surcos la de 0.5 m.

Para cultivares precoces se recomienda: 0.40 m entre plantas, 0.50 m entre hileras; cultivares intermedios: 0.40 m entre plantas y 0.80 m entre hileras; cultivares tardíos: 0.60 entre plantas y 0.80-1.00 m entre hileras (Montes, 1987).

### **3.6 Fenología del Cultivo**

El crecimiento es definido como el progresivo desarrollo de un organismo, pero existen diferentes maneras de expresar el desarrollo de las plantas. El crecimiento puede referirse al desarrollo de algún órgano u órganos específicos de las plantas, o a las plantas consideradas en su conjunto, y puede estar relacionado al peso seco, longitud, altura o diámetro. En muchas ocasiones, el término crecimiento se utiliza para referirse a los cambios cuantitativos de una variable. Si el crecimiento se da con el incremento de materia seca, altura de plantas, número de hojas verdaderas, existe una relación entre la medida de crecimiento y el tiempo; la acumulación progresiva de los cambios cuantitativos pueden conducir a los cambios cualitativos que juntos producen lo que llamamos desarrollo de un



organismos, en nuestro caso es importante conocer los cambios cuantitativos que se producen en la planta de repollo expresada en la variable número de hojas verdaderas que poco a poco irán generando las distintas etapas de desarrollo fenológico que cumple la planta durante su ciclo productivo.

El cultivo de repollo tiene las siguientes etapas de desarrollo (CATIE, 1990).

### **3.6.1 Etapa de plántula o de semillero**

Se extiende desde la siembra de la semilla hasta el trasplante y comprende el estado de cotiledón, en que todavía no están presentes las hojas verdaderas y el de plántula, cuando la planta presenta 5 hojas verdaderas.

### **3.6.2 Etapa de establecimiento o pos- trasplante**

Comprende desde la etapa del trasplante, cuando las plantas tienen entre 6 y 8 hojas, hasta el estado de 9 a 12 hojas. Al final de esta etapa, la base del tallo es todavía visible cuando la planta es vista desde arriba y los pecíolos de las hojas son todavía alargados.

### **3.6.3 Etapa de preformación de cabeza**

Comprende dos estados de crecimiento: uno es el de preformación de copa, que se extiende desde el fin de la etapa anterior hasta el momento en que la base del tallo y de las hojas está oculta cuando la planta es vista desde arriba. En este estado, los pecíolos de las hojas son cortos, las hojas del corazón crecen en forma vertical y son visibles sin tener que mover las hojas circundantes. El total de las hojas en este estado oscila entre 13 a 19.

El estado de formación de copa se inicia cuando la planta tiene 20 hojas hasta alcanzar 26. Aquí las hojas más profundas del corazón, que crecen todavía en forma vertical, están ya ocultas por las hojas circundantes. Todas las hojas

producidas durante esta etapa, llegarán más tarde a ser hojas exteriores que no tocan la cabeza en la planta madura.

#### **3.6.4 Etapa de formación de cabeza**

Esta etapa comprende un estado temprano de formación de la cabeza, que se inicia cuando esta tiene entre cinco y ocho centímetros de diámetros. En este estado, las hojas internas del corazón se desarrollan rápidamente, formando una estructura semejante a una bola de hojas superpuestas, rodeada por hojas más viejas circundantes, las cuales no ejercen presión contra la cabeza en desarrollo.

Comprende también el estado de llenado de la cabeza, cuando esta tiene entre 8 y 15 centímetros de diámetro, todavía sin una consistencia firme. La presión hacia fuera, que ejercen las hojas que se van formando en el corazón, fuerzan a las hojas más externas superpuestas conformando la cabeza. Esta cabeza redondeada está rodeada por las hojas envolventes (las cuatro hojas exteriores semi – extendidas que están unidas a la cabeza). Finalmente, comprende el estado de madurez, cuando la cabeza adquiere la máxima dureza y tamaño, de aproximadamente 12 a 18 cm. Al final de esta etapa, la cabeza adquiere la consistencia ideal y está lista para cosecharse.

### **3.7 Rendimiento y rentabilidad del cultivo**

El rendimiento del cultivo de repollo se estima con base al número de cabezas comercializables por unidad de área, en cambio cuando se habla de la rentabilidad económica del cultivo se considera la relación entre el número de cabezas comercializables y el precio por cabeza menos los costos de producción. El número de cabezas formadas está determinado por la densidad de plantas y el porcentaje de esas plantas que llegan a formar cabeza. En este último aspecto podrían intervenir una serie de factores ecológicos y genéticos así como las dosis de fertilización y distancias de siembra utilizados.

Generalmente para medir el grado de rentabilidad de una tecnología o cultivo se hace por medio de un análisis económico donde se utilizan entre otros datos los siguientes: 1) El Ingreso Bruto, 2) El ingreso neto, 3) Los costos variables en cada tratamiento (se definen como los costos relacionados a los insumos comprados, la mano de obra utilizada), 4) Presupuesto parcial, 5) Análisis de dominancia y 6) La tasa de retorno marginal, considerando esta última como el beneficio que obtiene el productor por cada córdoba invertido en la producción de un cultivo debido a adoptar una nueva tecnología (CIMMYT, 1998).

Centeno y Baca (1996), en una evaluación de rendimiento agronómico de doce cultivares de repollo entre las que se estudió Izalco encontraron que este híbrido alcanzó un diámetro polar de 18.23 cm el que resultó estadísticamente superior solo al del cultivar Yeshen (13.15 cm), el resto fueron similares. En el caso del diámetro ecuatorial Izalco presentó 15.85 cm el que resultó estadísticamente inferior solamente a los de Mighty YR (19 cm), Superette YR (16.16 cm) y Fortuna (15.95 cm). Los diámetros ecuatoriales del resto de cultivares fueron similares a la de Izalco. De igual manera se estimó la forma de la cabeza del repollo de Izalco, la que al obtener un índice de forma de 1.1 se tipifica como redonda y una consistencia de 0.40 considerada como alta en relación al del resto de cultivares.

Rueda (1990), no encontró diferencias en el peso y precio por cabeza de repollo de la variedad Superette, en un experimento donde se determinó el periodo crítico al ataque de *Plutella xylostella* L.

De igual manera Rodríguez (1992), tampoco encontró diferencias en el peso/cabeza de repollo los cuales variaron entre 1,750 y 2,150 gramos; la variable número de cabezas comerciales tampoco resultaron diferentes obteniendo valores entre 28,750 y 35,312 cabezas/ha. este estudio evaluó diferentes criterios de aplicación para el manejo de *Plutella xylostella* L en repollo.

Resultados similares obtuvo Pineda (1993), al no encontrar diferencias con distintos criterios de aplicación para el control de *Plutella xylostella* en las variables: Número de cabezas/ha (16,250 a 26,563), el peso/cabeza (1,800 a

2.400 gramos): diámetro de las cabezas (9.8 a 10.9 cm) y la altura de cabeza (12.80 a 13.60 cm).

Grijalba (1992), en una evaluación del rendimiento agronómico de seis cultivares de repollo (Summer Autumn, Mighty YR, Perfect Ball, Mighty, Yessen No. 631-4, Yessen No. 33-18) encontró como resultado que el diámetro polar varió entre 12.23 y 14.33 cm, el diámetro ecuatorial fluctuó de 12.04 a 19.68 cm; el índice de forma registrado fue de Summer Autumn 0.73/redondo, Mighty YR 0.74/redondo, Perfect Ball 1.02/redondo, y 0.67 para Mighty, Yessen No. 631-4 y Yessen No. 33-18 lo que las caracteriza como aplastado. El troncho interior varió entre 5.28 a 6.69 cm el que no presentó diferencias significativas entre los cultivares, tampoco la consistencia mostró diferencias significativas entre los cultivares obteniendo valores de 0.50 a 0.70. Para las variables plantas/ha y porcentaje de formación de cabezas tampoco se registraron diferencias significativas obteniendo valores entre 25.000 a 29.000 y 82 a 90 respectivamente; en cambio el peso de cabeza/parcela útil fue diferente entre los cultivares Summer Autumn (24 kg) y Perfect Ball (9 kg).

Los canales o cadenas de comercialización son el camino que siguen los productos desde que salen de manos del agricultor hasta que son adquiridos por el consumidor. Las modalidades que pueden asumir este camino son muy variadas ya que existe gran cantidad de interrelaciones que son factibles de establecerse entre las unidades que participan en el sistema de producción/comercialización. En términos amplios, se podría afirmar que la forma general de un canal de comercialización hortícola es la siguiente: agricultor, intermediario, mayorista, detallista y consumidor (EERGVs. 1992).

En 1998, a nivel de mayorista, el precio en córdobas por docena y por unidad para repollo mediano varió o fluctuó de la siguiente: Managua, C\$ 46/doc y 3.8/cab; Esteli C\$ 33 y 2.75; León C\$ 40 y 3.3; Masaya C\$ 39 y 3.25; Matagalpa C\$ 46 y 3.6; Chontales C\$ 51 y 4.25; San Carlos C\$ 86 y 7.15. De enero a julio de 1999, el precio/docena y precio por cabeza a nivel de mayorista para repollo mediano a variado según la localidad de la siguiente manera: Managua C\$ 39/doc y 3.2 cab;

Esteli C\$ 25y 2; León C\$ 36 y 3; Masaya C\$ 29 y 2.4; Matagalpa C\$ 31y 4.4; Chontales C\$ 42 y 3.5; San Carlos C\$ 79 y 7. (Anexo 2) (MAGFOR, 1998d).

En la cadena de comercialización, cada eslabón significa un incremento en el precio del producto hasta llegar al consumidor. Así el precio/venta de una cabeza de repollo puede variar desde C\$ 1.06 a nivel del productor, C\$ 1.93 al intermediario, mayorista C\$ 2.75, detallista C\$ 4.25 y C\$ 6 al consumidor (MAGFOR, 1998c). De tal manera que podemos afirmar con mucha propiedad que el productor es el que recibe el precio más bajo y el consumidor paga el precio más alto siendo los intermediarios los que se quedan con los mayores márgenes de ganancia.

Cuando el intermediario realiza la compra en el campo del productor el precio que paga por plantío esta influenciado entre otros factores por: tamaño del plantío, número de plantas con cabezas formadas, distribución de las cabezas en el plantío (si es ralo o tupido), tamaño de la cabeza, grado de consistencia de cabeza; Calidad de la cabeza y el precio de plaza que hay en la época.

Luego el intermediario vende la cosecha al mayorista. En este caso el costo se incrementa debido al gasto de transporte y el precio del repollo depende de: el precio de plaza, su calidad, tamaño, grado de consistencia e incluso la hora en que se hace la transacción observándose que el precio de horas tempranas del día es mejor que el de las horas de la tarde.

A todos estos factores podemos agregar otros que en la actualidad afectan la producción y rentabilidad del cultivo de repollo tales como:

- Inseguridad en el campo (con la últimas situaciones en el campo rural muchos productores no se sienten muy seguros de laborar en sus fincas).
- Falta de credito (o en su efecto créditos con altas tasas de interés o la burocracia para accederlos hace que la disponibilidad de los fondos en tiempo y forma son realmente imposible)

- Ataque de plagas y enfermedades (como la *P. xylostella* y la Bacteriosis, *Xanthomonas campestris*. que en muchos casos causan pérdidas hasta de un 100% en el campo).
- Falta de asistencia técnica (muchos productores no cuentan con la asistencia técnica adecuada que les permita producir con calidad, tanto para el manejo de plagas como para el manejo agronómico del cultivo, es una de las causantes para no poder competir con precios y calidad con las hortalizas importadas de otros países del área centroamericana).
- Inestabilidad en los precios del producto (esto está determinado por la oferta en los mercados y dado que su producción es estacionaria a la hora que sale toda la producción el precio sufre caídas muy rápidas lo que muchas veces lleva al productor a tomar la decisión de que el producto se pierda en el campo ya que el corte y comercialización no es rentable).
- Altos costos de los insumos (como fertilizantes, plaguicidas y fungicidas elevando los costos de producción) (Aguilar. 1996).

