

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN DE DOSIS DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA Y DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE REPOLLO
(*Brassica oleraceae*, var *capitata* L) HÍBRIDO
IZALCO.**

AUTOR

Br. Francisco José Porrás Alemán

ASESOR

Ing. Msc. Bayardo Escorcía V

MANAGUA, NICARAGUA
Marzo, 2007.

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres Francisco Porras y Lucila Alemán

A mis hermanos Adolfo y Dina

A mi esposa Mayra Cortez

A mi hijo Walter José Porras

Por el apoyo y compañía incondicional que me han brindado en toda jornada.

Francisco José Porras Alemán.

AGRADECIMIENTO

A los propietarios de la finca San Bernardo y sus trabajadores por el esfuerzo laboral que realizaron durante el período de cultivo.

Al Ing. Msc. Bayardo Escorcía V. , por la asesoría técnica profesional que me brindó en todo el proceso de realización de la presente investigación.

Al Ing. Roldan Corrales por realizar el análisis estadístico de los datos Agronómicos.

Al Lic. Guillermo Rodríguez por facilitar documentos del CENIDA para su debida revisión bibliográfica.

A la Lic. María Elena Galán, por el diseño y elaboración de este documento.

INDICE GENERAL

SECCION	PAGINA
INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. HIPOTESIS	4
3.1 Hipótesis nula	4
3.2 Hipótesis alternativa	4
IV. MATERIALES Y METODOS	5
4.1 Descripción del área experimental	5
4.2 Diseño experimental	6
4.2.1 Área de ensayo	6
4.2.2 Tratamientos	7
4.3 Manejo Agronómico	8
4.3.1 Semillero	8
4.3.2 Preparación del terreno	10
4.3.3 Transplante	10
4.3.4 Aporque	11
4.3.5 Fertilización	11
4.3.6 Riego	11
4.4 Manejo fitosanitario	12
4.5 Cosecha	12
4.6 Variables evaluadas	12
4.6.1 Desarrollo de cabezas (cm)	13
4.6.2 Peso fresco (kg)	13
4.6.3 Rendimiento (t/ha)	13
4.7 Calidad de la cabeza	13

4.8	Análisis de datos	13
4.8.1	Análisis estadístico	13
4.8.2	Análisis económico	14
4.8.2.1	Ingreso Bruto	14
4.8.2.2	Ingreso Neto	14
4.8.2.3	Análisis de dominancia	14
4.8.2.4	Tasa de retorno marginal	15
4.8.2.5	Análisis de sensibilidad	15
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	16
5.1	Desarrollo de cabezas	16
5.1.1	Efecto del nitrógeno sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo	16
5.1.2	Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo.	18
5.1.3	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo	19
5.1.4	Efecto del nitrógeno sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo	21
5.1.5	Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo	22
5.1.6	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo	23
5.2	Rendimiento del repollo	25
5.2.1	Efecto del nitrógeno sobre el peso fresco de la cabeza de repollo	25
5.2.2	Efecto de la densidad de siembra sobre el peso fresco de la cabeza de repollo	27
5.2.3	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el peso fresco de la cabeza de repollo	28
5.2.4	Efecto del nitrógeno sobre el número de cabezas de repollo formadas	30
5.2.5	Efecto de la densidad de siembra sobre el número de cabezas de repollo formadas	31
5.2.6	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el número de cabezas de repollo formadas	32
5.2.7	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento del repollo	33
5.2.8	Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento del repollo	35
5.2.9	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el rendimiento del repollo	36
5.3	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre la calidad de cabezas de repollo formadas	39

5.3.1	Forma de la cabeza del repollo	40
5.3.2	Consistencia de la cabeza del repollo	40
5.3.3	Area foliar dañada de la cabeza del repollo	40
5.4	Análisis económico	41
5.4.1	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el beneficio bruto	41
5.4.2	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el beneficio neto en repollo.	43
5.4.3	Análisis de dominancia	44
5.4.4	Análisis de retorno marginal	45
5.4.5	Análisis de sensibilidad	46
VI.	CONCLUSIONES	49
VII.	RECOMENDACIONES	50
VIII.	BIBLIOGRAFIA	51
IX.	ANEXOS	54

INDICE DE TABLAS

Tabla N°.		PAGINA
1	Análisis de suelo del área experimental	5
2	Datos meteorológicos de la estación experimental Campos Azules	6
3	Factores de estudio	8
4	Tratamientos evaluados	8
5	Efecto del nitrógeno sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo.	17
6	Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo.	18
7	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo.	20
8	Efecto del nitrógeno sobre el diámetro ecuatorial.	22
9	Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro ecuatorial.	23
10	Efecto del nitrógeno y la densidad de siembra sobre el diámetro ecuatorial.	24
11	Efecto del nitrógeno sobre el peso fresco.	26
12	Efecto de la densidad de siembra sobre el peso fresco.	28
13	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el peso fresco.	29
14	Efecto del nitrógeno sobre el número de cabezas formadas.	30
15	Efecto de la densidad de siembra sobre el número de cabezas formadas.	31

16	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el número de cabezas formadas .	33
17	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento del repollo	34
18	Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento del repollo .	36
19	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el rendimiento del repollo.	38
20	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre la calidad del repollo.	40
21	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el beneficio bruto en repollo.	43
22	Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el beneficio neto en repollo.	44
23	Análisis de dominancia	45
24	Análisis de retorno marginal	46
25	Análisis de sensibilidad	48

INDICE DE ANEXOS

Anexos N°.		PAGINA
1	Plano del experimento	55
2	Características agronómicas del híbrido Izalco.	56
3.1	Distribución de dosis de nitrógeno aplicado por hectárea	57
3.2	Distribución porcentual del nitrógeno aplicado por hectárea	57
4.1	Distribución poblacional de malezas	58
4.2	Plagas encontradas en el área experimental	58
4.3	Insectos benéficos encontrados en el área experimental	58
5	Rendimiento del repollo	59
6.1	Forma de la cabeza del repollo	60
6.2	Consistencia de la cabeza del repollo	60
6.3	Área foliar dañada	60
7	Precio de la cabeza de repollo	61
8	Costos variables	62
9	Costos de producción de 1 hectárea de repollo	63
10	Análisis de sensibilidad	65

RESUMEN

Se realizó un estudio en la Finca San Bernardo, Municipio de Nandasmo – Masaya en el período del 21 de Agosto al 21 de Diciembre de 2004. Se probaron tres dosis de fertilización nitrogenada siendo estas 75 kg/ha, 150kg/ha, 225 kg/ha, un testigo de 0 nitrógeno y dos densidades de siembra con 28571 y 22222 plantas /ha.

El experimento consistió en una bifactorial con diseño de bloques completos al azar, evaluando los siguientes parámetros: diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso fresco, número de cabezas formadas, rendimiento, calidad y rentabilidad del repollo.

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza y a la prueba de Tukey al 1% y a un análisis económico de presupuesto parcial.

Se observó la tendencia de obtener mayor diámetro polar, diámetro ecuatorial, rendimiento, beneficio bruto y beneficio neto con dosis de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea y densidad de siembra de 28571 plantas por hectárea. De igual forma se obtuvo el mayor peso fresco con dosis de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea y densidad de siembra de 22222 plantas y el mayor número de cabezas formadas se obtuvo con dosis de 225 kilogramos de nitrógeno y densidad de 28571 plantas.

Los tratamientos sometidos al análisis de retorno marginal superaron la tasa mínima de retorno de 150%. La mayor tasa de retorno marginal se obtuvo con dosis de 75 kilogramos de nitrógeno y densidad de siembra con 22222 plantas.

I. INTRODUCCION

El repollo (Brassica oleracea var. Capitata L.) es una hortaliza de gran valor económico y alimenticio (Huerres y Carballo, 1988), con propiedades medicinales (García, 1974), (Girard y Osorio, 1975).

El repollo es cultivado en Centroamérica por pequeños y medianos productores de hortalizas que venden su producto en el campo o en el mercado, registrándose como mayores productores Guatemala y Honduras con 2,000 hectáreas. respectivamente (CATIE,1990).

Los costos de producción varían en los países centroamericanos entre \$ 800.00 - \$1,342.00, de los cuales se destina del 20-38% del gasto para el control de plagas (CATIE,1990) y el 21% para fertilizantes granulados (Aguirre, 1997).

Nicaragua cultiva un área de 800 hectáreas de repollo con una producción de 12,000 toneladas métricas y un rendimiento de 15 toneladas por hectárea. (FAO, 2003).

La producción de repollo en Nicaragua esta distribuida en los departamentos de Estelí, Jinotega, Matagalpa, Masaya, el Crucero y Carazo, donde el productor cultiva de 2 a 4 manzanas bajo el sistema de diversificación productiva y los períodos de mayor producción se presentan en las siembras de postrera (MAGFOR, 2000). Las variedades más usadas son: Izalco por presentar más tolerancia al tizón bacterial, Green boys, Tropicana, Saturno y Superette (MAGFOR,1998).

La investigación en repollo se ha centrado mas a resolver problemas de control de plagas y enfermedades que inciden en gran manera en el rendimiento del cultivo.

La mayoría de productores usan diferentes manejos agronómicos, variando las distancias de siembras, las dosificaciones de fertilizantes y pesticidas, repercutiendo en la economía campesina, porque el valor de las semillas, fertilizantes y pesticidas químicos han aumentado considerablemente.

Esta investigación esta orientada a determinar la mejor respuesta en cuanto al rendimiento del repollo mediante el manejo de niveles de fertilización nitrogenada y de densidades de siembra, esperando que los resultados de este estudio contribuya a las técnicas del manejo y producción de repollo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Generar información que permita el incremento en el rendimiento y calidad del cultivo del repollo bajo condicionantes de dosis de fertilización nitrogenada y distancias de siembra.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de dosis de nitrógeno sobre rendimiento y calidad de la cabeza del repollo.
- Evaluar el efecto de dos densidades de siembra sobre el rendimiento y calidad de la cabeza del repollo.
- Evaluar el efecto de las combinaciones de dosis de nitrógeno y densidades de siembra en el rendimiento y calidad del cultivo del repollo.
- Estimar el efecto de las combinaciones de dosis de nitrógeno y densidades de siembra en la rentabilidad, análisis de dominancia y sensibilidad.

III.Hipótesis

3.1 Hipótesis nula

Ho: $a_i=0$. No hay efecto de las diferentes dosis de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad del cultivo del repollo.

Ho: $b_j=0$. No hay efecto de las densidades de siembras evaluadas sobre el rendimiento y calidad del cultivo del repollo.

Ho: $ab_{ij}=0$. No hay efecto entre los tratamientos evaluados sobre el rendimiento y calidad del cultivo del repollo.

3.2 Hipótesis alternativa

Ho: $a_i \neq 0$. Hay efecto real de las diferentes dosis de nitrógeno evaluados, sino en todos, al menos en un par de ellos sobre el rendimiento y calidad del cultivo del repollo.

Ho: $b_j \neq 0$. Hay efecto real de las densidades de siembra evaluadas, sino en todas, al menos en un par de ellas sobre el rendimiento y calidad del cultivo del repollo.

Ho: $ab_{ij} \neq 0$. Hay efecto real entre los tratamientos evaluados, sino en todos, al menos en un par de ellos sobre el rendimiento y calidad del cultivo del repollo.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del área experimental

El experimento se estableció durante la época de lluvia, en la Finca San Bernardo ubicada a 500 metros del kilómetro 47 de la carretera Masatepe-Niquinohomo y la intersección de caminos hacia las comunidades de Pío XII y San Bernardo, correspondiente al departamento de Masaya.