#### IV.HIPOTESIS

Ha: Las distancias de siembra y las dosis de fertilizante **tienen** efecto significativo sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de repollo.

Ho: Las distancias de siembra y la dosis de fertilizante **no tienen** efecto significativo sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de repollo.

Ha: Las distancias de siembra y la dosis de fertilizante **tienen** efecto significativo sobre la rentabilidad del cultivo de repollo.

Ho: Las distancias de siembra y las dosis de fertilizante **no tienen** efecto significativo sobre la rentabilidad del cultivo de repollo.

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el departamento de Estelí a 150 km al norte de Managua en la comunidad de la Almaciguera, finca el Tisey, propiedad del productor Sr. Salvador Cerrato en el período comprendido de Septiembre – Diciembre de 1998. El suelo es franco arcilloso con un alto contenido de materia orgánica (LABSA, 1998). la temperatura en la zona oscila entre 26.5 °C y 27.5 °C. , la altura del Tisey es de 1200 – 1390 msnm. La latitud es de 12° 58' 47.4" N y la longitud de 086° 21' 46.6" W. la precipitación anual es de 1300 – 1600 mm.

### 5.2 Manejo del cultivo en el semillero

Un mes antes del trasplante del cultivo se prepararon 3 bancos para el semillero con las siguientes dimensiones: primer banco 30.5 m de largo, segundo banco 30.8 m de largo, tercer banco. 8 m de largo. Todos los bancos tenían 1 m de ancho. El total del terreno para el semillero fue de 69.3 m<sup>2</sup>, dejando 1 m entre banco y banco. Las plantitas de estos semilleros se utilizaron tanto para el estudio como para las plantaciones comerciales del productor. La siembra del semillero se realizó el 3 de Agosto de 1998, utilizando el híbrido de repollo Izalco. Al momento de la siembra, los bancos fueron desinfectados con cal viva y también aplicando a la vez Benomyl a razón de 4 cucharadas Bayer por cada Bomba de 20 Lts.

Los surcos en el banco se rayaron a una profundidad de 1.27 cm y a una distancia de 2.54 cm. La vigilancia fitosanitaria se realizó mediante recuentos semanales de plagas y enfermedades las que de acuerdo a los muestreos no hubo necesidad de aplicar medida de fitoprotección curativas, asegurando posturas sanas y vigorosas para el momento del trasplante.



### 5.3 Análisis de suelo y fertilización

Como parte del estudio antes del trasplante se realizó un análisis de suelo para determinar los niveles de nutrientes y con base a los resultados se estimó que la fuente de fertilización completa a utilizar fue la 18 – 46 – 0 (Cuadro 2),.

El fertilizante completo se aplicó en el fondo de cada surco siendo la dosis según el tratamiento de: 5.7 qq/ha equivalente a una dosis de 47 kg de nitrógeno y 119 kg/ha de fósforo y 8.5 qq/ha equivalente a una dosis de 70 kg de nitrógeno y 178 kg de fósforo (Anexo 1).

Para el caso de la fertilización con urea, su aplicación fue uniforme para todo el ensayo (no fue un factor a medir) aplicado en dos momentos: Una primera dosis de 2.85 qq/ha a los 25 ddt y una segunda dosis de 2.85 qq/ha a los 45 ddt para un total de 5.7 qq/ha de urea durante el ciclo del cultivo.

En total la dosis de macronutrientes aplicados considerando la dosis de completo (18-46-0) más la dosis de urea fue la siguiente: Dosis de 5.7 qq/ha igual a 166 kg de nitrógeno/ha y 119 kg de fósforo/ha; dosis de 8.5 qq/ha igual a 189 kg de Nitrógeno/ha y 178 kg de fósforo/ha; no fue necesario aplicar potasio debido a los niveles existentes en el suelo.

### 5.4 Manejo del cultivo en campo definitivo

#### 5.4.1 Preparación del terreno

Se realizaron 2 pases de arado con bueyes. Uno se realizó a los 15 días antes de realizar el trasplante, con el objetivo de destruir los rastrojos del cultivo anterior que era papa (*Solanum tuberosum* L. ) y el otro fue el día del trasplante. Ese mismo día se rayó el terreno dejando una distancia entre surco de 0.5 m.



- Area de bloque	:	240 m <sup>2</sup>
- Area total de bloque	:	720 m <sup>2</sup>
- Area entre bloque	:	24 m <sup>2</sup>
- Area total entre bloque	:	24m <sup>2</sup> *2 = 48 m <sup>2</sup>
- Area total del ensayo	:	720m <sup>2</sup> +48m <sup>2</sup> = 768 m <sup>2</sup>

### 5.5.2 Tratamientos

La estructura de los tratamientos fue un factorial donde se evaluaron: 3(Distancias)\*2 (Dosis) para un total de 6 tratamientos donde:

Factor A: Distancias de siembra entre plantas.

$$a1 = 40 \text{ cm}$$

$$a2 = 50 \text{ cm}$$

$$a3 = 60 \text{ cm}$$

Factor B: Dosis de fertilizantes 18 – 46 – 0

$$b1 = 4 \text{ qq/mz } \text{ ó } 5.7 \text{ qq/ha}$$

$$b2 = 6 \text{ qq/mz } \text{ ó } 8.5 \text{ qq/ha}$$

Ti = (Distancia en cm entre planta)\*( Dosis de Fertilizante 18 – 46 – 0)

$$T1 = a1b1 \quad 40 \text{ cm} * 4 \text{ qq/mz} \quad = \quad 5.7 \text{ qq/ha}$$

$$T2 = a1b2 \quad 40 \text{ cm} * 6 \text{ qq/mz} \quad = \quad 8.5 \text{ qq/ha}$$

$$T3 = a2b1 \quad 50 \text{ cm} * 4 \text{ qq/mz} \quad = \quad 5.7 \text{ qq/ha}$$

$$T4 = a2b2 \quad 50 \text{ cm} * 6 \text{ qq/mz} \quad = \quad 8.5 \text{ qq/ha}$$

$$T5 = a3b1 \quad 60 \text{ cm} * 4 \text{ qq/mz} \quad = \quad 5.7 \text{ qq/ha}$$

$$T6 = a3b2 \quad 60 \text{ cm} * 6 \text{ qq/mz} \quad = \quad 8.5 \text{ qq/ha}$$

## 5.6 Variables evaluadas

A partir de los 8 días después del transplante, se tomaron al azar 10 plantas las cuales se dejaron fijas para medir el crecimiento y desarrollo del cultivo. Se marcaron al azar 10 plantas a las cuales cada 8 días se les tomó datos sobre las siguientes variables:

- **Número de insectos.** En cada unidad experimental se registró el número de insectos presentes por planta.
- **Número de hojas verdaderas.** Las hojas verdaderas, es el parámetro que mide el crecimiento y desarrollo de la planta, nos indica los cambios fenológicos durante el ciclo. Semanalmente se registraban las nuevas hojas verdaderas que tenía la planta después del último recuento considerándose como hoja verdadera aquella hoja nueva completamente abierta, por las características de la planta de repollo; esta variable solo fue posible registrarse hasta que el cultivo entró a su etapa de preformación de cabeza (45-50 ddt).

Al momento de la cosecha en la parcela útil se tomaron datos sobre:

- **Número de plantas.** Se hizo con el fin de verificar si se habían garantizado las densidades de población de acuerdo a las diferentes distancias de siembra en evaluación, se registró el número de plantas en cada parcela para luego estimar la población total por hectárea.
- **Número de cabezas formadas.** Se consideró como cabezas formadas aquellas que se podían comercializar por su calidad, peso, tamaño y consistencia.
- **Porcentaje de formación de cabeza.** Esta variable se estimó relacionando el número de cabezas formadas en cada parcela útil con relación al número de plantas existente en esa parcela según la densidad poblacional en estudio

multiplicada por 100. esta variable nos permitiría comparar el porcentaje de cabezas comerciables producidas en las diferentes densidades de siembra.

De cada parcela útil se tomaron al azar 3 cabezas de repollo las que fueron llevadas a los laboratorios de la ESAVE/UNA a las que se les midió:

- **Peso/cabeza.** Cada cabeza fue pesada considerando 3 ó 4 hojas envolvente (hojas de roseta).
- **Precio/cabeza.** El precio se estimó tomando 3 niveles :
  - ☉ El del **productor** que es como lo vende él en el campo **al intermediario**
  - ☉ El del **mayorista** (Mercado de Mayoreo en Managua) es el que le compra al intermediario.
  - ☉ El del **consumidor** que es el precio que paga en los mercados.
- **Calidad de la cabeza.** Para estimar esta variable a cada cabeza se le desprendieron las cinco primeras hojas envolventes y luego bajo la escala de Chalfant y Brette (1965), se les registró el grado de daño foliar que presentaban.

#### Escala de grado de daño foliar:

1. Sin daño aparente de insectos
2. Con ataque menor de insectos en hojas envolventes ( 0 – 1 % de la hoja dañada)
3. Con ataque moderado de insectos en hojas envolventes pero sin daño en la cabeza ( 2 – 5% de la hoja dañada)
4. Con ataque moderado de insectos en hojas envolventes y ataque menor en la cabeza ( 6-10% de daño en la hoja)
5. Moderado a fuerte ataque en las hojas envolventes y en las hojas de la cabeza (11-30% de la hoja dañada)

6. Considerable ataque de insectos en las hojas envolventes y en las hojas de la cabeza. presentando numerosas raspaduras en la cabeza ( mas del 30% de daño)

- **Índice de formación.** Esta variable indica la forma de la cabeza del repollo y para estimarlo, la cabeza fue partida longitudinalmente, luego para obtener el índice de formación, se procedió a medir el diámetro polar y ecuatorial del repollo de acuerdo a la escala de Ojeda y Guerra (1987).

Para el cálculo del índice de formación se utilizó la siguiente fórmula:

**Índice de formación = H/D, donde:**

**H = Altura o diámetro polar de repollo**

**D = Diámetro ecuatorial del repollo**

**Escala:**

Aplastados	0.4 – 0.7
Redondos con ligero aplastamiento	0.7 – 0.8
Redondos	0.8 – 1.1
Cónicos	1.1 – 1.4
Ovales	1.4 – 2.1

- **Grado de consistencia.** Esta variable estima la relación que existe entre el peso neto y el volumen de la cabeza del repollo que se traduce en el grado de dureza, compactación o textura de la cabeza. Su cálculo se realizó de acuerdo a la siguiente fórmula (Ojeda y Guerra, 1987).

Consistencia = Peso neto/volumen

$$\text{Volumen} = 0.5236 * HD^2$$

H = Diámetro polar

D = Diámetro ecuatorial

- **Troncho exterior.** Se determinó midiendo el diámetro y el largo del troncho de la cabeza del repollo medido de la base de la cabeza hasta donde iniciaban las primeras raíces adventicias, considerándose corto hasta 15cm; medio, de 15-20 cm; largo, más de 20 cm
- **Troncho Interior.** Se determinó midiendo el diámetro y el largo del troncho de la cabeza del repollo medido de la base de la cabeza donde se ubica la primera hoja envolvente hasta la yema apical del tallo

A los datos que les correspondían fueron transformados a unidades por hectárea y luego se estimaron las variables:

- **Ingreso Bruto.** Se estimó con base al número de cabezas/hectáreas multiplicado por el precio por cabeza obtenido a nivel del productor, ya que se está evaluando lo rentable del cultivo para las condiciones del productor.
- **Costos de Producción.** Se estimaron de acuerdo a los requerimientos del productor considerando los costos totales de producción con base a los costos fijos y costos variables.
- **Ingreso neto.** Se estimó restando los costos de producción a los ingresos brutos por cada tratamiento.
- **Análisis económico.** Para hacer este análisis primero se ajustaron los rendimientos (cabezas/ha) de campo en un 20%; el rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con este tratamiento. Con este ajuste se calculó el

Ingreso Bruto multiplicando el número de cabezas/ha por el precio/cabeza. Los costos totales variables fueron estimados calculando el costo del fertilizante y el costo de la mano de obra para transplante y aplicación de fertilizante.

Se estimaron los beneficios netos marginales y los costos variables marginales y mediante el análisis de dominancia se seleccionaron los mejores tratamientos, para esto se ordenaron los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Finalmente se determinó la tasa de retorno marginal dividiendo los beneficios netos marginales entre los costos variables marginales multiplicando por 100 para expresarla en porcentajes estimándose de esta manera cuál de las opciones tenía mejor rentabilidad.

## 5.7 Análisis de los datos

Una vez recolectados los datos se procesaron y analizaron a los que se le aplicaron Análisis de varianzas y separación de medias (Tukey). El modelo utilizado en los ANDEVAS considerando dos factores distribuidos en un B.C.A (Pedroza, 1993) fue:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + F_j + (D \cdot F)_{ij} + B_k + E_{ijk} \quad \text{donde:}$$

- $i = 1, 2, 3, \dots, d$                     niveles del factor distancia  
 $j = 1, 2, 3, \dots, f$                     niveles del factor dosis de fertilización  
 $k = 1, 2, 3, \dots, b$                     repeticiones o bloques

- $Y_{ijk}$     =    La k-ésima observación del i-j-ésimo tratamiento.  
 $\mu$        =    Media poblacional estimada a partir de los datos del ensayo  
 $D_i$       =    Efecto del i-ésimo nivel del factor distancia de siembra  
 $F_j$       =    Efecto del j-ésimo nivel del factor dosis de fertilizante completo



- $(D \cdot F)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre los factores distancias (D) \* dosis (F)  
 $B_k$  = Efecto del k-ésimo bloque  
 $E_{ijk}$  = Efecto aleatorio de variación (Error)

Para las variables que se estimó convenientes se consideró hacer las siguientes comparaciones con base a contrastes:

T1,T3,T5 vs. T2,T4,T6 = Dosis de fert. de 4qq/mz vs. Dosis de fert. de 6qq/mz.

T3,T4 vs. T1,T2,T5,T6 = Dist. de siembra que usa el productor vs. Distancias en prueba

T3 vs. T4 = Dosis de 4qq/mz vs. 6 qq/mz dentro de una misma distancia de siembra que usa el productor ( 50 cm)

T1 vs. T5 = Dist. de 40cm vs. 60 cm a una misma dosis de 4qq/mz

T2 vs. T6 = Dist. de 40 cm. vs 60 cm a una misma dosis de 6qq/mz.

• **CONTRASTES A APLICAR:**

Comparaciones	T1	T2	T3	T4	T5	T6
T1,T3,T5 vs T2,T4,T6	1	-1	1	-1	1	-1
T3,T4, vs T1,T2,T5,T6	-1	-1	2	2	-1	-1
T3 vs. T4	0	0	1	-1	0	0
T1 vs. T5	1	0	0	0	-1	0
T2 vs. T6	0	1	0	0	0	-1

Tomando en cuenta que el estudio consideraba el efecto de la relación de distancias de siembra y dosis de fertilización en la metodología se propuso aplicar a los datos de las variables, análisis con contrastes ortogonales. Sin embargo al realizar los respectivos análisis de varianza (ANDEVA) se obtuvo que la interacción entre distancias y dosis aplicada no fueron estadísticamente significativa por lo que se decidió realizar pruebas de separaciones de medias únicamente a los promedios de los efectos simples de los dos factores en estudio (Anexo 4).

Debido a que se presentaron bajos niveles poblacionales de insectos y que no fue el objetivo principal del estudio, se determinó que no era necesario someterlo a un análisis estadístico.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 Análisis de suelo

Según los resultados y de acuerdo a Quintana *et al* (1992); el suelo tiene las siguientes características: pH Muy frecuentemente ácido; MO Alto; Nitrógeno (N) Alto; Fósforo (P) pobre; Potasio (K) Alto; Textura Franco Arcilloso (Cuadro 2, Anexo 2).

El repollo se da bien en suelos desde arenosos hasta arcillosos. Al tener un suelo con textura franco arcilloso se esperaba que el cultivo no tenga problemas para desarrollarse en esta clase de textura. Con relación al pH se recomiendan rangos de 5.7-8.0; 6.5-7.5 (Maroto, 1990; Arzola *et al*; 1986). El pH encontrado fue de 5.1 considerado muy fuertemente ácido. Esto quizás afecte la absorción de macronutrientes, máxime si se considera que este valor está fuera de los rangos óptimos que se sugieren (Lorenz y Maynard 1980) que son: nitrógeno, 6.0-8.0, fósforo, 6.5 – 7.0, potasio y azufre, 6.0- 8.5 por lo que se considera que la reacción de suelo óptima para este cultivo es la ligeramente alcalina; pH por debajo de 5.5 tiene un efecto de crecimiento insatisfactorio del cultivo (Arzola *et al*; 1986). Esta condición pudiera haber afectado todo el cultivo ya que las cabezas que se llegaron a formar, en consideración no alcanzaron su tamaño normal sino un tamaño mediano. Esto sugiere profundizar estudios sobre el efecto del pH en el grado de absorción de macronutrientes por la planta.

**Cuadro 2. Análisis de suelo de algunas propiedades físicas y químicas del terreno donde se realizó el estudio (LABSA/UNA, 1998).**

pH	MO %	N %	P ppm	K meq/100gr Suelo	Arcilla %	Limo %	Arena %	Clase de Textura
5.1	6.51	0.32	1.87	1.93	30	35	35	Franco Arcilloso

## 6.2 Crecimiento y desarrollo del cultivo

El crecimiento y desarrollo de una planta se refiere a los cambios cuantitativos y cualitativos y se expresan a través de diferentes variables. En este caso el crecimiento de la planta de repollo fue medido por el número de hojas verdaderas presentes durante el ciclo de la planta y el desarrollo referido a los cambios cualitativos lo que es llamada etapas fenológicas del cultivo.

Según CATIE (1990), define cuatro etapas de desarrollo del cultivo: etapa de plántula o de semillero; etapa de establecimiento del cultivo o pos- trasplante; etapa de preformación de cabeza y la etapa de formación de cabeza. De acuerdo a los resultados, el cultivo alcanzó cada una de estas etapas de la siguiente manera (Cuadro 3): en la etapa de semillero las plantas tuvieron un desarrollo normal alcanzando el estado de cotiledón hasta desarrollar 4 hojas verdaderas al momento del trasplante, 30 días después de la siembra. La etapa de establecimiento ó pos - trasplante fue de los 8 a los 29 ddt fecha a la cual se alcanzaron promedios de 10 a 12 hojas verdaderas/planta. La etapa de preformación de cabeza se registró de los 36-50 ddt alcanzando a esta fecha un promedio de 20 a 22 hojas verdaderas/planta; finalmente la etapa de formación de cabeza se inició a los 58 ddt con el llenado de cabeza hasta los 90 ddt. fecha en que se realizó la cosecha.

Este crecimiento del cultivo es similar con las etapas que define CATIE (1990) al separar el desarrollo fenológico según el número de hojas verdaderas de la siguiente forma: plántula o de semillero con 5 hojas; establecimiento o pos-trasplante comprende de 6 - 8 hasta 9-12 hojas; preformación de cabeza de 13-19 hojas y formación de cabeza cuando la copa tiene entre 8 a 15 cm de diámetro. Varela (1991), registra el desarrollo fenológico del híbrido Izalco en las etapas postransplante en: crecimiento vegetativo de 0-40 ddt; preformación de cabeza 40-60 ddt; formación de cabeza 60-80 ddt; en este caso la cosecha se realizó a los 90 ddt, justamente en la fecha media del periodo de cosecha que recomienda EERGVs (1992) de 80-100 ddt para este híbrido.

Es importante señalar que en la etapa postrasplante, el crecimiento de la planta se ve afectado por el grado de estrés y adaptación que sufre, así como el crecimiento y desarrollo del sistema radicular. Sin embargo al comparar los periodos en que se alcanza esta etapa con los registrados en otros estudios, se observa una ligera diferencia de 11 días, al completarse en este estudio esta etapa a los 29 ddt o sea 11 días antes que la señalada por Varela (1991), quien reporta la finalización de esta etapa a los 40 ddt. Igual situación se registró con la etapa de preformación de cabeza la que se completó a los 50 ddt, 10 días menos que lo reportado por Varela (1991). Esta diferencia en resultados para estas etapas específicas, podría ser el efecto de las condiciones climáticas (T°, precipitación) de las zonas donde se realizaron los estudios, mientras Varela (1991) lo realizó en la Zona de Sébaco en periodo de apante (noviembre a marzo) con riego y temperaturas promedios de 30 °C, este estudio se realizó en el Tisey-Esteli en época de postrera con temperaturas promedios de 26 °C y con precipitaciones normales de invierno. Estas condiciones favorecen más el crecimiento y desarrollo del cultivo que las anteriores.

En la etapa de formación de cabeza (58-90 ddt) se presentó la influencia del huracán Mitch el que provocó fuertes precipitaciones en la zona, saturando los suelos, disminuyendo con ello la aireación del suelo y la capacidad de nutrientes disponibles así como el ahogamiento de raíces. Esto podría explicar el hecho que el cultivo alcanzó su punto de cosecha hasta los 90 ddt observándose en todo el campo un retardo en el desarrollo de la cabeza y aunque presentaron buena calidad en cuanto al poco daño, el grado de compactación y tamaño de la cabeza resultó mediana en comparación con al tamaño normal que alcanza este híbrido en condiciones normales.

En cuanto a la influencia de los factores en estudio en el crecimiento y desarrollo del cultivo podemos afirmar que las distancias de 60 cm desarrollaron un ligera ventaja en número de hojas a partir de los 22 ddt en comparación con las demás distancias; sin embargo, en el último recuento de hojas 50 ddt se logró estabilizar entre 20 y 21 hojas verdaderas por planta.

El factor dosis de fertilización no mostró efectos considerables al obtener promedios de hojas verdaderas similares en cada etapa, pero si se mostró una mayor frondosidad de las plantas a distancias de 60 cm y dosis de 8.5 qq/ha.

**Cuadro 3. Desarrollo fenológico del cultivo de repollo híbrido Izalco (Sept. Dic. 1998; El Tisey-Esteli).**

TRATAMIENTOS	NUMERO DE HOJAS VERDADERAS PROMEDIO/PLANTA SEGÚN ETAPA FENOLOGICA							
	Plántula o Semillero	Establecimiento o Pos-trasplante				Preformación de cabeza		Formación de cabeza *
	1-30 dat	8 ddt	15 ddt	22 ddt	29 ddt	36 ddt	50 ddt	58-90 ddt
0.40m*5.7 qq/ha	4	5	6	8	11	14	21	Inició llenado de cabeza
0.40m*8.5 qq/ha	4	5	6	8	11	13	20	Inició llenado de cabeza
0.50m*5.7 qq/ha	4	5	6	7	10	13	20	Inició llenado de cabeza
0.50m*8.5 qq/ha	4	5	6	8	10	13	20	Inició llenado de cabeza
0.60m*5.7 qq/ha	4	5	6	9	11	12	21	Inició llenado de cabeza
0.60m*8.5qq/ha	4	5	6	10	12	14	22	Inició llenado de cabeza

\*En este estado ya no fue posible contabilizar el número de hojas verdaderas debido a que la planta inició el llenado de cabeza

• dat: Días antes del trasplante ddt: Días después trasplante

### 6.3 Rendimiento

En el cultivo de repollo, el rendimiento agronómico está determinado por el número de cabezas que se forman y que tienen valor comercial. Aquí se abordan una serie de variables que están estrechamente relacionadas con el rendimiento (Cuadro 4; Anexo 4).

#### 6.3.1 Plantas/ha

El número de plantas/ha resultó ser significativamente diferente para el factor distancia de siembra ( $F= 1451.58$ ;  $P= 0.0001$ ), obteniendo la distancia de 0.40 m la mayor población con 48.333 plantas, seguida por la de 0.5 m con 38.125

plantas y por último la de 0.60 m con 33,292 plantas/ha las que fueron estadísticamente diferente entre ellas. Estos resultados indican que en el manejo del ensayo al momento de trasplante se garantizó este factor al obtener distintas densidades de población debido a las diferentes distancias entre plantas; las densidades de siembra son similares en ambas dosis de fertilización; estos resultados son lógicos ya que cada dosis considera las tres distancias de siembra y el efecto de las dosis de fertilización pudieran ser más evidentes en los cambios fenológicos y de rendimientos una vez que la planta ha sido transplantada y comienza a desarrollarse.