El suelo, donde se estableció el experimento corresponde a la serie Masatepe, presentando las siguientes características: buen drenaje interno, rico en K, bajo nivel en P, relieve ondulado, con pendiente moderada, textura franco arenoso (Tapia, 1991). El análisis de suelo donde se estableció el ensayo presentó los siguientes resultados. (Ver el tabla 1).

Tabla 1. Análisis de suelo del área experimental

Textura	PH	%		Ppm	Meq/100 g. de suelo		
		M.O.	N	P	K	Ca	Mg
Franco arenoso	6.7	5.89	0.29	1.55	0.95	25.5	10.4

Fuente: Laboratorios Químicos. Bengoechea. (2004)

Los resultados de análisis de suelo del área donde se ubicó el experimento presentó un pH muy ligeramente ácido, alto contenido de nitrógeno y materia orgánica, pobre en fósforo, alto en potasio, calcio y magnesio según el rango de clasificación aproximada de nutrientes en suelos de Nicaragua (Quintana et. al, 1983).

La zona agroecológica donde se realizó el experimento presenta las siguientes características: Altitud: 480 msnm; temperatura promedio: 24.2 °C; precipitación

anual: 1,595 mm.; distribuida entre Junio a Octubre, siguiendo el patrón de humedad de las zonas tropicales; humedad relativa 85% (Holdridge, 1987).

Los datos climatológicos registrados, durante el ciclo del cultivo, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Datos meteorológicos de la estación experimental Campos Azules

Meses	T° promedio	Precipitación (mm)	Viento m/s	H.R (%)	Evap. (mm)	Insolación (hl)
Agosto	25.1	74.00	32.8	87.0%	165.3	242.9
Septiembre	25.4	125.50	19.4	87.5%	143.6	189.5
Octubre	24.8	202.80	17.4	89.5%	124.6	181.1
Noviembre	24.3	148.50	22.3	89.0%	106.2	178.7
Diciembre	23.8	47.00	27.9	84.3%	146.5	253.9

Fuente: Estación Meteorológica "Campos Azules" (2004).

4.2 Diseño experimental

Se utilizó un arreglo bifactorial en bloques completos al azar, (BCA) con cuatro (4) repeticiones y ocho (8) tratamientos, aplicando dos factores en estudio, que consistieron en tres dosis de nitrógeno y cero nitrógeno los cuales fueron, 0, 75, 150 y 225 kilogramos de nitrógeno por hectárea y dos densidades de siembra, siendo estas de 28,571 y 22,222 plantas por hectárea.

4.2.1 Area del ensayo

Para el experimento se utilizó un área de terreno de 993.6m². La unidad experimental del ensayo constó de un área de 21.6 m² sobre la cual se construyeron los surcos respectivos para los tratamientos. Las distancias entre surco para la plantación fueron 0.70 y 0.90 metros y la distancia entre plantas fue 0.50 metros.

La separación entre unidades experimentales fue de 1.00 metro y entre réplicas de 1.00 metro (Ver anexo 1 plano del experimento).

Para el registro de datos y la evaluación de las variables se seleccionaron los surcos de la parcela útil de 9 m² en cada tratamiento. Para homogenizar el área de parcela útil se asignó 2.5 metros de longitud de surco y 3.6 m de ancho debido a que en la densidad poblacional las distancias entre surco utilizadas fueron de 0.7 y 0.9 m. Se dejaron 4 surcos de borde en cada unidad experimental de los tratamientos y se cosecharon los surcos centrales como parcela útil lo cual consistió en 9 m² lo cual permitió evaluar para la cosecha 5 y 4 surcos en la parcela útil de acuerdo a las distancias de siembra utilizadas para las densidades de siembra.

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

1) Unidad experimental	3.60m * 6.00 m	=	21.60 m ²
2) Parcela útil	2.50m * 3.60 m	=	9.00 m ²
3) Área entre parcela	1.00m * 6.00 m	=	6.00 m ²
4) Longitud de bloque	3.60m + 1.00 m * 8 trat	=	36.80 m ²
5) Área de bloque	21.60m ² + 6.00 m ² * 8.00trat	=	220.80 m ²
6) Área entre bloques	36.80 * 3.00 m	=	110.40 m ²
7) Área de 4 bloques	220.80m ² * 4 bloq	=	883.20 m ²
6) Área total	883.20m ² + 110.40 m ²	=	993.60 m ²

4.2.2 Tratamientos

Para el experimento se aplicaron dos factores: Factor A que correspondió a la aplicación de tres dosis de fertilización nitrogenada más un testigo con cero nitrógeno y el factor B correspondió al uso de dos densidades de siembra en la plantación. La tabla 3 muestra los factores estudiados.

Tabla 3. Factores de estudio

Factor A Niveles de nitrogenado (kg/ha)	Factor B Densidad de siembra (plantas/ha)
N0 = 0	D1=28571
N1 = 75	D2=22222
N2 = 150	
N3 = 225	

Los tratamientos evaluados fueron el resultado de las combinaciones entre las dosis de nitrógeno aplicado y las densidades de siembra utilizadas, como puede observarse en la tabla 4.

Tabla 4. Tratamientos evaluados

No	Tratamientos	Nitrogeno (kg/ha)	Densidad (plantas/ha)
1	N ₀ d ₁	0	28 571
2	N ₀ d ₂	0	22 222
3	N ₁ d ₁	75	28 571
4	N ₁ d ₂	75	22 222
5	N ₂ d ₁	150	28 571
6	N ₂ d ₂	150	22 222
7	N ₃ d ₁	225	28 571
8	N ₃ d ₂	225	22 222

4.3 Manejo agronómico

4.3.1 Semillero

Se seleccionó un área para establecer el semillero la cual fue ubicada a 50 metros de distancia del lugar donde se estableció el experimento.

La dimensión del semillero fue de 10 metros de largo, 1 metro de ancho y 0.10 metros de alto.

Durante el período de tres semanas se sometió la era a insolación, posteriormente se desinfectó con agua a 100 grados centígrados aplicando 10 litros por metro cuadrado.

Dos días después de desinfección de la era, se procedió a la siembra el 21 de Agosto del 2004, utilizando el cultivar de repollo Izalco, el cual tiene muy buenas cualidades agronómicas Lorenz y Maynard (1988), Rogers, (1992) y ha dado buenos resultados en las diferentes zonas de Nicaragua en donde se ha establecido. (Ver Anexo 2).

La fertilización se realizó al momento de siembra, aplicando 50 gramos de fertilizante 10-30-10 por metro cuadrado. Posterior a la siembra se aplicó riego y se cubrió el semillero con hojas seca de musáceas.

Se implementó riego diario por las mañanas con regadera manual aplicando agua a razón de 4 lt./m² en dependencia de las precipitaciones en el lugar, dicho riego se suspendió 5 días antes del trasplante y se regó un día antes del establecimiento definitivo.

La fase de semillero tuvo un tiempo de 30 días, durante ese período se realizó desmalezado manual cada 7 días teniendo el sumo cuidado de no dañar las plántulas al realizar esta labor.

Se realizaron tres aplicaciones de insecticida orgánico a base de aceite Nim C.E.80, en dosis de 10 mililitros por bomba de 20 litros de agua, efectuando una aplicación semanal para el control preventivo de plagas.

4.3.2 Preparación del terreno

Se seleccionó una parcela de tierra donde anteriormente se había cultivado maíz durante el período de primera y en la cual por primera vez se iba a establecer el cultivo del repollo.

La limpieza del terreno se realizó de forma mecánica con machete se barrió y se sacó la basura fuera de los límites de la parcela, posteriormente se realizó la preparación de suelos con dos pases cruzados de arado de bueyes.

El primer pase de arado fue realizado 15 días antes del trasplante para eliminar vegetación espontánea y el segundo pase de arado 3 días antes del trasplante realizando también la formación de los surcos.

Se solarizó la parcela durante los 15 días del primer pase de arado hasta el segundo pase para la eliminación de posibles patógenos.

4.3.3 Transplante

El trasplante de las plántulas al lugar definitivo se realizó a los 30 días después de establecido el semillero, seleccionando plántulas de 4 hojas verdaderas con 10 centímetros de altura, buen vigor y sanas, utilizando un rayador manual para el trasplante.

El trasplante se efectuó con dos densidades de siembra, una de 50 cm entre planta y 70 cm. entre surco y la otra con 50 cm entre planta y 90 cm entre surco.

4.3.4 Aporque

Se realizaron de forma mecánica dos aporques al cultivo, el primero fue a los 25 días después de trasplante y el segundo a los 45 días después de trasplante, realizando simultánea y respectivamente para esos mismos períodos el desmalezado y las aplicaciones de fertilizante nitrogenado a base de urea.

4.3.5 Fertilización

La fertilización fue realizada mediante tres niveles de fertilización que consistió en la aplicación de 75,150 y 225 kilogramos de nitrógeno por hectárea y un tratamiento de cero nitrógeno utilizado como testigo.

Se utilizó la formula completa 18-46-0 y Urea 46%, el fertilizante se aplicó en la banda de cada surco, realizando la primera aplicación a 5 cm. de cada planta, la segunda y tercera aplicación a 10 cm. de la misma.

La primera aplicación de fertilizante se realizó a los 7 días después de trasplante, aplicando todo el fósforo y el 20% del nitrógeno. La segunda aplicación del 40% de nitrógeno se realizó con urea a los 25 días después de trasplante (primer aporque) y la tercera aplicación del 40% de nitrógeno a los 45 días después de trasplante (segundo aporque) (Ver a nexos 3.1 y 3.2).

4.3.6 Riego

El cultivo se estableció en época de lluvias, realizando suministros complementarios de agua con regadera manual en las parcelas durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo, garantizando el crecimiento de las plantas y la formación de las cabezas de repollo.

4.4 Manejo fitosanitario

En el área experimental se encontraron cinco especies de malezas, predominando el coyolillo. (Ver Anexo 4.1).

El manejo de malezas se realizó con azadón a los 25 días y a los 45 días después del transplante, momentos en los cuales también se realizaron los dos aporques y la aplicación de la urea, posteriormente se realizaron dos desmalezados con machete a los 60 y 75 días después de trasplante.

La entomofauna encontrada correspondió a dos plagas comunes del cultivo y un defoliador de los cultivares de cítricos. (Ver anexo 4.2).

Se realizaron dos controles preventivos para el manejo de plagas del repollo, uno en el período inicial de crecimiento y otro en la preformación de cabezas, aplicando Nim C.E-80, aceite formulado en dosis de 200cc., en un barril de 200 litros de agua.

Se aplicó Nim 25, torta molida pura, en dosis de 0.45 kg/tronera, para controlar el ataque de zompopos durante el establecimiento y preformación de la cabeza. Las aplicaciones de Nim no afectaron la vida de los insectos benéficos encontrados, (ver anexo 4.3) que ejercieron control natural de las plagas. (Scholaen 1997).

Cosecha

La cosecha es el momento indicado de recolección del producto vegetal apto para su utilización, consumo y comercialización.

La cosecha se realizó a los 90 días después de transplante momento en el cual este cultivar de repollo alcanza su madurez técnica y comercial indicado por su ciclo biológico y la consistencia de la cabeza.

4.6 Variables evaluadas

4.6.1 Desarrollo de cabezas (cm)

La variable de desarrollo de cabeza se registró a los 90 días después del trasplante tiempo que coincide con el completo desarrollo de cabezas, y para lo cual se muestrearon 10 cabezas de repollo tomadas al azar de cada parcela útil, registrando el valor promedio del diámetro polar y ecuatorial medido con una regla graduada en centímetros.

El diámetro polar se midió considerando la distancia entre la base hasta la zona apical de la cabeza de repollo. El diámetro ecuatorial se midió considerando la parte radial desde el punto medio de la cabeza de repollo.

4.6.2 Peso fresco (kg)

La variable de peso fresco de cabeza de repollo se registró a los 90 días después del trasplante lo cual coincide con el momento de la cosecha, se estimó el peso promedio de una muestra de 10 plantas tomadas al azar en los surcos de cada parcela útil, utilizando una balanza de reloj.

4.6.3 Rendimiento (t/ha)

Los datos de la variable de rendimiento se registraron al momento de la cosecha, considerando el número de cabezas formadas y el peso fresco de cada tratamiento, calculado en kilogramos por hectárea y su respectiva conversión a tonelada métrica por hectárea.

4.7 Calidad de la cabeza

La calidad de la cabeza de repollo está determinada por la forma, consistencia y estado de sanidad de las hojas

La calidad de las cabezas se determinó al momento de la cosecha, utilizando el método de cálculo para la forma y consistencia descrito por Ojeda y Guerra (1987; y el método visual para el área foliar dañada desarrollado por Chalfant y Brett (1965).

4.8 Análisis de los datos

4.8.1 Análisis estadísticos

Una vez tomado y registrado los datos agronómicos se procedió a realizar el ordenamiento y análisis estadístico de las variables estudiadas. Se practicó el análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias, aplicando la prueba de Tukey al 1% de margen de error, utilizando el programa de sistema de análisis estadístico (S.A.S).

4.8.2 Análisis económico

Los datos de rendimiento del repollo fueron sometidos a un análisis económico aplicando el método de presupuesto parcial planteado por el CIMMYT (1988), utilizando las variables de precio de fertilizantes, semillas, mano de obra y transporte. Además se aplicó un análisis económico contable para evaluar su rentabilidad y determinar cual de los tratamientos es más viable económicamente para el productor.

4.8.2.1 Ingreso bruto

El ingreso bruto fue calculado en base al número de cabezas formadas y su precio en el mercado al momento de la venta. Este ingreso no incluye los costos de producción reflejados en cada uno de los tratamientos.

4.8.2.2 Ingreso neto

El ingreso neto es el indicador económico que le permite al agricultor cuánto es el margen de ganancia o rentabilidad en unidades monetarias que le produce un rubro. El ingreso neto fue calculado en base a la diferencia entre los ingresos brutos y los costos de producción de cada uno de los tratamientos.

4.8.2.3 Análisis de dominancia

Se calcularon los ingresos brutos y netos de cada tratamiento, y estos fueron sometidos a análisis de dominancia, para determinar cual o cuáles de los tratamientos predominan desde el punto de vista de rentabilidad económica.

Este análisis permite al productor visualizar cual tratamiento le es más apropiado al momento de realizar la toma de decisiones.

4.8.2.4 Tasa de retorno marginal

Tomando como fuente el resultado del análisis de dominancia de los tratamientos, a los beneficios netos y costos variables se les sometió a un análisis marginal para la obtención de la tasa de retorno marginal.

4.8.2.5 Análisis de sensibilidad

Se practicó un análisis de sensibilidad, el cual se remite a la variabilidad de los precios del producto obtenido y el de los costos que varían, ya que generalmente están influenciados por la tendencia de cambio de precios en el mercado.

V . RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Desarrollo de cabezas

5.1.1 Efecto del nitrógeno sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo

El repollo es una planta que se cultiva en gran variedad de suelos, con pH 6.5-7.5 y 5.7-8.0 (Moroto, 1990). Cuando el pH es menor de 5.5 el crecimiento es insatisfactorio (Arzola, et al 1986)

El nitrógeno es muy importante para la fase de crecimiento y asegura un buen desarrollo de cabezas de repollo. Una planta adecuadamente nutrida presentará un mejor vigor, mas tolerancia a la incidencia de plagas y enfermedades y expresará un mayor potencial de rendimiento. El nitrógeno ejerce una marcada influencia sobre los caracteres cuantitativos en la morfología de una planta. (Escorcia, 1997). El nivel óptimo de nitrógeno depende de cada tipo de cultivo y del medio en el cual se produce (Gordon y Barden 1984).

Considerando que la mayor cantidad de nutrientes y mayor cantidad de raíces de los cultivos se encuentran en la capa arable o sea a 20 centímetros de profundidad (Obando, 1999), y las hortalizas asimilan cantidades muy elevadas de estos elementos minerales, requiriendo fuertes dosis de nitrógeno para lograr un adecuado desarrollo foliar (Leñamo, 1973).

La aplicación de nitrógeno en la etapa intermedia de formación de las hojas de roseta y de hojas envolventes es fundamental en el logro de altos rendimientos ya que inicialmente se acumula en las hojas exteriores y después se trasloca a las hojas interiores para formar la cabeza (Hara y Sonoda, 1974).

Los rangos de fertilización del repollo más utilizados son 100-200 kg/ha de nitrógeno, 50-100 kg/ha de fósforo y 70-200 kg/ha de potasio, aplicando un tercio de nitrógeno y todo el fósforo y potasio al momento de siembra y el resto del nitrógeno a los 30 días y 45 días después de la siembra (Montes, 1987).

Se recomienda al momento del trasplante incorporar al suelo 272kg/ha de fertilizante 12-24-10 o 12-30-10, a los 25 días después aplicar 272kg/ha de sulfato de amonio, pudiendo hacer aplicaciones de fertilización foliar si es necesario.(IICA, 1989).

A nivel nacional se recomienda 272kg/ha de fertilizante completo (12-30-10) al momento de trasplante y 181kg/ha de urea (90.7 kilogramos en cada limpia), durante los primeros 30 días.(MAGFOR,1998).

No hay diferencias significativas en el diámetro polar entre los tratamientos con aplicación de nitrógeno, sin embargo se puede observar una tendencia de mayor diámetro polar cuando se aplicó la dosis de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Ver tabla 5). El menor diámetro polar fue obtenido con el tratamiento sin aplicación de nitrógeno.

TABLA 5. Efecto del nitrógeno sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo

Nitrogeno (kg/ha)	Diámetro polar (cm)
0	16.87 b
75	19.58 a
50	19.92 a
225	19.25 a
C.V.(%)	3.01
R ²	0.88

En una evaluación de rendimiento agronómico de doce cultivares de repollo realizado por Centeno y Baca (1996), la variedad Izalco obtuvo un diámetro polar de 18.23 cm., resultando estadísticamente superior al del cultivar Yeshen con 13.15 cm. pero con las restantes 10 variedades los resultados fueron similares.

5.1.2 Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo.

Las plantas pueden competir entre si por espacio, agua, luz y nutrientes. En la medida que las condiciones de espacio sean las más adecuadas para un cultivar determinado, su crecimiento y desarrollo será de mejor manera favorecido y traducido en rendimiento y calidad de la cosecha.

La relación de longitud del diámetro polar y ecuatorial definen la forma característica de la cabeza de un cultivar de repollo determinado y a la vez ambas dimensiones también determinan el peso de la cabeza de repollo.

La distancia de siembra es influyente en cualquier sistema de cultivo y cultivar y principalmente en el cultivo del repollo. A medida que se reduce la distancia de siembra, se reduce el tamaño de la cabeza producida y viceversa. (Girard y Osorio, 1975).

No se encontró diferencias significativas en cuanto al efecto de las distintas densidades de siembra sobre la variable diámetro polar de la cabeza de repollo.

Se puede observar una tendencia de mayor diámetro polar de la cabeza cuando se utilizó la menor densidad de siembra (Ver tabla 6).

Tabla 6. Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo.

Densidad de siembra (plantas/ ha)	Diámetro polar (cm)
28571	18.73 a
22222	19.03 a
C.V(%)	3.01
R ²	0.88

Probablemente la estrechez de las diferencias poblacionales de plantas entre una y otra densidad de siembra de las que se utilizaron en experimento no influyen en marcar diferencias significativas en el diámetro polar de la cabeza de repollo o a que pueda estar influenciada o limitado por otros factores.

Villanueva, (1977), plantea que el espaciamiento adecuado entre plantas puede permitir la inducción del mejor comportamiento de los caracteres de crecimiento y desarrollo de las planas. Sin embargo los resultados de este estudio difieren de dicho planteamiento ya que la diferencia de poblaciones pudo no haber marcado influencia para la variable polar de la cabeza de repollo.

5.1.3 Efecto del nitrógeno y la densidad de siembra sobre el diámetro polar de la cabeza del repollo.

La producción de cultivos es afectada por factores genéticos y ambientales como el suelo, clima y el manejo del cultivo; el cual está relacionado con la densidad de siembra; la cantidad y época de aplicación del Nitrógeno. (Villanueva, 1977).

La planta de repollo obedece bien a su patrón genético en cuanto a su crecimiento y desarrollo correlacionado a su manejo agronómico (Villanueva, 1977; Girard, y Osorio, 1975).

El manejo del cultivo del repollo mediante el uso de diferentes dosis de nitrógeno y densidades de siembra puede influir en el diámetro polar de la cabeza de repollo.

Cuando se comparó el efecto de las combinaciones de los diferentes niveles de fertilización con las densidades de siembra sobre el comportamiento del diámetro polar de la cabeza del repollo, los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias entre tratamientos.

Las dosis de fertilización nitrogenada aplicada y densidades de siembra presentan valores similares en el diámetro polar del repollo, no obstante se observa una tendencia de mayor diámetro polar cuando se combina la dosis de 150 kg de nitrógeno con la densidad 28571 que presenta un valor de 20.10 cm de diámetro polar (ver tabla 7.)

El tratamiento sin aplicación de nitrógeno, combinado con ambas densidades de siembra presenta diferencias con el resto de los tratamientos y contiene los menores valores de diámetro polar.

A medida que se incrementa la dosis de nitrógeno hasta cierto nivel y a una densidad poblacional determinada, se da una tendencia a incrementar el diámetro polar de la cabeza de repollo.

El resultado final del volumen del repollo estará dado por la relación existente entre el diámetro polar y ecuatorial entre otros factores.

Tabla 7. Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el diámetro polar de la cabeza de repollo.

Trat N°	Nitrogeno kg/ha	Densidad de siembra (plantas /ha)	Diámetro Polar (cm)
1	0	28571	16.50 b
2	0	22222	17.25 b
3	75	28571	19.35 a
4	75	22222	19.82 a
5	150	28571	20.10 a
6	150	22222	19.75 a
7	225	28571	19.20 a
8	225	22222	19.30 a
	C.V(%)		3.01
	R ²		0.88

Se muestra una tendencia a la variación del diámetro polar de la cabeza del repollo conforme a la relación existente entre los niveles de nitrógeno y la densidad de

siembra como se puede observar en los resultados presentados en tabla anterior lo cual tiene similitud con lo afirmado por Gordon, y Barden, (1984), con respecto a la influencia del nitrógeno y densidad de siembra en el desarrollo de cabezas de repollo.

5.1.4 Efecto del nitrógeno sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo

El Nitrógeno es importante para el crecimiento y desarrollo de la planta lo cual está en relación con el rendimiento que puede obtenerse de un cultivo.