Resultados similares obtuvieron Ayala y Garza (1992) quienes lograron las mayores poblaciones de lechuga/ha a distancias de 0.25 m entre plantas (66,566 plantas) que a distancias de 0.35 m (47,476 plantas) no logrando detectar efectos debido al factor fórmulas de fertilización.

### **6.3.2 Cabezas formadas/ha**

Las cabezas/ha resultaron estadísticamente diferentes entre las tres distancias de siembra obteniendo el mayor número la distancia de 0.4 m con 43,750 seguida por 0.5 m con 33,416 y en la última categoría la de 0.6 m con 29,916 cabezas ( $F=163.06$ ;  $P=0.0001$ ). Para el factor dosis de fertilización no se encontraron diferencias con esta variable al obtener 36,000 y 35,388 cabezas/ha en las dosis de 5.7 qq/ha (4 qq/mz) y 8.5 qq/ha (6 qq/mz) quintales/ha, respectivamente.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por otros investigadores que no han encontrado diferencias significativas para esta variable entre los tratamientos aplicados. Esto se debe a que todos han sembrado sus ensayos bajo una misma distancia de siembra la que generalmente es de 0.5 m entre surco y 0.5 m entre planta encontrándose promedios de cabezas/ha entre los tratamientos aplicados en estudios realizados por Rueda (1990), Rodríguez (1992) Pineda. (1993), Centeno y Baca. (1996) los que obtuvieron 26,296, 33,125, 22,579 y 20,182 cabeza/ha. respectivamente. Al comparar estos resultados particularmente con la distancia de siembra de este estudio de 0.5 m entre planta y 0.5 m entre surco. se

encontró que los valores fueron mayores al obtener 33,416 cabezas/ha. Todos estos resultados de cabezas/ha sobrepasan los rendimientos técnicos, real y promedio nacional que se calculan son del orden 26,615, 20, 566 y 16,574 cabezas/ha, respectivamente (MAGFOR, 1998c). Esta sobreestimación de rendimiento se puede deber a dos razones: primero al manejo. A nivel de experimento los investigadores con frecuencia son más precisos al manejar las variables experimentales y más oportuno que el agricultor al realizar actividades como espaciar las plantas, aplicar el fertilizante o combatir las malezas; segundo, tamaño de la parcela. Los rendimientos calculados con base en parcelas pequeñas con frecuencia sobreestiman el rendimiento de un campo entero debido a errores cometidos al medir la superficie cosechada y porque las parcelas pequeñas tienden a ser más uniformes que las de un campo grande (CIMMYT, 1998).

En este caso la diferencia estadística obtenida en la variable cabezas formadas/ha obedece directamente al factor distancia la que impuso una cantidad de planta que tienen un efecto directo sobre el número de cabezas que se formaron ya que cuando se analizó la variable porcentaje de cabezas formadas/ha no se encontraron diferencias significativas para el factor distancias (90%, 88% y 90 %). Ni para la dosis de fertilización (90% y 80 %). eso indica que cada población de plantas que se sembró independientemente de su distanciamiento y dosis que se le aplicó pudieron desarrollar cabeza comercial llegando a una proporción uniforme entre los factores en estudio.

Es importante señalar que son pocos los estudios sobre las distancias de siembra óptimas en el cultivo de repollo, lo que limita la posibilidad de comparación con otros resultados nacionales; los datos obtenidos en este estudio vendrán a llenar un poco el vacío de información existente en esta área.

### **6.3.3 Peso/cabeza**

El peso por cabeza no fue influenciado por la distancia de siembra ni por la dosis de fertilización ya que sus valores no resultaron estadísticamente diferentes para



ninguno de los factores en estudio ( $F=0.57$ ;  $P=0.5816$  para distancia y  $F= 0.44$ ;  $P=0.5210$  para dosis) variando entre 1.2 y 1.35 kg. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Rodríguez (1992) al tener un peso/cabeza promedio de 1.75 a 2.15 kg ni con los resultados de Pineda (1993) que registró cabezas de repollo con un peso entre 1.75 y 2.4 kg todos ellos superiores a los obtenidos en este estudio, a pesar de utilizar la misma semilla del híbrido Izalco, lo que hace suponer que el factor de exceso de humedad en el suelo durante la etapa de formación de cabeza debido a las precipitaciones del huracán Mitch tuvo un efecto negativo en el tamaño, peso y desarrollo de las cabezas. Hay que considerar que el exceso de humedad en el suelo reduce la toma de oxígeno por las raíces, lo que afecta la fisiología y morfología de las plantas pudiendo la cabeza quedar pequeña y poco compacta. Esta posibilidad toma mayor fuerza si se considera que estas características de las plantas fue igual para todo el ensayo incluso para las plantaciones del productor; de tal manera que el exceso de humedad pudo haber eliminado el efecto esperado de las dosis aplicadas lo cual solo se puede explicar a la no disponibilidad de nutrientes en el suelo lo que generalmente se produce cuando éste está por encima de su capacidad de campo. Este estudio se refuerza si consideramos que en estas condiciones también se ve afectada la fisiología de la planta y no puede traslocar los nutrientes que acumula en las hojas de roseta hacia la cabeza lo que ocurre en la etapa de llenado de cabeza (Hora y Sonoda, 1979).

#### **6.3.4 Tronchos exterior e interior**

El troncho exterior se define como la porción del tallo de la base de la cabeza o repollo hasta la zona donde inicia el crecimiento de las raíces adventicias. En cambio el troncho interior es la porción del tallo que queda envuelto en la parte interna del repollo. Ambos son muy importantes. En el caso de este último mientras más largo sea más insuficiente es la calidad de los repollos (Ojeda, 1987).

Cada troncho se midió tomando en cuenta su diámetro y largo. Para el troncho exterior se registraron valores de diámetro promedio de 24 mm no encontrando diferencias significativas en el factor distancia ( $F= 1.03$ ;  $P= 0.3924$ ) ni al factor

dosis de fertilización ( $F= 0.01$ ;  $P=0.9058$ ), tampoco se encontraron diferencias significativas en el largo del troncho para el factor distancia ( $F=2.74$ ;  $P= 0.1123$ ) y ni para el factor dosis ( $F=0.32$ ;  $P= 0.5836$ ) obteniendo valores promedios entre 57.1 y 62.2 mm considerándose según esta medida como un troncho corto (Ojeda, 1987). El troncho interior tampoco resultó ser estadísticamente diferente para el factor distancia y dosis tanto para su diámetro como para su largo, variando sus valores entre 20.1 a 21.4 mm y de 82.4 a 85 mm, respectivamente.

El estudio de ambos tronchos es muy importante debido a que cada uno de ellos cumple una función determinada. En el caso del troncho exterior, es donde se ubican las hojas de roseta las que cumplen la función de protección de la cabeza para el transporte y manipulación del repollo en la cadena de comercialización. Normalmente en 60 mm de largo de troncho exterior se ubican entre 5 y 6 hojas de roseta las que generalmente exige el intermediario al momento del corte para la seguridad en la manipulación del producto. En cuanto al troncho interior, mientras más largo es, los entrenudos también son más grandes dando lugar a la desuniformidad interna y poco compacta la cabeza, resultando repollos muy flojos los que son fuertemente castigados en el precio al momento de la venta.

### **6.3.5 Consistencia, índice de forma y calidad de las cabezas**

La consistencia estima la relación que existe entre el peso neto de la cabeza y su volumen. Esta variable es de vital importancia porque representa el grado de compactación o dureza, factor que toma muy en cuenta el comprador al momento de pagar un precio determinado. De forma práctica este parámetro se comprueba por medio de la presión manual de la cabeza.

Los resultados indican que ni la distancia de siembra ( $F= 0.81$ ;  $P= 0.4707$ ) ni las dosis aplicadas ( $F=0.13$ ;  $P= 0.7258$ ) tuvieron un efecto significativo sobre la consistencia obteniendo valores estadísticamente similares entre 0.74 y 0.77. Grijalba (1992) registro resultados similares al no encontrar diferencias significativas en el grado de consistencia de la cabeza para seis cultivares de repollo obteniendo valores entre 0.50 y 0.70.

El índice de forma varió entre 0.93 y 0.94, esto clasifica las cabezas de repollo de Izalco como redondas. Estos valores resultaron estadísticamente similar tanto para el factor distancia ( $F= 0.84$ ,  $P= 0.4584$ ) como para el factor dosis de fertilización ( $F= 0.04$ ,  $P= 0.85119$ ). Esta variable está más determinada por las características genotípicas de la variedad o híbrido. Sin embargo es muy importante tomarla en cuenta ya que el consumidor prefiere cabezas redondas. En conclusión la distancia de siembra y la dosis de fertilización no tuvieron ningún efecto significativo sobre la forma de las cabezas, esta respondió más a las características genéticas de la planta.

La escala de daño (Chalfant y Brett, 1965) que mide la calidad de la cabeza se refiere al grado de daño por insectos, y según los resultados todas las cabezas fueron clasificadas como categoría "1" equivalente a "**Sin daño aparente de insectos**". Esto es lógico si se considera que la presencia de *Plutella xylostella* L. y otras plagas del cultivo fue casi nula; es notorio que las cabezas fueron muy sanas de tal manera que para esta variable el efecto de distancia y dosis fue similar en todos los tratamientos.

Cuadro 4. Efecto de distancias de siembra y dosis de fertilización del cultivo de repollo (Híbrido Izalco) sobre las variables de rendimiento.

Distancia de siembra	Plantas/ha		Cabezas/ha	% de cabezas formadas	Peso/Cabeza (kg)	Troncho Exterior (mm)		Troncho interior (mm)		Consistencia	Índice de forma	Calidad (Chalfan 1965)
						Diámetro	Largo	Diámetro	Largo			
0.4 m	48333	a	43750 a	90 a	1.3 a	24 a	57.2 a	20.1 a	85.0 a	0.77 a	0.94 a	1
0.5 m	38125	b	33416 b	88 a	1.2 a	24.2 a	57.1 a	20.3 a	82.4 a	0.74 a	0.92 a	1
0.6 m	32292	c	29916 c	90 a	1.35 a	25.1 a	62.2 a	21.4 a	85.0 a	0.77 a	0.94 a	1
<b>DOSIS DE FERTIL.</b>												
5.7 qq/ha	39777	a	36000 a	90.2 a	1.25 a	24.4 a	58.3 a	20.1 a	83.4 a	0.75 a	0.93 a	1
8.5 qq/ha	4005	a	35388 a	80.2 a	1.32 a	24.4 a	59.4 a	21.0 a	85.0 a	0.77 a	0.93 a	1
R <sup>2</sup>	0.99		0.97	0.77	0.26	0.27	0.51	0.43	0.31	0.36	0.62	--
CV	1.23		3.86	3.57	17.9	6.35	7.34	4.65	8.18	6.88	2.26	--

## 6.4 Análisis económico

### 6.4.1 Precio/cabeza

Esta variable fue estimada en tres nivel de comercialización: productor, mayorista (Mercado Mayoreo Managua) y Consumidor.

A nivel del productor, el precio resultó estadísticamente similar para los factores distancia y dosis de fertilizantes (Cuadro 5 y Anexo 4.11) obteniendo valores entre 1.45 y 1.75 córdobas/cabeza. Se considera que a este nivel, el precio en cada tratamiento estuvo fuertemente influenciado por la distribución y el número de las cabezas en el plantío o sea el grado de apariencia entre ralo y tupido, observándose que aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas existe una tendencia de obtener mayores precios a distancias de 0.40 m y en aplicaciones de 8.5 qq/ha. Esto es debido a que el intermediario al momento de comprar el plantío valora mucho el número de cabezas formadas así como el tamaño de la cabeza.