Las deficiencias así como los excesos de nitrógeno pueden ocasionar desórdenes fisiológicos en la planta cuyos efectos se traducen en la reducción de los rendimientos de un cultivo.

El nitrógeno es determinante en la etapa de formación de la roseta y en la etapa de formación y desarrollo de la cabeza; pues una deficiencia de nitrógeno produce una roseta y una cabeza más pequeña (Huerres y Carballo, 1988).

Conforme a los resultados del análisis estadístico efectuado a los datos, se encontró diferencias significativas en el diámetro polar de la cabeza de repollo entre las dosis de fertilización nitrogenada aplicada y el testigo cuyo tratamiento fue sin aplicación de nitrógeno.

No se encontró diferencias significativas para el diámetro polar de las cabezas de repollo entre las dosis de fertilización de nitrogenada aplicada, apreciándose una tendencia de aumentar el diámetro ecuatorial cuando se aplicó 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea (ver tabla 8).

Tabla 8. Efecto del nitrógeno sobre el diámetro ecuatorial.

Nitrógeno (kg/ha)	Diámetro ecuatorial (cm)
0	14.98 b
75	17.48 a
150	18.00 a
225	17.31 a
C.V(%)	3.86
R ²	0.84

Los resultados de esta investigación muestran similitud con lo señalado por Huerres y Carballo (1988), ya que en este experimento el testigo, el cual no incluye dosis o nivel de nitrógeno aplicado, presenta un menor tamaño en el diámetro ecuatorial.

Centeno y Baca (1996), evaluando doce variedades de repollo, entre las que se encontró el cultivar Izalco, mostró un diámetro ecuatorial de 15.85 centímetros, resultando estadísticamente inferior a los de Migthy YR (19 centímetros), Superette YR (16.16 centímetros) y Fortuna (15.95 centímetros), pero similares a los diámetros ecuatoriales del resto de cultivares.

5.1.5 Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo.

De cualquier forma que se manipule una densidad poblacional de plantas ya sea usando diferentes distancias de siembra dentro de una misma hilera o entre hileras esto causará un variación en el crecimiento y desarrollo de una planta si los demás factores incidentes permanecen constantes y de forma adecuada.

El espaciamiento entre plantas es un aspecto dentro del manejo de poblaciones de plantas en lo cual se debe tomar en consideración el tipo de suelo, clima y variedad del cultivo.

Los resultados del análisis estadístico aplicado a los datos de la variable diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo no mostraron diferencias significativas cuando se establecieron las dos densidades de siembras para el cultivo de repollo, sin embargo se puede observar que se presenta una tendencia de aumentar el diámetro ecuatorial que en este caso resulto ser de 17,01 cm cuando se establece la densidad de siembra de 22222 plantas por hectárea (Ver tabla) 9

Las altas densidades de siembra producen un efecto de competencia sobre la adquisición de recursos por medio del cual una planta puede afectar el desarrollo de la planta vecina al modificar el medio ambiente, luz, agua, espacio y nutrientes indicadores del crecimiento y desarrollo de las plantas (Phillip, 1982).

Tabla 9. Efecto de la densidad de siembra sobre el diámetro ecuatorial.

Densidad de siembra (plantas/ha)	Diámetro ecuatorial (cm)
28571	16.87 a
22222	17.01 a
C.V(%)	3.86
R ²	0.84

Confome a los resultados obtenidos del análisis estadístico de datos se puede observar sobre las densidades de siembra que a medida que se da un mayor espaciamiento para las plantas se presenta una tendencia a aumentar el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo.

5.1.6 Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo.

Cuando varios factores interactúan, ya sean de carácter ambiental, genotipo y de manejo agronómico en el crecimiento y desarrollo de una planta, estos deben ser equilibrados y balanceados acorde a las exigencias o requerimientos particulares del genotipo que se está utilizando. (Escorcía, 1997).

Cuando se comparó la influencia del nitrógeno y la densidad de siembra sobre la variable diámetro ecuatorial el análisis estadístico realizado a los datos mostró diferencias significativas.

Se puede observar una tendencia a mayor diámetro ecuatorial cuyo valor para esta variable correspondió a 18.42 cm cuando se combinó la aplicación de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea, con la densidad de 28571 plantas por hectárea (Ver tabla 10).

Tabla 10. Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el diámetro Ecuatorial.

Trat. N°	Nitrógeno (kg/ha)	Densidad de siembra (plantas /ha)	Diámetro ecuatorial (cm)
1	0	28571	14.50 c
2	0	22222	15.47 bc
3	75	28571	17.32 ab
4	75	22222	17.65 a
5	150	28571	18.42 a
6	150	22222	17.57 a
7	225	28571	17.25 ab
8	225	22222	17.37 a
	C.V(%)		3.86
	R ²		0.84

Los resultados obtenidos concuerdan por lo descrito por Phillip, (1982) ; Huerres, y Carballo, (1988) quienes plantean que la fertilización nitrogenada y la densidad de siembra influyen en los parámetros de desarrollo de las cabezas de repollo.

La relación existente entre espacio de plantas y nutrición se manifiesta cuando se marca el efecto de competencia por agua, luz y nutrientes; así se observa que a mayor densidad poblacional y sin aplicación de nitrógeno el diámetro ecuatorial de la cabeza de repollo será menor.

5.2 Rendimiento del repollo

5.2.1 Efecto del nitrógeno sobre el peso fresco de la cabeza de repollo.

El nitrógeno aplicado en la etapa intermedia de formación de hojas de roseta y hojas envolventes es fundamental en el logro de altos rendimientos ya que inicialmente estos elementos se acumulan en las hojas exteriores y después se traslocan a las hojas interiores para la formación de la cabeza (Hara y Sonoda, 1974).

El peso fresco de la cabeza de repollo está influido por las características genotípicas del material, por factores ambientales y el manejo que se le da al cultivo.

La etapa de crecimiento vegetativo está determinada por la influencia del nitrógeno y mayormente en aquellas plantas en que las características principales están marcadas por su desarrollo foliar y cuyo propósito de consumo lo constituyen principalmente sus hojas y frutos (Escorcía, 1997).

La aplicación de fertilizante nitrogenado es determinante también, para la obtención de peso fresco de las cabezas de repollo y está relacionado con la formación de masa vegetativa.

La deficiencia de nitrógeno produce rosetas y cabezas más pequeñas y el exceso provoca menor peso seco y bajos rendimientos (Huerres y Carballo, 1988).

De acuerdo con el análisis estadístico practicado a los datos sobre la variable peso fresco de las cabezas de repollo, se encontró diferencias significativas entre dosis de fertilización nitrogenada con el testigo.

No se presentaron diferencias significativas en el peso fresco de las cabezas de repollo al comparar las dosis de fertilización nitrogenada aplicada no obstante se puede observar una tendencia de mayor peso fresco habiendo obtenido un valor de

1.68 kg de peso fresco de cabezas de repollo en este estudio cuando se aplicó la dosis de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Ver tabla 11).

En los tratamientos donde se aplicó dosis nitrógeno, los valores de peso fresco de las cabezas de repollo fueron similares no ocurriendo así en el tratamiento donde no se aplicó dosis nitrógeno y en el cual se obtuvo un valor menor de peso fresco.

Tabla 11. Efecto del nitrógeno sobre peso fresco

Trat	Nitrógeno (Kg/ha)	Peso fresco (kg)
1	0	1.08 b
2	75	1.61 a
3	150	1.68 a
4	225	1.59 a
	C.V(%)	7.07
	R ²	0.89

Matus, (1999), evaluando dos niveles de fertilización (47 kilogramos de nitrógeno/ha y 70 kilogramos de nitrógeno/ha) en el desarrollo y rendimiento del cultivar izalco, no obtuvo diferencias significativas en las dosis de fertilización para la variable peso de la cabeza, registrando pesos de 1.35 kilogramos.

Cuadra, et al (2000), evaluando la fertilización NPK en el cultivar Izalco, cuando aplicaron 160 kilogramos de nitrógeno/ha obtuvieron pesos superiores a los 2.2 kilogramos por repollo.

5.2.2 Efecto de la densidad de siembra sobre el peso fresco de la cabeza de repollo

Los rendimientos de un cultivo, pueden bajar debido a diversos factores ambientales como: falta de humedad, altas temperaturas, efecto de malezas, problemas edáficos y el manejo agronómico. (Hammerton, 1975).

El manejo de la densidad de siembra es un factor clave que influye en el peso fresco de las cabezas de repollo lo cual puede ser determinante en el incremento del peso de las unidades de cabezas.

A menor densidad de siembra se favorece el incremento en el volumen de la cabeza del repollo lo cual repercute en el peso de las unidades de repollo.

El peso fresco de la cabeza de repollo está influenciado por factores como la densidad de siembra, características físico químicas del suelo, condiciones climáticas, manejo del cultivo y por las características genéticas propias del cultivar.

A nivel nacional los productores logran densidades poblacionales promedios de 13,700 plantas por hectárea. Las distancias de siembras utilizadas por los productores son: 30 centímetros entre plantas y 60 centímetros entre surcos, la más utilizada es la de 50 centímetros entre surcos (MAGFOR,1998). Sin embargo las densidades de siembra deben estar acorde y de manera apropiada al cultivar de repollo que se esté manejando y a sus requerimientos.

No se encontró diferencias significativas al comparar el peso fresco de las cabezas formadas de repollo cuando se utilizaron las diferentes densidades de siembras, sin embargo se observó una tendencia de mayor peso fresco cuando se estableció la menor densidad de siembra (Ver tabla 12).

Tabla 12. Efecto de la densidad de siembra sobre el peso fresco.

Densidad de siembra (plantas/ha)	Peso fresco (kg)
28571	1.47 a
22222	1.51 a
C.V(%)	7.07
R ²	0.89

Según Girard y Osorio, (1975), la distancia de siembra afecta el tamaño de la cabeza; a menor distancia se obtiene menor tamaño de cabeza y viceversa.

Los resultados obtenidos por Matus, (1999), indican que no hubo influencia de la distancia de siembra para el peso de la cabeza, registrando pesos de 1.2 kilogramos.

Rodríguez, (1992), obtuvo pesos de 1.75-2.15 kilogramos, Pineda (1993), registró pesos entre 1.75-2.4 kilogramos.

5.2.3 Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre peso fresco de la cabeza de repollo.

El peso fresco de las cabezas de repollo es un elemento de mucha importancia para el resultado final del producto comercializable ya que es de esta manera que se comercializa este producto.

El peso fresco está dado por la cantidad de biomasa de la planta medida en kilogramos.

Respecto a la influencia del nitrógeno y la densidad de siembra sobre el peso fresco el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre tratamientos con aplicación de nitrógeno y sin aplicación, sin embargo los tratamientos en los que se incluye aplicación de nitrógeno no mostraron diferencias significativas entre sí, obteniendo estos, valores similares en peso fresco.

No obstante se puede observar una tendencia al incremento en peso fresco cuando se aplica 150 kg de nitrógeno, y se establece la densidad de siembra de 22221 plantas por hectárea (Ver tabla 13).

Rodríguez, (1992), en un estudio de evaluación de criterios de aplicación para el manejo de *plutella xylostella* en repollo los pesos de las cabezas obtenidas variaron entre 1.75 y 2.15 kilogramos. Pineda, (1993), evaluando económicamente diferentes criterios de aplicación para el control de *Plutella xylostella* en repollo, no encontró diferencias con los pesos de las cabezas obtenidas en un rango de 1.8 a 2.4 kilogramos.

Tabla 13. Efecto del nitrógeno y la densidad de siembra sobre el peso fresco

Trat. N°	Nitrogeno (kg/ha)	Densidad (plantas/ha)	Peso Fresco (kg)
1	0	28571	1.06 b
2	0	22222	1.10 b
3	75	28571	1.61 a
4	75	22222	1.62 a
5	150	28571	1.65 a
6	150	22222	1.71 a
7	225	28571	1.57 a
8	225	22222	1.61 a
	C.V(%)		7.07
	R ²		0.89

5.2.4 Efecto del nitrógeno sobre el número de cabezas de repollo formadas.

El nitrógeno tiene fundamental importancia en la fase de crecimiento vegetativo y asegura la fase reproductiva, ya la deficiencia de este nutriente en la planta afecta los diferentes órganos de crecimiento y reduce la capacidad reproductiva y rendimiento en las plantas.

El nitrógeno es importante en el repollo para el crecimiento de las hojas de rosetas las cuales están relacionadas con la formación de cabezas en el cultivo de repollo. El nitrógeno tiene un efecto importante en el número de plantas que desarrollan cabezas y en el tamaño de las mismas (Domínguez, 1997).

Se encontró diferencia significativa en el número de cabezas formadas al aplicar dosis de fertilización nitrogenada en comparación al testigo. No hay diferencias significativas en el número de cabezas formadas entre dosis aplicadas de nitrógeno, pero se observa una tendencia de mayor número de cabezas formadas que para esta variable en el estudio realizado fue de 23143 cuando se aplicó la dosis de 225 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Ver tabla 14).

Cuadro 14. Efecto del nitrógeno sobre el número de cabezas formadas

Trat	Nitrógeno (kg/ha)	N° de cabezas formadas/ha
1	0	19190 b
2	75	21444 a
3	150	22571 a
4	225	23143 a
	C.V(%)	5.56
	R ²	0.91

Matus, 1999, no encontró diferencias significativa en el número de cabezas formadas cuando aplicó dos dosis de fertilización completa (5.7 qq/ha y 8.5 qq/ha).

5.2.5 Efecto de la densidad de siembra sobre el número de cabezas de repollo formadas

La distancia de siembra es muy importante en la expresión numérica de cabezas formadas por tanto si se logra estimar una densidad de siembra adecuada que asegure el crecimiento de cada planta hasta alcanzar una cabeza comercial, así también se aseguran altos ingresos económicos. (Huerres y Carballo, 1988).

Los resultados del análisis estadístico de los datos mostraron diferencias significativas entre el número de cabezas formadas cuando se utilizaron las dos densidades de siembra para el cultivo del repollo.

Con la densidad de siembra de 28571 plantas por hectárea, se obtuvo mayor número de cabezas formadas cifra que correspondió a 24285 cabezas formadas por hectárea. (Ver tabla 15).

Esto implica que a mayor densidad poblacional de plantas se puede obtener un mayor número de cabezas formadas aunque probablemente con un menor peso unitario si no se toma en cuenta la dosis correspondiente para determinar población de plantas y la competencia por espacio, agua, luz y nutrientes.

Tabla 15. Efecto de la densidad de siembra sobre el número de cabezas formadas.

Densidad de siembra (plantas/ha)	N° de cabezas Formadas ha
28571	24285 a
22222	18889 b
C.V(%)	5.56
R ²	0.91

Los resultados de este experimento coinciden con los obtenidos por Matus, (1999), quien encontró diferencias significativas evaluando tres densidades de siembra (50000, 40000, 33333 plantas por hectárea) registrando 43750, 3416 y 29916 cabezas formadas por hectárea respectivamente.

5.2.6 Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el número de cabezas de repollo formadas

El número de cabezas formadas en repollo es de mucha importancia económica en la obtención de rentabilidad por unidad de área de repollo cultivada por el productor.

Cuando interactúan dos factores sobre el número de cabezas formadas como lo son el nitrógeno y la densidad de siembra, estos incidirán en el número de cabezas formadas según el grado en que se correlacionen.

Los resultados de análisis mostraron diferencias significativas entre tratamientos en el número de cabezas formadas de repollo por hectárea cuando se combinaron los diferentes niveles de nitrógeno con las densidades de siembra establecidas para el cultivo de repollo (Ver tabla 16).

Como se puede observar en la tabla referida cuando se cambia de una densidad de siembra a otra y bajo el mismo nivel de nitrógeno se pueden apreciar diferencias en el número de cabezas formadas.

Las diferentes dosis de nitrógeno aplicado bajo las mismas densidades poblacionales de plantas muestran valores similares en el número de cabezas formadas no ocurriendo así en los tratamientos que contienen ambas densidades poblacionales de plantas sin aplicación de nitrógeno donde se muestran diferencias entre sí y con el resto de los tratamientos en el número de cabezas formadas. Se presenta una tendencia a formar mayor número de cabezas formadas en la densidad de siembra con 28571 plantas por hectárea y dosis de 225 kg de nitrógeno.

Tabla 16. Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el número de cabezas formadas

No	Nitrógeno (kg/ha)	Densidad de siembra (plantas/ha)	No. Cabezas formadas/ha
1	0	28571	21714 b
2	0	22222	16667 d
3	75	28571	24000 a
4	75	22222	18890 c
5	150	28571	25143 a
6	150	22222	20000 bc
7	225	28571	26286 a
8	225	22222	20000 bc
	C.V.(%)		5.56
	R ²		0.91

Matus, (1999), no encontró diferencias significativas entre el número de cabezas formadas por hectárea, cuando combinó tres distancias entre plantas y dos dosis de fertilización completa.

5.2.7 Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento del repollo

La manifestación del rendimiento de los cultivos está asociado a la combinación de una serie de factores de orden genético, agroecológico y de técnicas de manejo de las plantas.

Las plantas necesitan determinadas cantidades de nutrientes para que fisiológicamente tengan un adecuado crecimiento y desarrollo y para que sean eficaces en su rendimiento.

El nitrógeno es muy importante en las etapas de crecimiento vegetativo y constituye el eslabón en las etapas de desarrollo de las plantas.

La mayor absorción de nutrientes ocurre un mes posterior al inicio de la formación del repollo, donde se requiere el 84.4% de todo el nitrógeno. (Huerres y Carballo, 1988).

Los rendimientos calculados en base a 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 mas uniformes que las de un campo grande (CIMMYT, 1988). El rendimiento agronómico está influenciado por el número de cabezas formadas con valor comercial (Ver anexo 5).

El análisis estadístico practicado a los datos de rendimiento presentó diferencias significativas al comparar dosis aplicadas de nitrógeno con el testigo. No hay diferencias significativas entre los tratamientos con aplicación de nitrógeno, observándose una tendencia de mayor rendimiento el cultivo de repollo cuando se aplicó la dosis de 150 kg de nitrógeno por hectárea (Ver tabla 17).

Tabla 17. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento del repollo

Nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento (t/ha)
0	20.7 b
75	34.6 a
150	37.8 a
225	36.8 a
C.V.(%)	6.72
R ²	0.95

Si las dosis de nitrógeno son bajas y no se corresponden con los requerimientos para el aumento en peso del repollo, los rendimientos pueden ser reducidos y expresar variaciones entre un tratamiento y otro, más aun bajo condiciones críticas como es el caso de cero aplicación de nitrógeno los rendimientos en repollo son drásticamente disminuidos.

En estudio realizado por Ayala y Garza, (1992), sobre el rendimiento del cultivo de la lechuga, no presento diferencias significativas cuando se aplicó 50, 100, 150 y 200 kg/ha de nitrógeno.

En un trabajo de investigación realizado en Matagalpa por Cuadra, et al (2000), evaluando diferentes niveles de fertilización completa en el cultivo del repollo, encontró que aplicando 120-0-80 de NPK por hectárea obtuvo rendimientos de 38,530 kg/ha. En cambio, al aplicar la dosis de 80-30-80 de NPK por hectárea, produjo 13,672 kg/ha.

En el estudio realizado por Matus, 1999, evaluando tres distancias de siembras y dos dosis de fertilización en el cultivo del repollo, no encontró diferencias significativas en el rendimiento cuando aplicó 5.7 qq/ha y 8.5 qq/ha de la fórmula 18-46-0.

5.2.8 Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento del repollo

El rendimiento total por unidad de área de un cultivo puede estar influenciado por factores como la densidad poblacional de plantas debido a la competencia que puede ocurrir por espacio, agua, luz y nutrientes, los cuales son necesarios para su crecimiento, desarrollo y producción.

Las variantes en el uso de densidades de siembra de un cultivo están sujetas a la diversidad del material genético, a las condiciones físico químicas del suelo, clima, manejo fitosanitario del cultivo y a los fines que se persiguen con la producción (Escorcia, 1997).

Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas en el rendimiento del repollo cuando se comparó el efecto de las densidades de siembra de 28571 y 22222 plantas de repollo por hectárea, como se observa en la tabla 18. El mayor valor en el rendimiento con 36.1 t/ha, fue obtenido cuando se utilizó la densidad de siembra de 28571 plantas por hectárea.

Tabla 18. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento del repollo

Densidad de siembra (plantas /ha)	Rendimiento (t/ha)
28571	36.1 a
22222	28.8 b
C.V.(%)	6.72
R ²	0.95

Hay que considerar que a mayor población se garantiza mayor número de cabezas por hectárea con la diferencia de que el peso unitario de las cabezas también puede variar.

5.2.9 Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el rendimiento del repollo.

El rendimiento del cultivo de repollo, es de vital importancia para el productor, de éste depende en gran parte la rentabilidad del rubro siempre y cuando sus costos de producción no sean altos y los precios del repollo en el mercado le sean favorables.

El incremento sostenido de la producción en una finca junto al rendimiento mediante la aplicación de tecnología efectiva y de bajo costo le da al productor la factibilidad de desarrollo socioeconómico.

Para formar 1 tonelada de producción, la plantación requiere extraer 4.10 kilogramos de nitrógeno. (Arzola, et al.,1986).

Caicedo, 1972, señala que para producir 35 t/ha de repollo la plantación extrae 120 kilogramos de nitrógeno/ha.

Una producción de 35 ton/ha extrae del suelo 120 kg/ha de nitrógeno, 45 kg/ha de P_2O_5 , 160 kg/ha de K_2O y 215 kg/ha de CaO (Días, et al.,1999).

El rendimiento de un cultivo en cualquier unidad de medida que se exprese, es un factor clave para que el productor observe y analice el volumen de la producción obtenida, el potencial genético de la semilla utilizada y los resultados del manejo del cultivo con variantes como el uso de densidades de siembra, dosis y época de aplicación del fertilizante.

Normalmente, un productor de repollo aplica de 46 qq/mz (181.4-272.2 kg) de fertilizante completo 20-20-20, antes del trasplante y de 1-2 qq/mz (45.3-90.7 kg) de urea al momento de los aporques (Días, et al., 1999).

Hara y Sonoda (1979), indican que para el logro de altos rendimientos, el nitrógeno se debe aplicar en la fase de desarrollo de las hojas exteriores y en la fase intermedia de la formación de la roseta. (Huerres y Carballo, 1988).

Los resultados de análisis mostraron diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento del repollo cuando se combinaron los diferentes niveles de nitrógeno con las densidades de siembra establecidas para el cultivo de repollo (Ver tabla 19).