A nivel de mayorista tampoco se encontraron efectos significativos de las distancias de siembra y dosis de fertilización (Cuadro 5 y Anexo 4.12). Sus valores variaron entre 2.08 y 2.41 córdobas/cabeza, es notorio un incremento del precio del nivel del productor al del mayorista en Managua. En los últimos seis años el precio/cabeza a nivel de mayorista (Managua) ha variado entre 2.25 y 3.8 córdobas en 1994 y 1998, respectivamente (Figura 1). Sin embargo, es importante señalar que en el periodo de Enero-Julio de 1999 el repollo alcanzó un nivel promedio de 3.2 córdobas en Managua. Estos precios varían considerablemente dependiendo de la localidad lo que podría estar influenciado por los costos de transporte. Así, en 1998 mientras una docena de cabezas de repollo en Estelí costaba CS 33, en San Carlos cuesta CS 86, lo que equivale a un costo de CS 2.75 y CS 7.15 respectivamente, lo que representa un incremento en el costo de 4.4 córdobas entre ambas localidades. En 1998 los mayores precios/cabeza se alcanzan en San Carlos, CS 7.15; Chontales, CS 4.25; Managua y Matagalpa con CS 3.80 y el precio más bajo se alcanza en Estelí con CS 2.75/cabeza (Figura 3 y

Anexo 3). Sin embargo, en Matagalpa que es una zona productora de repollo alcanza niveles altos de precio con relación a otros departamentos. Esto pudiera ser el resultado de los que se conoce como el turismo de las hortalizas que consiste en que una vez que se produce la hortaliza en esas zonas es traída a Managua de donde es llevada de regreso por intermediario a su misma zona de origen pero ya con el precio encarecido por los costos de transporte ( Samcam, 1998).

El precio/cabeza en el nivel de comercialización del consumidor fue estimado en Managua. En este caso los resultados indican que tanto las distancias de siembra como la dosis de fertilización no tuvieron efectos significativos (Cuadro 5 y Anexo 4.13). Para esta variable sus valores fluctuaron entre 3.70 y 4.10 córdobas, observándose nuevamente un incremento en el precio con relación al nivel de comercialización anterior.

En la cadena de comercialización intervienen varios intermediario y en cada nivel el precio se incrementa. En este caso se estimó que el precio promedio/cabeza a nivel de productor fue de CS 1.59. Mayorista CS 2.23 y CS 3.9 a nivel del consumidor, incrementándose el precio en 0.64 centavos del nivel del productor al mayorista y CS 1.67 del mayorista al consumidor, representando un incremento total del productor al consumidor 2.31 córdobas (Figura 2). Esto hace indicar que los mayores márgenes de ganancia los obtienen los intermediarios y no el productor; el que paga esa diferencias de precio es el consumidor que representa el último nivel de la cadena de comercialización.

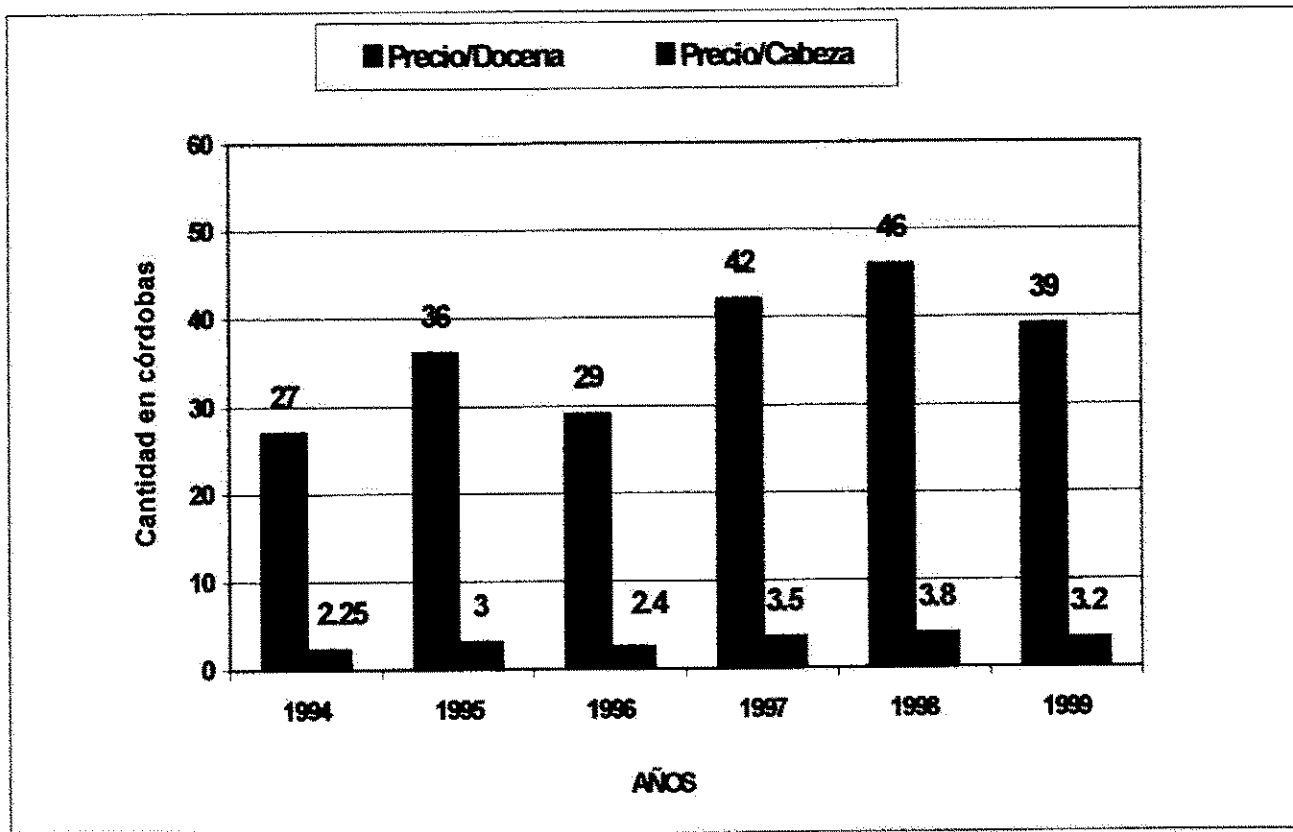


Figura 1. Precio de repollo a nivel de mayorista en Managua en el período 1994-1999.

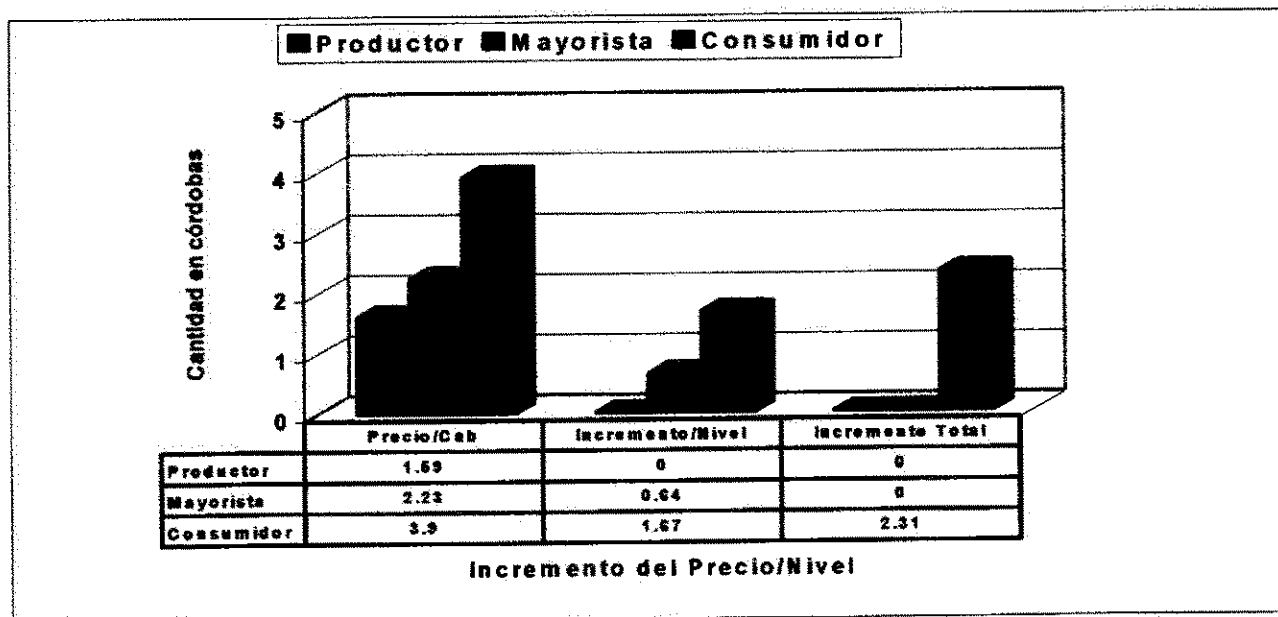


Figura 2. Incremento precio/cabeza de repollo según nivel de comercialización (Diciembre 98).

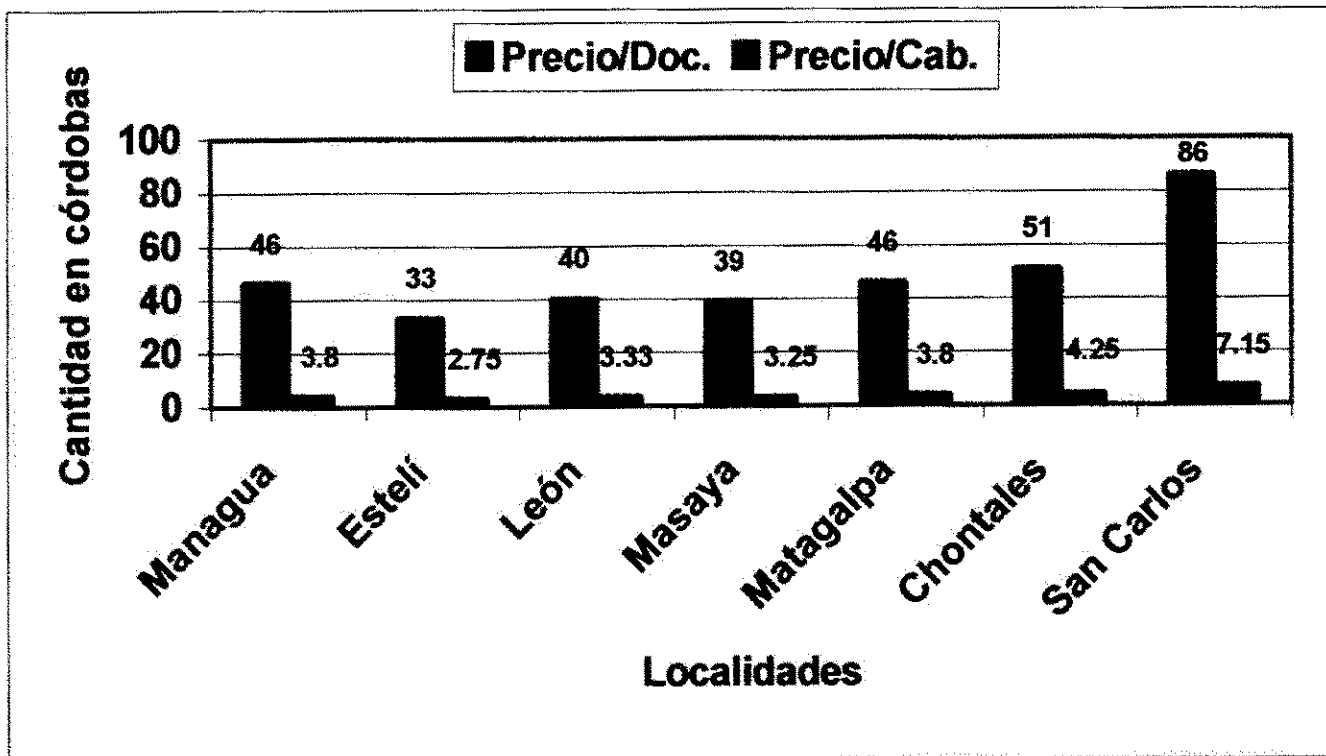


Figura 3. Precio repollo a nivel de mayorista por localidad en el año 1998.