Como se puede observar en la tabla referida cuando se cambia de una densidad de siembra a otra y bajo una misma dosis de nitrógeno aplicado se pueden apreciar diferencias en el rendimiento del repollo.

Las diferentes dosis de nitrógeno aplicado bajo las mismas densidades poblacionales de plantas muestran valores similares en el rendimiento. Se presenta una tendencia a mayor rendimiento en la densidad de siembra con 28571 plantas por hectárea y dosis de 150 kg de nitrógeno.

Los tratamientos en que se combinan ambas densidades poblacionales de plantas y cero aplicación de nitrógeno son los que presentan menores valores en rendimientos siendo estos similares entre sí como se puede observar en la tabla 19.

Cuando se cambia de una a otra densidad poblacional de plantas bajo una misma dosis de nitrógeno se observan diferencias en el rendimiento del repollo. Esto es también debido a la cantidad de plantas logradas por unidad de área pero que también está relacionado con los tratamientos de fertilización utilizados.

Tabla 19. Efecto del nitrógeno y la densidad de siembra sobre el rendimiento del repollo

N°	Nitrog. (kg/ha)	Densidad de siembra (plantas/ha)	No. cabezas formadas/ha	Rendimiento (tn/ha)
1	0	28571	21714	23.00 d
2	0	22222	16667	18.47 d
3	75	28571	24000	38.71 ab
4	75	22222	18890	30.64 c
5	150	28571	25143	41.55 a
6	150	22222	20000	34.021 bc
7	225	28571	26286	41.50 a
8	225	22222	20000	32.23 c
		C.V.(%)		6.72
		R ²		0.95

Los datos de producción nacional han sido clasificados por los expertos del MAGFOR de la siguiente manera: rendimiento técnico de 26615, rendimiento real de 20566 y rendimiento promedio de 16574 cabezas formadas por hectárea de manera general en variedades de repollo que cultiva el productor.

5.3 Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre la calidad de cabezas de repollo formadas

La forma, consistencia, color y apariencia del repollo son cualidades inherentes a los caracteres genéticos del repollo pero algunos de estos atributos pueden verse influenciados por las condiciones agroecológicas, el manejo agronómico y fitosanitario del cultivo.

La calidad del producto, es de vital importancia porque en conjunto con el rendimiento dado en peso por cabeza, forman los dos componentes relevantes del precio de la cabeza del repollo.

En condiciones suficientes de nitrógeno el cultivo del repollo logra formar cabezas compactas y bien desarrolladas.

Cuando se utilizan densidades poblacionales de plantas acorde a las requeridas por un cultivar de repollo en particular, se logrará un mejor desarrollo de cabezas compactas.

La fertilización nitrogenada es básica para el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad del repollo, pues una deficiencia de ésta produce repollos más pequeños, menor peso, crecimiento raquítrico y hojas verdes pálido. (Wallace, 1961). El exceso de nitrógeno reduce el peso seco del fruto y los rendimientos, provoca desgarramientos en la superficie del fruto (Hara y Sonoda, 1974) mencionados por Huerres y Carballo, (1988).

La calidad del repollo es evaluada a través del índice de forma, consistencia de las cabezas y del índice de área foliar dañada para lo cual se utilizaron los métodos correspondientes a cada parámetro en la determinación de calidad de las cabezas de repollo.

5.3.1 Forma de la cabeza del repollo

Los resultados de estudio demostraron que las cabezas de repollo del híbrido Izalco están dentro del rango de la forma redonda,(Ver tabla20) de acuerdo a la escala referente a forma de cabezas en el método utilizado por Ojeda y Guerra, (1987). (Ver método respecto a índice de forma en anexo 6.1).

5.3.2 Consistencia de la cabeza de repollo

La consistencia está dado por el grado de compactibilidad de las cabezas repollo, sobre el cual puede influir la fertilización y la densidad de siembra en dicho cultivo.

La consistencia fue calculada bajo el método de Ojeda y Guerra, (1987), (Ver método en anexo 6.2) y por medio del cual en este estudio se obtuvieron resultados con valores dentro del rango de buena consistencia (Ver tabla 20).

5.3.3. Area foliar dañada de la cabeza de repollo

Las hojas de cabeza de repollo no presentaron daño aparente, considerando las muestras dentro de la escala 1 del método de Chalfart y Brett (1965). (Ver método en anexo 6.3). Los resultados del índice de área foliar dañada en la cabeza de repollo son mostrados en la tabla 20.

Tabla 20. Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre la calidad del repollo.

N°	Trat.		Calidad del Repollo		
	Nitrógeno (kg/ha)	Densidad de siembra (plantas/ha)	Indice de Forma	Consistencia	Area foliar dañada (%)
1	0	28571	1.13 red	0.58	1
2	0	22222	1.11 “	0.51	1
3	75	28571	1.11 “	0.53	1
4	75	22222	1.12 “	0.50	1
5	150	28571	1.09 “	0.46	1
6	150	22222	1.12 “	0.53	1
7	225	28571	1.11 “	0.52	1
8	225	22222	1.11“	0.52	1

En el estudio realizado por Matus, 1999, evaluando tres distancias de siembras y dos dosis de fertilización para el caso calidad del repollo de la variedad Izalco, encontró valores de 0.93 y 0.94 para la forma que la clasifica como redonda; valores de 0.74 y 0.77 para la consistencia y un valor de 1 en la escala de daño de la cabeza por insectos. Estadísticamente no encontró diferencias para el factor distancias de siembras ni para el factor dosis de fertilización completa.

Los valores obtenidos a través de los parámetros utilizados para la determinación de la calidad del repollo y que se muestran en la tabla 20, son considerados como muy buenos y nos reflejan la influencia del uso de dosis de nitrógeno y densidad de plantación sobre la calidad del repollo.

Estos parámetros conjugados con los factores climatológicos y las características genotípicas del cultivar inciden directamente sobre el rendimiento y calidad.

5.4 Análisis Económico

5.4.1 Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el beneficio bruto.

Los ingresos económicos del repollo están dados por el rendimiento, el cual está relacionado con el tamaño, peso y la calidad de la cabeza.

El precio de la cabeza del repollo tiene que ver con el tamaño, peso y calidad que presenta para el comerciante y al consumidor. (Ver Anexo 7). Sin embargo en ciertos períodos el precio del repollo también está determinado por la demanda y oferta en conjunto con la calidad que presente el producto.

Las diferentes combinaciones de dosis de nitrógeno con las densidades de siembras obtendrán diferentes o similares precios en base a la calidad y rendimiento que se obtenga en las cabezas de repollo.

Los comerciantes o intermediarios dedicados a este negocio imponen los precios en dependencia del nivel de saturación y la demanda del producto en el mercado.

En la mayoría de los casos los productores quedan a merced de los precios impuestos por los intermediarios y se conforman con un margen de ganancia del 150%.

La aplicación de nitrógeno y el uso de la densidad de siembra para el repollo, tiene una relación directa entre los rendimientos, la calidad y los ingresos económicos obtenidos.

Los resultados del análisis económico, nos indican que los tratamientos 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea y densidad de 28571 plantas por hectárea presenta el mayor beneficio bruto con \$2011.44, seguido por el tratamiento 225 kilogramos de nitrógeno por hectárea para la misma densidad de plantas con un valor de \$1840.00 y el tratamiento con 150 kilogramos de nitrógeno y densidad poblacional de 22222 plantas por hectárea con un valor de \$1800.00 en beneficio bruto.

Los ingresos en beneficios brutos son mayores cuando se utiliza la densidad poblacional de 28571 plantas y cuando se aplica 150 kg de nitrógeno por hectárea y son ligeramente menor para esa misma densidad cuando se aplica 225 kg de nitrógeno (Ver tabla 21).

Esto significa que al aumentar la dosis de nitrógeno hasta cierto nivel en conjunto con incrementos de población, se aumenta el beneficio bruto, sin embargo incrementos en dosis de nitrógeno por encima de 150 kg no significan aumentos sustanciales en el beneficio bruto para esa misma población.

Los beneficios brutos se ven afectados en ambas distancias de siembras cuando el factor nitrógeno presenta la mayor limitante que es el caso de cero aplicación de nitrógeno.

Tabla 21. Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el beneficio bruto en repollo

Trat.	Nitrógeno (kg/ha) y densidad (plantas/ha)	Nº cabezas formadas	Precio/cabeza (\$)	Beneficio bruto (\$)
1	0 - 28571	21714	0.04	868.56
2	0 - 22222	16667	0.04	666.68
3	75 - 28571	24000	0.07	1680.00
4	75 - 22222	18890	0.07	1323.30
5	150 - 28571	25143	0.08	2011.44
6	150 - 22222	20000	0.09	1800.00
7	225 - 28571	26286	0.07	1840.02
8	225 - 22222	20000	0.07	1400.00

Fuente: Banco Central de Nicaragua (Dic. 2004)
USD\$ 1.00= C\$ 16.30

5.4.2 Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el beneficio neto en repollo

EL ingreso económico valuado como beneficio bruto, los sometimos a un análisis económico, aplicando el método de presupuesto parcial.

Para ello, utilizamos los costos variables de cada tratamiento considerando el precio de campo del fertilizante, la dosificación aplicada, la cantidad de semilla a establecer en el semillero, el transporte de los productos y la mano de obra que aplica fertilizante y siembra la semilla (Ver anexo 8).

Los costos fijos de producción se obtienen de los costos operativos y administrativos para producir una hectárea de repollo en condiciones normales para los productores (Ver anexo 9).

Debido a que cada tratamiento del presente estudio tiene un costo variable diferente, utilizamos el costo fijo promedio que tiene el productor restando los costos de los fertilizantes, semilla, mano de obra y transporte, calculando el beneficio neto por diferencia entre el beneficio bruto y el costo total de cada tratamiento, como puede apreciarse en la tabla 22.

El costo total es la suma del costo fijo del productor más el costo variable de cada tratamiento del estudio.

El presente estudio reveló que en ambas distancias de siembras sin aplicación de nitrógeno se obtuvieron los más bajos ingresos y pérdidas. Los mejores beneficios netos con \$1108.72 y \$946.18 se obtienen en los tratamientos 5 y 6 que tienen igual dosis de nitrógeno (150 kg de nitrógeno/ha) y densidades de siembra de 28571 plantas/ha y 22222 plantas/ha respectivamente.

Tabla 22. Efecto del nitrógeno y densidad de siembra sobre el beneficio neto en repollo.

Trat.	1	3	4	5	6	7
	Nº. cabezas formadas	Precio /cabeza (\$)	Beneficio bruto. (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Beneficio neto (\$)
1	21714	0.04	868.56	134.80	775.75	92.81
2	16667	0.04	666.68	85.90	726.85	-60.17
3	24000	0.07	1680.00	198.28	839.23	840.77
4	18890	0.07	1322.30	149.38	790.33	531.97
5	25143	0.08	2011.44	261.77	902.72	1108.72
6	20000	0.09	1800.00	212.87	853.82	946.18
7	26286	0.07	1840.02	325.65	966.60	873.42
8	20000	0.07	1400.00	276.75	917.70	482.30

5.4.3 Análisis de dominancia

Considerando los beneficios netos positivos resultantes de este estudio, se practicó un análisis de dominancia, ordenando los costos variables de menor a mayor y registrando los beneficios netos de cada tratamiento.

En este caso no incluimos el segundo tratamiento que corresponde a cero aplicación de nitrógeno con densidad 22222 plantas el cual presenta un valor negativo en el beneficio neto y por otra parte el análisis económico registra dos tratamientos dominados (Ver tabla 23).