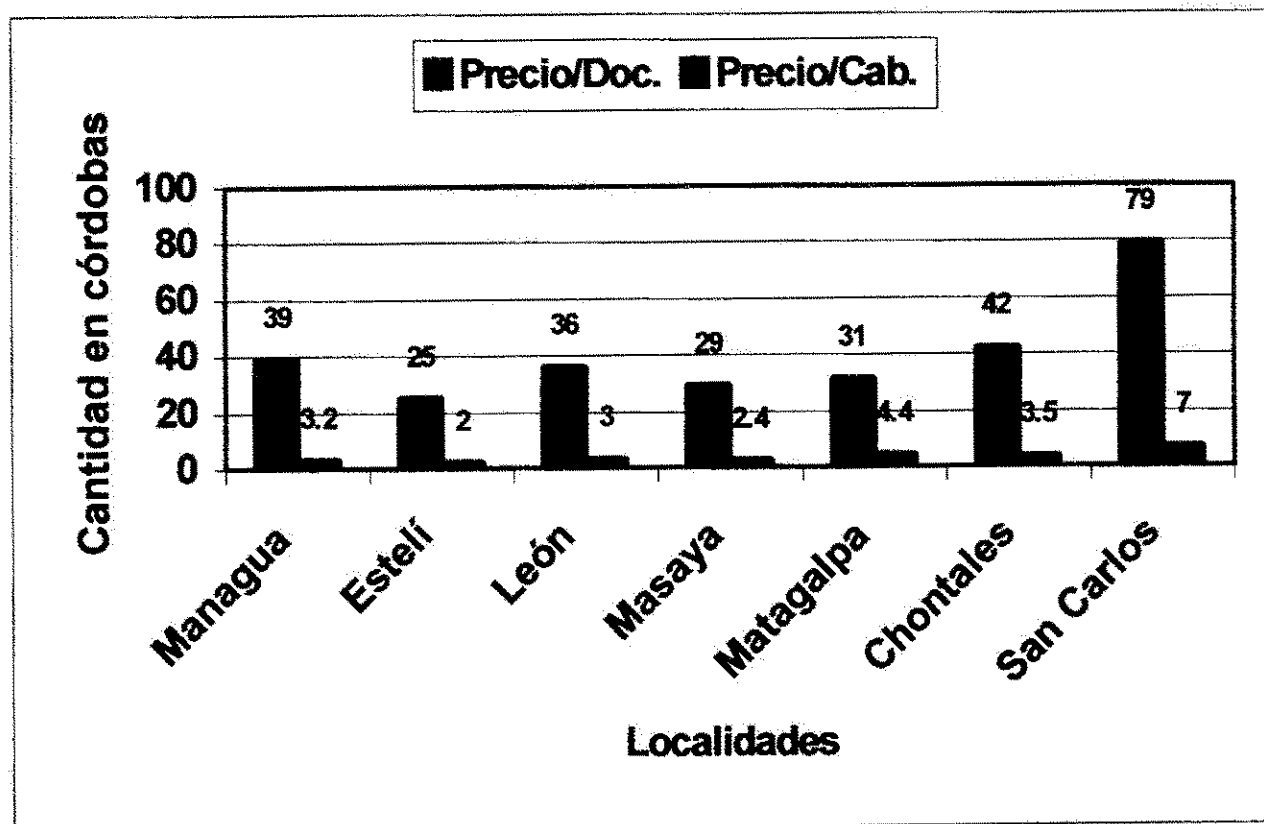


Figura 4. Precio de repollo a nivel de mayorista por localidad, Enero-Julio 1999.



## 6.4.2 Ingreso Bruto

Para el factor distancia, el ingreso bruto resultó estadísticamente diferente ( $F=3.95$ ;  $P=0.0544$ ) al obtener la distancia de 0.40 m entre planta ingresos de C\$ 76.986 (Ajustado C\$61,017) los que resultaron significativamente superior a los de las distancias de 0.50 m y 0.60 m . El factor dosis de fertilización no tuvo efecto significativo sobre el ingreso bruto (Cuadro 5).

El principal factor de la diferencia en el ingreso bruto con la distancia de 0.40m, se debe al mayor número de cabezas que existen debido a la menor distancia de siembra lo que aseguró una mayor población de plantas, pero esto también está combinado con el efecto del precio/cabeza, ya que aunque este no resultó estadísticamente diferente entre el factor distancias existe la tendencia de ser mayor en la distancia de 0.4 m (C\$ 1.75). El resultado de que el ingreso bruto no fue estadísticamente diferente a pesar de alcanzar un precio/cabeza de C\$ 1.73 para la dosis de 8.5 qq/ha se debe a que cada dosis considera todas las distancias y con ello las distintas densidades poblacionales.

Para realizar el análisis económico fue necesario ajustar los rendimiento de cabezas/ha en un 20 % menos (15% de pérdida + 5% de sobre estimación), considerando que generalmente los datos experimentales sobre estiman la producción en comparación al de las condiciones del productor aún cuando los experimentos se hacen en finca del productor esto debido al manejo de los experimentos, tamaño de la parcela las que en un campo pequeño tienden a ser más uniformes que en un campo grande (CIMMYT, 1988).

**Cuadro 5. Efecto de distancias de siembra y dosis de fertilización del cultivo de repollo (Hibrido Izalco) sobre las variables de rentabilidad.**

DISTANCIAS DE SIEMBRA	CAB/ha	PRECIO/CABEZA SEGUN EL NIVEL DE COMERCIALIZACIÓN (CÓRDOBAS)			INGRESO BRUTO (C\$)	INGRESO * BRUTO CON BASE A CAB/ha AJUSTADO
		Productor	Mayorista	Consumidor		
0.40 m	43750 a	1.75 a	2.20 a	4.10 a	76986 a	61,017
0.50 m	33416 b	1.45 a	2.08 a	3.70 a	47842 b	38,869
0.60 m	29916 c	1.57 a	2.41 a	3.90 a	46836 b	37,492
DOSIS DE FERTILIZ.						
5.7 qq/ha	36000 a	1.45 a	1.94 a	3.90 a	53.351 a	43,793
8.5 qq/ha	35388 a	1.73 a	2.52 a	3.91 a	61,090 a	48,792
R <sup>2</sup>	0.97	0.57	0.38	0.22	0.58	
CV	3.86	30.7	40.4	17.6	36.8	

Nota: Promedios seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferente Tukey = 0.05

- El rendimiento de cab/ha se ajustó en un 20%. A partir de estos datos se estimó el nuevo Ingreso Bruto

Cuadro 6. Presupuesto parcial de los beneficios netos y costos variables en córdoba según cada tratamiento estimados con base a una hectárea (Tisey, Esteli, Dic-1998)

No.	INDICADOR	5.7qq/ha-0.4 m	8.5qq/ha-0.4 m	5.7qq/ha-0.5 m	8.5qq/ha-0.5 m	5.7qq/ha-0.6 m	8.5qq/ha-0.6 m
1.	Cabezas/ha	44,083	42,833	33,666	33,166	30,250	29,583
2.	Rendimiento de cabezas ajustado en un 20%	35,266	34,266	26,931	26,531	24,200	23,666
3.	Precio/cab. a nivel del productor	1.76	1.75	1.33	1.58	1.26	1.88
4.	<b>INGRESO BRUTO</b>	<b>62,068</b>	<b>59,966</b>	<b>35,818</b>	<b>41,919</b>	<b>30,492</b>	<b>44,492</b>
5.	<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>10,771.00</b>	<b>10,771.00</b>	<b>10,771.00</b>	<b>10,771.00</b>	<b>10,771.00</b>	<b>10,771.00</b>
6.	<b>COSTOS VARIABLES (C.V)</b>						
6.1	<b>C.V p' insumos</b>						
	Cantidad de fertilizante (qq)	5.7	8.5	5.7	8.5	5.7	8.5
	Costo de qq de fertilizante completo	135	135	135	135	135	135
	C. T. Variable para insumos	769.50	1147.50	769.50	1147.50	769.50	1147.50
6.2	<b>C.V p' Mano de Obra</b>						
	Cantidad de Jornal para transplante	21	21	17	17	14	14
	Cantidad de jornal para fertilizar	3	4.5	3	4.5	3	4.5
	C. T. Variable de jornales/ha	24	25.5	20	21.5	17	18.5
	Costo de D/H	20	20	20	20	20	20
	C. T. Mano de Obra	480	510	400	430	340	370
	<b>C. T. VARIABLES</b>	<b>1,249.50</b>	<b>1,657.50</b>	<b>1,169.50</b>	<b>1,577.50</b>	<b>1,109.50</b>	<b>1,517.50</b>
7.	<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>12,020.50</b>	<b>12,428.50</b>	<b>11,940.50</b>	<b>12,348.50</b>	<b>11,880.50</b>	<b>12,288.50</b>
8.	<b>INGRESO NETO</b>	<b>50,048</b>	<b>47,538</b>	<b>23,878</b>	<b>29,571</b>	<b>18,612</b>	<b>32,204</b>

### 6.4.3 Costos de producción

El costo de producción fue estimado en C\$ 12,015 por ha incluyendo el costo de transporte de Estelí a Managua en C\$ 3,060 (camión de capacidad de 18,000 unidades); el costo fijo estimado fue de C\$ 10,771.00 por ha; se estimaron los costos totales variables para cada tratamiento considerando los costos variables para insumos (fertilizante completo 18-46-0) más los costos variables para la mano de obra utilizada para el transplante y aplicación del fertilizante, obteniéndose los costos totales variables/tratamiento de: T1= 1,249.50; T2=1,657.50; T3=1,169.50; T4= 1,577.50; T5= 1,109.50; T6=1,517.50 (Cuadro 6).

### 6.4.4 Ingreso Neto

El ingreso neto en córdobas obtenido por tratamiento fue el siguiente: T1= 50,048; T2=47,538; T3=23,878; T4= 29,571; T5= 18,612; T6=32,204 córdobas (Cuadro 6). Estos valores resultaron de la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de producción.

### 6.4.5 Análisis de dominancia

El análisis de dominancia determinó que todos los tratamientos de dosis de 8.5 qq/ha (6qq/mz) resultaron dominados por los de dosis de 5.7 qq/ha (4qq/mz). Esto significa que desde el punto de vista económico ninguno de los tratamientos que consideran la aplicación de 8.5 qq/ha es rentable debido a que los costos variables en que se incurre por el costo del fertilizante y mano de obra, son mayores que los beneficios percibidos en comparación de los costos variables y los beneficios que se obtienen aplicando la dosis de 5.7 qq/ha. De tal manera que económicamente solo se justifica la dosis de 5.7 qq/ha.

**Cuadro 7. Análisis de dominancia para los tratamientos en estudio estimado en córdobas a diciembre 1998 (Tisey, Esteli).**

No. TRAT	DESCRIPCION	COSTO VARIABLE	BENEFICIO NETO	DECISION
5	5.7 qq/ha-0.6 m	1,109.50	18,612	NO DOMINADO
3	5.7 qq/ha-0.5 m	1,169.50	23,878	NO DOMINADO
1	5.7 qq/ha-0.4 m	1,249.50	50,048	NO DOMINADO
6	8.5 qq/ha-0.6 m	1,517.50	32,204	DOMINADO
4	8.5 qq/ha-0.5 m	1,577.50	29,571	DOMINADO
2	8.5 qq/ha-0.4 m	1,657.50	47,538	DOMINADO

#### 6.4.6 Tasa de Retorno Marginal (T.R.M)

Considerando que todos los tratamientos **no dominados** están dentro de la dosis de fertilización de 5.7 qq/ha, se analiza que para pasar de una distancia de siembra entre planta de 0.6 m a una de 0.5 m la tasa de retorno marginal estimada es de 8,777 %. En cambio para pasar de la opción de 0.5 m a 0.4 la tasa de retorno marginal sube hasta 32.713 %: Ambas tasas están muy por encima de la tasa de retorno marginal de referencia que se estima en un 150%. Para la TRM de 8,777 % implica que por cada córdoba invertido bajo esta opción el productor recupera su córdoba y 88 córdobas más; en el caso de la TRM de 32.713 % implica que por cada córdoba invertido bajo esta opción el productor recupera su córdoba y 327 córdobas más. Considerando los ingresos netos y la tasas de retornos marginales se concluye que la opción de mayor rentabilidad para el manejo del cultivo de repollo es sembrar a una distancia de 0.4 m entre plantas y aplicar una dosis de fertilizante completo 18-46-0 de 5.7 qq/ha. Cualquier otra opción que implique una aplicación de una mayor dosis de este fertilizante no es económicamente justificable (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Estimación de la tasa de retorno marginal con base a los costos marginales y beneficios marginales (Diciembre 1998. Tisey, Estelí).**

<b>No. TRAT</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>BENEFICIO NETO MARGINAL</b>	<b>COSTO VARIABLE MARGINAL</b>	<b>TASA DE RETORNO MARGINAL</b>
5	5.7 qq/ha-0.6 m	18,612	1,109.50	-----	-----	150 % *
3	5.7 qq/ha-0.5 m	23,878	1,169.50	5,266	60	8,777 %
1	5.7 qq/ha-0.4 m	50,048	1,249.50	26,170	80	32,713 %

\* Tasa de retorno marginal de referencia

## VII. CONCLUSIONES

1. El pH registrado en el campo es considerado muy fuertemente ácido y está fuera de los rangos óptimos para el cultivo, lo que quizás tenga un efecto negativo en el desarrollo y rendimiento.
2. Las distancias de siembra y las dosis de fertilización no tuvieron un efecto significativo en el desarrollo del cultivo, al alcanzar desde el semillero hasta la preformación de cabeza un número promedio de hojas verdaderas similar entre tratamientos; sin embargo, se mostró una mayor frondosidad de las plantas a distancias de 0.6 m y dosis de 8.5 qq/ha.
3. El inicio de la etapa de formación de cabezas (58 ddt) coincidió con las fuertes precipitaciones provocadas por el huracán Mitch, saturando los suelos lo que disminuyó la capacidad de nutrientes disponibles, esto provocó un retraso del desarrollo, grado de compactación y tamaño de la cabeza en todo el experimento.
4. Los mayores rendimientos expresados en números de cabezas formadas se obtuvieron en distancias de 0.4 m con 43,750 seguido por 33,416 con 0.5 m y 29,916 con 0.6 m. Esto se debe al número de planta/ha ya que el porcentaje de formación de cabezas fue similar entre las distancias de siembra. Para el número de cabezas formadas resultó igual aplicar cualquier dosis de fertilizante.
5. Para las variables peso/cabeza, tronchos exterior e interior, consistencia, índice de forma, calidad de las cabezas y precio/cabeza, resultó indiferente sembrar a distancia de 0.4 m, 0.5 m ó 0.6 m entre plantas así como aplicar dosis de fertilizante de 5.7 ó 8.5 qq/ha, ya que no se registraron diferencias estadísticamente significativas.
6. El mayor ingreso bruto se obtuvo con la distancia de 0.4 m entre planta el que resultó estadísticamente superior a los obtenidos en las otras y estuvo determinado por el mayor número de cabezas formadas y el precio/cabeza obtenido para este tratamiento el que a pesar de ser estadísticamente similar al del resto de distancias presentó un precio ligeramente mayor.
7. Desde el punto de vista de rentabilidad económica y con base al análisis de dominancia, todos los tratamientos que consideraron la aplicación de 8.5 qq/ha, resultaron dominados por los de 5.7 qq/ha; demostrando con ello que en estas condiciones no es recomendable aumentar las dosis de fertilización.
8. El tratamiento de mayor rentabilidad resultó ser cuando se siembra a una distancia de 0.4 m y se aplican 5.7 qq/ha al obtener una TRM de 32,713%, la que resultó 218 veces mayor que la TRM de referencia, sin embargo, en condiciones de mucha humedad también se puede utilizar la dosis de 5.7 qq/ha y 0.5 m ya que obtuvo una TRM igual a 8,777%.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Es conveniente determinar el efecto de pH del suelo sobre el grado de absorción de nutrientes por la planta así como su efecto sobre el rendimiento del cultivo.
2. Bajo las condiciones en que se realizó este trabajo el tratamiento óptimo económicamente es sembrar a distancia entre plantas de 0.4 m y aplicar 5.7 qq de completo 18-46-0.
3. No aplicar dosis de fertilizante completo 18-46-0 mayores a 5.7 qq/ha, hacerlo significa aumentar los costos de producción sin que por ello se logre un aumento significativo en los ingresos económicos netos.



## X. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, P. S. 1996. Situación de la producción de hortalizas en Nicaragua, departamentos de Jinotega y Estelí. Centro de Exportaciones e Inversiones (CEI), Managua, Nicaragua. 13 p.
2. ARZOLA, P. N; Fundora H.O. y Machado A. J. 1986. Suelo, planta y abonado. 1ª reimpresión. La Habana, Cuba. Editorial Pueblo y Educación 461 p.
3. ASOCIACION NICARAGÜENSE DE PRODUCTORES Y EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES. 1995. Zonas agroecológicas aptas para el cultivo de frutas y vegetales en Nicaragua. For export. Revista del exportador. Nic. 24-25 p.
4. AYALA, H.J. y GARZA, L. J.M. XVI. Dosis óptima económica de fertilización y densidades de población para lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la zona de Chapingo, México. Rev. Chapingo. México. Vol. XVI, No. 78. 56-61 p.
5. CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. Proyecto regional MIP. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico/ CATIE; No. 150. 80 p.
6. CENTENO, Y.A. y BACA, G. 1996. Evaluación del rendimiento agronómico de doce cultivares de repollo (*Brassica oleracea* L.) y la incidencia de *Plutella xylostella* L. en la estación experimental Raúl González, Valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis Ing. Agron. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 35 p.
7. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT) 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D. F., México. 79 p.
8. CHALFANT, R. B. y BRETT, C. H. 1965. Cabbage looper and imported cabbage worms: feeding damage and control on cabbage in western North Carolina. Journal of Economic Entomology (E.E.U.U) 58: 28-23 p.
9. DOMINGUEZ, V. 1997. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. 3ª Edición. Madrid, España, Mundi-Barcelona. 613 p.
10. EERGVs. 1992. Cultivando hortalizas, guía técnica para el cultivo de repollo. Valle de Sébaco. Matagalpa. Estación experimental hortícola "Raúl González del Valle de Sébaco. 119 p.
11. FUNDACION INTERNACIONAL PARA EL DESAFIO ECONOMICO GLOBAL. 1993. Informe económico mensual, inflación. (Nic). No. 80: 37-44 p.

12. GRIJALBA, C. 1992. Evaluación del rendimiento agronómico de seis cultivares de repollo (*Brassica oleraceae* L.) en la estación experimental San José de las Latas, Jinotega. Tesis Ing. Agron. Managua, Nicaragua. 34 p.
13. GUENKOV, G. 1969. Fundamentos de horticultura cubana. Edición revolucionaria. La Habana, Cuba.
14. HORA, T. y V. SONODA. 1979. The Role of macronutrients for cabbage head formation. *Soil Sci. Plant. Nur.* Vol 25.
15. HUERRES, P. y CARABALLO LL. N. 1988. Horticultura. La Habana, Cuba. Editorial.
16. IICA. 1989. Compendio de Agronomía tropical. Editado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. San José, Costa Rica. 693 p.
17. LEÑAMO, F. 1973. Cómo se cultivan las hortalizas de hoja. Editorial Vecchi, S.A. Barcelona, España. Giovanni De Vecchi Editores S.A. 228 p.
18. LORENZ, O. A. y MAYNARD, D. N. 1980. Kntt's handbook for vegetable. Grower John Willey and Sons. 2<sup>a</sup> Ed. Nueva York. Chichester-Brisbane.
19. MAROTO, J.V. 1990. Elementos de horticultura general. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 343 p.
20. MINISTERIO AGROPECUARIO FORESTAL. 1998a. Información Agropecuaria de precios y mercado. Reporte semanal (5) 223. 13 p.
21. MINISTERIO AGROPECUARIO FORESTAL. 1998b. Hortalizas. raíces y tubérculos: época de primera avance de cosecha por región y rubro al 30 de noviembre de 1998. dirección de estadísticas. (Nic). 3 p.
22. MINISTERIO AGROPECUARIO FORESTAL. 1998c. El repollo nacional el mas barato de centro América. Agricultura y desarrollo (Nic). No. 44. P 1-5.
23. MINISTERIO AGROPECUARIO FORESTAL. 1998d. Indicadores agropecuarios. Boletín bimensual. Año II. No. 6.(Nic). 40 p.
24. MONTES, A. 1987. Guía práctica. Cultivo de hortalizas. 2<sup>a</sup> Edición. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 74 p.
25. OBANDO, L. 1999. La fuga del capital fertilidad de suelos. Estrella Agropecuaria, el espejo del agro. Managua, Nicaragua. Junio 17-30. Año I, No. 5. 16 p.
26. OJEDA, L. y GUERRA, R. 1987. Cultivo de algunos vegetales en Cuba. Segunda edición. La Habana, Cuba. Editorial Pueblo y Educación. 55 p.

27. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO, Italia). 1994. Anuario de producción. 230 pp.
28. PEDROZA, H. 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Editarte. Centro de estudios de ecodesarrollo para el trópico. Managua, Nicaragua. 226 p.
29. PINEDA, J. 1993. Evaluación económica de diferentes criterios de aplicación para el control de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) en época de primera. Tesis Ing. Agron. Managua, Nicaragua. 38 p.
30. QUINTANA, O. J; BLANDON, J; FLORES, A, MAYORGA, E. 1992. Manual de fertilización para suelos de Nicaragua. Managua Nicaragua. 66 p.
31. RODRIGUEZ, C. 1992. Evaluación de criterios de aplicación para el manejo de *Plutella xylostella* L. en repollo (*Brassica oleracea* L.). Tesis Ing. Agron. Managua, Nicaragua. UNA. 32 p.
32. RUEDA, A. 1990. Determinación de período crítico de *Plutella xylostella* L.) en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) durante la época de apante. Tesis Ing. Agron. Managua, Nicaragua. 27 p.
33. SAMCAM, L. 1998. Centros de acopio de hortalizas: Alternativa para mejorar la comercialización de estos productos. For export. Revista del exportador (Julio-agosto 1998) 34-36 p.
34. SUAREZ, A. 1994. Manual de propiedades y usos de fertilizantes en suelos tropicales. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola- FHIA.
35. VARELA, G. 1991. Estudio de policultivos (Repollo - Zanahoria, Repollo - Tomate) y la incidencia de *Plutella xylostella* (L.) y sus enemigos naturales en el repollo. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 122 p.