Podrá observarse, que aunque las dos densidades de siembras con niveles de fertilización mayores de 150 kg de nitrógeno por hectárea, muestran un incremento

en rendimiento, el análisis de dominancia muestra que el valor del aumento de rendimiento no es suficiente para compensar el incremento de costos. O sea que utilizar niveles de 225 kg de nitrógeno/ha no produce mayor beneficio neto.

Por otra parte la similitud en incremento de rendimiento entre aplicar 150 y 225 kg de nitrógeno por hectárea para ambas densidades de siembra utilizadas no justifica desde el punto de vista económico aplicar la dosis más alta de nitrógeno en el repollo.

Tabla 23. Análisis de dominancia

No	Tratamiento	Costos Variables (\$)	Beneficios Netos (\$)
1	0 – 28571	134.80	92.81 NO DOMINADO
4	75 – 22222	149.38	531.97 NO DOMINADO
3	75 – 28571	198.28	840.77 NO DOMINADO
6	150 – 22222	212.87	946.18 NO DOMINADO
5	150 – 28571	261.77	1108.72 NO DOMINADO
8	225 – 22222	276.75	482.30 DOMINADO
7	225 – 28571	325.65	873.42 DOMINADO

5.4.4 Análisis de retorno marginal.

El análisis de retorno marginal, muestra como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida.

Los resultados del análisis de dominancia son sometidos a un análisis de retorno marginal para determinar cual de los tratamientos presenta mayor capacidad de retorno de capital.

El efecto que tiene el incrementar la dosis de 0 a 75 kg. de nitrógeno/ha, tiene una tasa de retorno marginal apreciable, indicando que por cada dólar invertido el productor recuperaría el dólar y adquiere adicionalmente \$30.00 de ganancia. (Ver tabla 24).

Tabla 24. Análisis de retorno marginal

Tratamiento	Beneficio neto marginal (\$)	Costo variable marginal (\$)	Tasa de retorno marginal (%)
1	-----	-----	-----
4	439.16	14.58	3012.07
3	308.80	48.90	631.49
6	105.41	14.59	722.48
5	162.54	48.90	332.39

El resto de tratamientos tienen tasas de retorno marginal aceptables ya que están por encima de la tasa de retorno mínimo establecida para la producción en la agricultura (150%). Sin embargo la tasa de retorno marginal mas alta con menor costo de producción es la que será mas viable para el productor.

5.4.5 Análisis de sensibilidad.

Frecuentemente, los productores se conforman en obtener ganancias en condiciones normales de producción, pero el cultivo del repollo es considerado de alto riesgo debido a una alta fluctuación de precios durante las diferentes épocas de producción, desconocimiento y uso de tecnologías apropiadas, problemas de comercialización, manejo agronómico inadecuado (MAGFOR,1988) y aspectos fitosanitarios (Varela,1991).

Debido a esto, se sometieron los resultados económicos a un análisis de sensibilidad, para determinar el comportamiento de la capacidad de retorno de capital invertido, considerando que los precios del repollo, los del fertilizante y semilla pueden variar en el tiempo. (Ver anexo 10).

El análisis de sensibilidad significa aplicar el análisis marginal bajo condiciones de precios alternativos tanto del repollo como el de los insumos ya que estos pueden variar en el tiempo por diversos factores como inflación, políticas económicas gubernamentales, fluctuaciones de precios en el mercado por oferta y demanda, plazos de créditos y tasas de interés entre otros.

Las posibilidades de pérdida para un productor pueden estar dadas directamente ya sea porque el precio de la cabeza pueda sufrir una baja considerable por el orden del 50% y por otra parte en el caso de aumento de precio podría estimarse un 5% sobre el valor de la cabeza de repollo.

En el caso de los costos variables, se consideró un 5% menos sobre los costos de fertilizantes, semillas, mano de obra y transporte; un 15% sobre los mismos cuando estos experimenten un aumento en el mercado local.

El análisis de sensibilidad practicado sobre datos económicos, demostraron obtener valores por encima de la tasa mínima de retorno, con una alta capacidad de recuperación del capital invertido cuando se incrementa la dosis de nitrógeno de 0 kg. a 75 kg./ha y al utilizar la densidad de siembra de 22222 plantas por hectárea . (Ver tabla 25).

La influencia que tiene la aplicación de nitrógeno en el cultivo del repollo, dado que las tasas de retorno marginal en los tratamientos están dentro del parámetro de la tasa de retorno mínimo lo que implica que el productor puede tomar decisiones en la tecnología a aplicar, basado en las variaciones de precios de las cabezas de repollo, los insumos y el cambio en las densidades de población de plantas por unidad de área.

Tabla 25. Análisis de sensibilidad

A. Precio/cabeza

Trat.	Beneficio neto marginal (\$)		Costo variable marginal (\$)	Tasa de retorno marginal (%)	
	(-50%)	(+5%)		(-50%)	(+5%)
1	-	-		-	-
4	220.08	462.16	14.58	1,509.46	3,169.87
3	153.90	323.19	48.90	314.72	660.92
6	57.71	110.68	14.59	395.54	758.60
5	81.27	170.67	48.90	166.19	349.01

B. Costo variable

Trat. No	Beneficio neto marginal (\$)	Costo variable marginal \$		Tasa de retorno marginal (%)	
		5% (-)	15% (+)	5% (-)	15% (+)
1		-	-	-	-
4	440.16	13.85	16.76	3178.05	2626.25
3	307.80	46.45	56.24	662.64	547.29
6	105.41	13.86	16.78	760.53.	628.18
5	162.54	46.45	56.23	349.92	289.06

En condiciones de alto riesgo de pérdida en las cosechas, el productor no debe, ni puede producir sin una fertilización nitrogenada adecuada a las características del suelo, los requerimientos del cultivo y el manejo de la densidad poblacional de plantas.

VI. CONCLUSIONES

1. La tendencia a obtener los mayores valores de diámetro polar, diámetro ecuatorial, rendimiento, ingreso bruto e ingreso neto se obtuvieron en las combinaciones de dosis con 150 kg/ha de nitrógeno y densidad de 28571 p/ha.
2. El mayor número de cabezas formadas se obtuvo en la dosis con 225 kg/ha de nitrógeno y densidad de siembra de 28571 p/ha y el mayor peso fresco se obtuvo con dosis de 150 kg/ha de nitrógeno y densidad de siembra de 22222 p/ha.
3. Las diferentes dosis de nitrógeno con las densidades de siembras dieron valores mayores de 1 para la forma redonda de la cabeza, valores promedios de 0.50 que lo determinan como buena consistencia y un valor de 1 que identifica a las hojas de la cabeza de repollo sin daño aparente de insectos.
4. El análisis de dominancia mostró que dosis de 225 kg de nitrógeno/ha para ambas densidades de siembra no producen mayores ingresos debido a que mayor inversión no compensa la relación beneficio costo.
5. Al cambiar del tratamiento 0 aplicación de fertilizante nitrogenado a 75 kg/ha con la densidad de 22222 plantas por hectárea se produce la mayor tasa de retorno marginal.
6. Al cambiar del tratamiento 0 aplicación de fertilizante nitrogenado a 75 kg/ha con la densidad de 22222 plantas por hectárea el análisis de sensibilidad muestra las mayores tasas de retorno marginal cuando los precios de las cabezas de repollo disminuyen en 50 % o incrementen en un 5% y los valores de los costos variables disminuyen en un 5 % o aumenten a un 15%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Efectuar investigaciones del cultivo del repollo Izalco con fertilización nitrogenada y densidades de siembra para la zona donde se realizó el experimento y en otras regiones para enriquecer los estudios en esta temática.
2. Debido a que el híbrido Izalco es un cultivar con tolerancia a bacteriosis, plagas como *Plutella* y que presentan buena consistencia, peso, tamaño, forma; adaptable a las zonas repolleras, se recomienda extender su cultivo para la zona de Masatepe.
3. Promover estudios con diferentes niveles de nitrógeno que incluyan dosis menores o mayores de 75 kg/ha en fincas de productores de repollo.
4. Conocer la problemática de producción y necesidades del productor en su finca y establecer vínculos de trabajo investigativo de acuerdo a la zona para analizar que cambios de tecnologías le resultan económicamente viables en rubros de hortalizas como el repollo.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Aguirre, D. 1997. Informe Técnico-económico del cultivo del repollo en la meseta de los pueblos. Cooperativa de Ahorro y Crédito "La Meseta". San Marcos. Carazo. 5p.
2. Arzola, P. N; Fundora, H. O. y Machado, A. J.1986. Suelo, Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. Primera reimpresión. La Habana-Cuba. P54-p69.
3. Caicedo, L. 1972. Curso de Horticultura. 3ª. Edición Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía 286p.
4. CATIE, 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. Informe Técnico N°.150. Turrialba-Costa Rica 80 p.
5. 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 del valle de Sébaco.Matagalpa. Tesis. UNA 35p.
6. CIMMYT, 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F. 79p.
7. Cuadra, S, Urbina L y Rugama J. V. 2000. Evaluación de la fertilización NPK en el cultivo del repollo. INTA. Zona B-5 Matagalpa-Jinotega. 120p.
8. Chalfant, R and Brett, C, 1965. Cabbage looper and imported cabbage worms Feeding damage and control on cabbage in Wester North Carolina. Journal Economic Entomology. v:58. p28-p33
9. Díaz, B. J. Guharay, F., miranda, F., Molina, J., Zamora, M. y Zeledón, R., 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del repollo. CATIE. Manual Técnico No. 38. Serie Técnica 103 p.
10. Domínguez, V.1997. Tratado de fertilización. Edición Mundi-Premsi. Tercera Edición. Barcelona, España. 613p.
11. Escorcía, B. 1997. El Cultivo del repollo. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua-Nicaragua. 61 p.

12. FAO, 2003. Anuario. Volumen 57. p137.
13. García, H. 1974. Flora Medicinal de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Volumen 1. Bogotá-Colombia. 561 p.
14. Girard, E. y Osorio, J. 1975. El cultivo del repollo. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Hortalizas y Frutales. Bogotá-Colombia. p. 163-p180.
15. Gordon, R. y Barden, J. 1984. Horticultura. 1ª. Edición. Edita S.A. México D.F. 225 p.
16. Hara, T. y Sonoda, V. 1974. The role of macronutrients for cabbage head formation. Soil Sci. Plant.Nur.Vol 25.
17. Hammerton, S. 1975. Ecología basada en zonas de vida. 1ª. Edición. San José-Costa Rica. 216 p.
18. Holdridge, L. R.1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
19. Huerres, C. y Carballo, N. 1988. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana- Cuba p.54-p69.
20. IICA. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. San José, Costa Rica 693p.
21. Leñamo, F.1973. Como se cultivan las hortalizas de hojas . Editorial Vecchi, S.A. Barcelona. España. 228p.
22. Lorenz, O y Maynard D.N. 1988. Knotts Handbook for Vegetable Growers. Florida E.U.A. p 50-p51.
23. MAGFOR. 1998. Agricultura y Desarrollo. Sistemas de precios y mercados. Revista No.44. p1-p5.
24. Matus, M. M.1999. Evaluación de tres distancias de siembras y dos dosis de fertilización en el desarrollo, rendimiento y rentabilidad del cultivo del repollo (Brassica oleraceae var.L.), en el Tisey, Estelí. Tesis . UNA. 63p.
25. Montes, A.1987. Guía práctica. Cultivo de hortalizas. Segunda Edición. EAP. Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 74p.
26. Moroto, J.V.1990. Elementos de horticultura general. Edición Mundi-Prensa. Madrid, España 343 p.