**Anexo 1. Equivalencias de dosis comercial de fertilizante aplicada y dosis de macronutrientes por manzana y por hectárea considerando la fuente 18-46-0 y de urea 46-0-0.**

DOSIS	DOSIS COMERCIAL/ mz	DOSIS/mz POR ELEMENTO DE LA FORMULA			DOSIS COMERCIAL/ha	DOSIS/ha POR ELEMENTO DE LA FORMULA		
		N	P	K		N	P	K
D1	4 qq	72 libras	184 libras	0	5.7 qq	103 libras	262 libras	0
Equivale kg.	182 kg	33 kg	84 kg	0	259 kg	47 kg	119 kg	0
D2	6 qq	108 libras	276 libras	0	8.5 qq	153 libras	391 libras	0
Equivale kg.	273 kg	49 kg	125 kg	0	386 kg	70 kg	178 kg	0
UREA 46%	4 qq	184 libras	0	0	5.7 qq	262 libras	0	0
Equivale kg.	182 kg	84 kg	0	0	259 kg	119 kg	0	0
Total de macronu- trientes aplicados	4 qq	256 libras	184 libras	0	5.7 qq	365 libras	262 libras	0
Equivale kg.	182 kg	116 kg	84 kg	0	259 kg	166 kg	119 kg	0
Total de macronu- trientes aplicados	6 qq	292 libras	276 libras	0	8.5 qq	415 libras	391 libras	0
Equivale kg.	273 kg	133 kg	125 kg	0	386 kg	189 kg	178 kg	0

## Anexo 2. Tabla de interpretación de análisis de suelo.

Rango de calificación aproximada de Nutrientes en suelos de Nicaragua (Quintana et. al. 1983)

<b>pH</b>	<b>Clasificación</b>
< - 4.6	Extremadamente ácido
4.6 – 5.2	Muy fuertemente ácido
5.2 – 5.6	Fuertemente ácido
5.6 – 6.2	Medianamente ácido
6.2 – 6.6	Ligeramente ácido
6.6 – 6.8	Muy ligeramente ácido
6.8 – 7.2	Neutro
7.2 – 7.4	Muy ligeramente alcalino
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 – 8.4	Medianamente alcalino
8.4 – 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 – 9.4	Muy frecuentemente alcalino
> 9.4	Extremadamente alcalino

### Capacidad de intercambio catiónico

< - 5 Meq/100 gr suelo	Muy baja
5 – 15 Meq/100 gr suelo	Baja
15 – 25 Meq/100 gr suelo	Media
25 – 40 Meq/100 gr suelo	Alta
> 40 Meq/100 gr suelo	Muy alta

### Rangos de contenido de macronutrientes

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidades</b>	<b>Pobre</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Nitrógeno N	%	< 0.07	0.07 – 0.15	>0.15
Fósforo P	Partes por millón	<10	10 – 20	>20
Potasio K	Meq/100 gr suelo	<0.2	0.2 – 0.3	>0.3
Calcio Ca	Meq/100 gr suelo	<2.5	2.5 – 5.5	>5.5
Magnesio Mg	Meq/100 gr suelo	<0.3	0.3 – 1.0	>1.0
Materia orgánica	%	<2	2 – 4	>4

### Rangos de contenidos de micronutrientes (Extracción Olsen Mod.)

<b>Nutriente</b>	<b>Unidades</b>	<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Hierro Fe	ppm	5 – 10	10 – 16	16 – 21	21 – 27
Zinc Zn	ppm	1 – 2	2.1 – 3.1	3.1 – 4.2	4.2 – 5.3
Cobre Cu	ppm	0.2 – 0.8	0.8 – 1.5	1.5 – 2.2	2.2 – 3.0

Anexo 3. Precio del repollo mediano a nivel de mayoristas registrado en el periodo 1994-1999 (MAGFOR d 1999).

a. Precios promedios a nivel de mayoristas del repollo mediano por mes (Precio/Docena) según localidad de 1998 a 1999.

LUGAR	AÑO 1998												MEDIA	AÑO 1999						
	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	1998	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
MANAG	46	48	49	47	49	54	52	41	27	33	56	51	46	51	55	41	32	27	36	29
ESTELI	31	38	45	48	41	38	35	20	18	24	23	39	33	30	36	27	21	16	24	21
LEON	32	46	56	36	44	48	34	20	24	32	45	57	40	50	39	33	26	33	39	36
MASAYA	26	30	42	36	60	54	37	35	32	28	51	36	39	35	42	31	14	24	-	-
MAT	42	51	48	53	68	54	54	48	27	33	36	44	46	40	44	30	24	27	24	29
CHONT	44	48	51	56	60	59	54	40	35	32	70	60	51	52	60	45	32	32	36	35
S. CARLOS	87	84	81	80	88	--	96	96	80	72	98	--	86	--	--	93	50	--	87	84

b. Precios promedios a nivel de mayoristas del repollo mediano por año (Precio/Docena; Precio/Cabeza) según localidad de 1994 a 1999.

LUGAR	1994		1995		1996		1997		1998		1999 *	
	PRECIO/DOC	PRECIO/CABEZA	PRECIO/DOC	PRECIO/CABEZA	PRECIO/DOC	PRECIO/CABEZA	PRECIO/DOC	PRECIO/CABEZA	PRECIO/DOC	PRECIO/CABEZA	PRECIO/DOC	PRECIO/CABEZA
MANAGUA	27	2.25	36	3	29	2.4	42	3.5	46	3.8	39	3.2
ESTELI	136	11	30	2.5	18	1.5	28	2.3	33	2.75	25	2
LEON	----	----	39	3.2	27	2.25	36	3	40	3.3	36	3
MASAYA	150	12.5	29	2.4	20	1.6	34	2.8	39	3.25	29	2.4
MATAGALPA	60	5	32	2.6	25	2	43	3.6	46	3.8	31	4.4
CHONTALES	----	----	----	----	----	----	33	2.75	51	4.25	42	3.5
S. CARLOS	----	----	64	5.3	68	5.6	86	7.15	86	7.15	79	7

\* Estos precios corresponden al periodo enero-julio 1999

#### Anexo 4. Análisis de varianza para las variables en estudio.

##### 4.1 Número de plantas/ha.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	2145833.3	1072916.7	4.40	0.0425
Dist.	2	707645833.3	353822916.7	1451.58	0.0001
Fert.	1	347222.2	347222.2	1.42	0.2602
Dist.*fert.	2	423611.1	211805.6	0.87	0.4488

$$R^2 = 0.99$$

$$CV = 1.23$$

##### 4.2 Número de cabezas formadas/ha.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	60048611.1	30024305.6	15.77	0.0008
Dist.	2	620777777.8	310388888.9	163.06	0.0001
Fert.	1	1680555.6	1680555.6	0.88	0.3696
Dist.*fert.	2	27777.8	13888.9	0.01	0.9927

$$R^2 = 0.97$$

$$CV = 3.86$$

##### 4.3 Porcentaje de formación de cabezas.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	307.44	153.72	15.09	0.0010
Dist.	2	25.44	12.72	1.25	0.3280
Fert.	1	16.05	16.05	1.58	0.2379
Dist.*fert.	2	0.78	0.39	0.04	0.9627

$$R^2 = 0.77$$

$$CV = 3.57$$

##### 4.4 Grado de consistencia de las cabezas

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	0.0077	0.0038	1.41	0.2899
Dist.	2	0.0044	0.0022	0.81	0.4707
Fert.	1	0.0003	0.00035	0.13	0.7258
Dist.*fert.	2	0.0034	0.0017	0.62	0.5583

$$R^2 = 0.36$$

$$CV = 6.88$$

## 4.5 Peso/Cabeza

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	7392	3696	0.07	0.9331
Dist.	2	60732	30366	0.57	0.5816
Fert.	1	23472	23472	0.44	0.5210
Dist.*fert.	2	97523	48761	0.92	0.4300

$$R^2 = 0.26$$

$$CV = 17.9$$

## 4.6 Diámetro del troncho exterior.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	0.78	0.39	0.16	0.8533
Dist.	2	4.96	2.48	1.03	0.3924
Fert.	1	0.035	0.035	0.01	0.9058
Dist.*fert.	2	3.34	1.67	0.69	0.5232

$$R^2 = 0.27$$

$$CV = 6.35$$

## 4.7 Largo del troncho exterior.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	22.20	11.10	0.59	0.5711
Dist.	2	102.73	51.37	2.74	0.1123
Fert.	1	6.00	6.00	0.32	0.5836
Dist.*fert.	2	67.48	33.74	1.80	0.2146

$$R^2 = 0.51$$

$$CV = 7.64$$

## 4.8 Diámetro del Troncho Interior.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	2.06	1.03	1.10	0.3710
Dist.	2	1.88	2.01	0.1851	0.3924
Fert.	1	0.035	0.035	0.01	0.9058
Dist.*fert.	2	0.89	0.45	0.48	0.6346

$$R^2 = 0.43$$

$$CV = 4.65$$



## 4.9 Largo del troncho interior.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	42.88	21.49	0.45	0.6482
Dist.	2	25.79	12.89	0.27	0.7670
Fert.	1	7.47	7.47	0.16	0.6995
Dist.*fert.	2	143.2	71.60	1.51	0.2668

$$R^2 = 0.31$$

$$CV = 8.18$$

## 4.10 Índice de forma de la cabeza de repollo.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	0.005	0.002	4.63	0.0378
Dist.	2	0.001	0.0005	0.84	0.4584
Fert.	1	0.00002	0.00002	0.04	0.8511
Dist.*fert.	2	0.003	0.001	2.79	0.1088

$$R^2 = 0.62$$

$$CV = 2.62$$

## 4.11 Precio/Cabeza a nivel del productor

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	2.31	1.15	4.81	0.0343
Dist.	2	0.27	0.13	0.57	0.5827
Fert.	1	0.36	0.36	1.50	0.2486
Dist.*fert.	2	0.30	0.15	0.63	0.5523

$$R^2 = 0.57$$

$$CV = 30.7$$

## 4.12 Precio/cabeza a nivel de mayoristas.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	0.92	0.46	0.56	0.5865
Dist.	2	0.34	0.17	0.21	0.8161
Fert.	1	1.53	1.53	1.87	0.2017
Dist.*fert.	2	2.31	1.15	1.41	0.2888

$$R^2 = 0.38$$

$$CV = 40.4$$

## 4.13 Precio/Cabeza a nivel de consumidor

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	0.28	0.14	0.29	0.7514
Dist.	2	0.48	0.24	0.50	0.6186
Fert.	1	0.002	0.002	0.00	0.9469
Dist.*fert.	2	0.66	0.32	0.69	0.5235

$$R^2 = 0.22$$

$$CV = 17.6$$

## 4.14 Ingreso Bruto/ha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	2148447825	1074223913	2.41	0.1396
Dist.	2	3518777027	1759388514	3.95	0.0544
Fert.	1	269514545	269514545	0.61	0.4546
Dist.*fert.	2	241620649	120810325	0.27	0.7678

$$R^2 = 0.58$$

$$CV = 36.8$$

**Anexo 5. Costos de producción de una mz de repollo época de postrera, la Almaciguera, El Tisey, Esteli 1998.**

No.	ACTIVIDAD	U de M.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Córdobas)	COSTO TOTAL (Córdobas)
<b>1.</b>	<b>SEMILLERO</b>				
	Preparación y desinfección de eras	D/h	3	20	60.00
	Siembra	D/h	1	20	20.00
	Cuidados culturales	D/h	5	20	100.00
<b>2.</b>	<b>PREPARACION DE TERRENO</b>				
	Roza y quema	D/h	8	20	160.00
	Arado	D/h	5	150	750.00
	Rastreo y surcado	D/h	2	20	40.00
<b>3.</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
	Trasplante	D/h	12	20	240.00
	Resiembra	D/h	2	20	40.00
	Aplicación de plaguicidas	D/h	12	20	240.00
	Aporques y limpias	D/h	6	20	120.00
<b>4.</b>	<b>COSECHA</b>				
	Corte y selección	D/h	20	20	400.00
<b>5.</b>	<b>INSUMOS</b>				
	Semilla	Libra	½	800	800.00
	Fertilizantes, foliares, insecticidas, herbicidas y otros	Libras y Litros	-----	----	5,410.00
	<b>SUB-TOTAL-1</b>				<b>8,380.00</b>
<b>6.</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>				
	Uso de Bomba de mochila	Unidad	1	----	320.00
	Azadón	Unidad	3	20	60.00
	Arado	Unidad	2	30	60.00
	Machete	Unidad	3	35	105.00
	Sacos	Unidad	3	20	60.00
	<b>SUB-TOTAL-2</b>				<b>605.00</b>
<b>7.</b>	<b>TRANSPORTE-MANAGUA</b>	Camión	18,000.00 Rep		<b>3,060.00</b>
	<b>SUB-TOTAL-3</b>				<b>3,060.00</b>
	<b>COSTOS TOTALES/Mz</b>				<b>12,015.00</b>
	<b>COSTOS FIJOS ESTIMADO/MZ</b>				<b>7,585.00</b>
	<b>COSTOS FIJOS ESTIMADO/Ha</b>				<b>10,771.00</b>