27. Obando, L.1999. La fuga del capital fertilidad de suelos. Estrella Agropecuaria. El espejo del agro. Managua- Nicaragua. Año I. No. 5. 16p.
28. Ojeda, L. y Guerra R. 1987. Cultivo de algunos vegetales en Cuba. 2ª. Edición, Editorial Pueblo y Educación. La Habana-Cuba 55p.
29. Pineda, J. 1993. Evaluación económica de diferentes criterios de aplicación para el control de *Plullea xylostella* L. en el cultivo del repollo (*Brassica oleraceae* L) en época de primera. Tesis. Managua, Nicaragua 38p.
30. Phillip, G. 1982. Estrategia de adaptación de las plantas. 1ª. Edición. Editorial Limusa. México .D.F. 291 p.
31. Quintana, O. J., Blandón J., Flores A., Mayorga, E., 1992., Manual de fertilización para suelos de Nicaragua, Managua, Nicaragua. 66 p.
32. Rodríguez, C. 1992. evaluación de criterios de aplicación para el manejo de *Plullea xylostella* L. en repollo (*Brassica oleraceae* L) . Tesis. Managua, Nicaragua 38p.
33. Rogers, N.K Seed Co., 1992. Catálogo de semillas de hortalizas. P.49-p.51.
34. Scholaen, S. 1997. Manejo Integrado de plagas en hortalizas GTZ. Tegucigalpa , Honduras. P 74,106,121.
35. Tapia, H.1991. Control integrado para la Producción Agrícola. Revista ESAVE. Volumen 2. Número 2. Managua-Nicaragua p.19.
36. 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. Msc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 122P.
37. Villanueva, O. 1977. Fertilidad de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo-México p.14-p68.
38. Wallace, T. 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. Chemical Publish. New York. U.S.A. p.83-p95.

IX. A N E X O S

ANEXO 1. Plano del experimento de campo

36.8 m

1 a_1b_1	4 a_1b_4	2 a_1b_2	8 a_2b_4	6 a_2b_2	5 a_2b_1	3 a_1b_3	7 a_2b_3
8 a_2b_4	2 a_1b_2	3 a_1b_3	6 a_2b_2	4 a_1b_4	1 a_1b_1	7 a_2b_3	5 a_2b_1
7 a_2b_3	8 a_2b_4	4 a_1b_4	2 a_1b_2	1 a_1b_1	5 a_2b_1	6 a_2b_2	3 a_1b_3
3 a_1b_3	4 a_1b_4	7 a_2b_3	5 a_2b_1	2 a_1b_2	6 a_2b_2	1 a_1b_1	8 a_2b_4

27 m

1 m

1 m

ANEXO 2. Características agronómicas del híbrido Izalco

Ciclo de vida	120 días
Forma	Redonda
Diámetro	18-20 cms.
Peso	2.5 – 4.5 Kg.
Tipo de planta	Media- Robusta
Color de hojas	Verde-azulado
Cobertura de hojas	Muy buena
Resistencia	Fusarium sp. (amarillo)
Tolerancia	Xanthomonas campestris p.v . campestris
Tolerancia	Plutella xylostella
Adaptabilidad	Buena en Centroamérica
Cabeza	Grande, sólida y compacta.

Fuente: Lorenz y Maynard (1998).

Anexo 4.1 Distribución poblacional de malezas.

Familia	Género y Especie	Nombre común	Cantidad/m ² .
Chenopodiaceae	<u>Chenopodium ambrosioides</u>	Apazote	1
Amaranthaceae	<u>Amaranthus hybridus</u>	Bledo	6
Cyperaceae	<u>Cyperus rotundus</u>	Coyolillo	30
Plantaginaceae	<u>Plantago sp</u>	Llanten	1

ANEXO 4.2 Plagas encontradas en el área experimental

Género y Especie	Nombre común	Semillero	Establecimiento	Pre-formación de cabezas
<u>Plutella xilostella</u>	palomilla	X		X
<u>Brevicoryne brassicae (L)</u>	afidos		x	X
<u>Atta spp</u>	zompopos		x	X

ANEXO 4.3 Insectos benéficos encontrados en el área experimental

Género y especie	Nombre común	Cantidad	Depredador
Doru taeniatum	Tijereta	4/u.e	Huevos
Aranae thomisidae	Araña cangregjo	3/u.e	Larvas y adultos

Nota:u.e=Unidad experimental

Fuente: Susanne Scholten, 1997.

ANEXO 5. Rendimiento del repollo

Trat	Rendimiento del repollo.			
	No. Cabezas formadas/parcela útil	Rendimiento (kg) parcela útil	Cabezas formadas/ha	Rendimiento (ton/ha)
1	19	20.14	21714	23.0
2	15	16.50	16667	18.3
3	21	33.81	24000	38.7
4	17	27.54	18890	30.6
5	22	36.30	25143	41.5
6	18	30.78	20000	34.2
7	23	36.11	26286	41.5
8	18	28.98	20000	32.2

ANEXO 6.1 Forma de la cabeza del repollo.

Escala	Forma	Indice
1	Aplastado	0.4 – 0.7
2	Redondo con ligero Aplastamiento.	0.7 – 0.8
3	Redondo	0.8 – 1.1
4	Cónico	1.1 – 1.4
5	Oval	1.4 – 2.1

Indice de la forma del repollo (Ojeda L., Guerra R. 1987)

El índice de forma se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$I = \frac{H}{D}$$

Donde:

H: es la altura o diámetro polar.

D: es el diámetro ecuatorial.

ANEXO 6.2 Consistencia de la cabeza del repollo (Ojeda L., Guerra R. 1987)

La consistencia se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$K = \frac{PN}{V}$$

donde: PN es el peso neto del fruto

V es el volumen del fruto

El volumen se calcula de la manera siguiente: $V = 0.5236 HD^2$.

Donde 0.5236 es una constante

H: diámetro polar.

D: diámetro ecuatorial.

ANEXO 6.3 Area foliar dañada: AFD (Chalfaut y Brett 1965).

ESCALA	A F D(%)	Observaciones
1	0	Sin daño aparente
2	0 - 2	Ataque menor en hojas envolventes
3	2 - 5	Ataque moderado, pero sin daño en la cabeza
4	6 - 10	Ataque moderado en hojas y cabezas
5	11 - 30	Ataque moderado afuerte en hojas y cabezas
6	> 30	Ataque considerable en hojas y cabezas.

ANEXO 7. Precio de la cabeza de repollo

Trat.	Tamaño o volumen (cm3)	Peso fresco kg	Calidad	Precio/cab. (\$)
1	1,816.43	1.05750	Regular	0.04
2	2,162.91	1.10840	Regular	0.04
3	3,041.01	1.61315	Buena	0.07
4	3,233.69	1.622475	Buena	0.07
5	3,570.87	1.6528	Buena	0.08
6	3,192.34	1.71055	Optima	0.09
7	2,991.40	1.579175	Buena	0.07
8	3,050.74	1.610350	Buena	0.07

$$V = 0.5236 HD^2$$

Donde 0.5236 es una constante

H: diámetro polar.

D: diámetro ecuatorial.

ANEXO 8. Costos variables

No.	Costo fertilizante(\$)	Costo semilla (\$)	Total (\$)
1	0	134.80	134.80
2	0	85.90	85.90
3	63.48	134.80	198.28
4	63.48	85.90	149.38
5	126.97	134.80	261.77
6	126.97	85.90	212.87
7	190.85	134.80	325.65
8	190.85	85.90	276.75

ANEXO 9. Costo de Producción de 1 hectárea de repollo.

Nº	Concepto	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
1	Preparación de Suelos			
	Arado	1	12.00	12.00
	Grado	2	7.50	15.00
	Nivelación	1	6.00	6.00
	Surcado	1	6.00	6.00
	S.T.			39.00
2	Mano de Obra			
	a) Almácigo:			
	-Preparación de eras	4dh	1.84	7.36
	-Siembra y tapado	2dh	1.84	3.68
	-Destapado	1dh	1.84	1.84
	-Corte de zacate	1dh	1.84	1.84
	-Desinfección	4dh	1.84	7.36
	-Control de malezas	1dh	1.84	1.84
	-Deshierba	4dh	1.84	7.36
	b) Terreno definitivo:			
	-Chapoda	12dh	1.84	22.00
	-Eliminación de basura	2dh	1.84	3.68
	-Desinfección	1dh	1.84	1.84
	-Control de malezas	2dh	1.84	3.68
	-Trasplante	18dh	1.84	33.12
	-Aplicación de fertilizantes.	5dh	1.84	9.20
	-Deshierba y aporque	16dh	1.84	29.44
	-Control de plagas	30dh	1.84	55.20
	-Alimentación	117.5 dh	1.84	216.20
	S.T.			405.64
3	Servicios			
	- Transporte insumos	5 qq	1.00	5.00
	S.T			5.00
4	Insumos	(24,000(s)	48.90	48.90
	- Semilla			
	Fertilizantes	3 qq	11.50	34.50
	12-30-10			
	- Urea	2 qq	9.00	18.00
	- Insecticidas			
	Aceite NIM	2 litros	8.00	16.00
	S.T.			16.00
				\$ 117.40

Nº	Concepto	Cantidad	Costo Unitario (U\$)	Costo total(\$)
5	Riego			
	- Aplicación	20 dh	1.84	36.80
	- Alimentación	20 dh	1.84	36.80
	- Barril de agua	32 b	0.30	9.60
	- Acarreo	32 b	0.20	6.40
	S.T.			89.60
6	Infraestructura			
	- Cercas		3.85	3.85
	- Depreciación		0.58	0.58
	- Mantenimiento			
	S.T.			4.43
7	Cosecha			
	- Corte	20 dh	1.84	36.80
	- Compra de canastos	6 u	2.50	15.00
	- Alimentación	20 dh	1.84	36.80
	- Acarreo	400 Qq	0.10	40.00
	S.T.			128.60
	TOTAL.....			789.67

Costo del Fertilizante \$ 52.50
Mano de Obra \$ 9.20
Transporte \$ 5.00
Costo de Semilla \$ 48.90
Siembra \$ 33.12

TOTAL.... \$ 148.72

Costo de Producción : \$ 789.67
Costo total variable : \$ 148.72

Costo fijo : \$ 640.95

Fuente: Productores de Esteli y Matagalpa. Dic. 2004.

ANEXO 10 Análisis de Sensibilidad

A. Precio/Cabeza

Trat.	Ingreso Neto \$		Costos Variables (\$)
	50% (-)	5% (+)	
1	46.40	97.45	134.80
4	265.98	558.56	149.38
3	420.38	882.80	198.28
6	473.09	993.48	212.87
5	554.36	1164.15	261.77

B. Costo variable.

Trat.	Ingreso neto \$.	Costo variable (\$)	
		5% (-)	15% (+)
1	92.81	128.06	155.02
4	531.97	141.91	171.78
3	840.77	188.36	228.02
6	946.18	202.22	244.80
5	1108.72	248.68	301.03

Cálculo de la Tasa de Retorno Mínimo (TRM)

$$\text{TRM} = \frac{\text{ABN}}{\text{ACV}} \times 100$$

ABN-incremento del beneficio neto.
ACV-incremento del costo variable.