

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DEL NIVEL DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE
BITTER MELÓN CHINO (*Momordica charantia*); VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA
TESIS DE GRADO

JOSÉ EMERIO PORTILLO PAZ
CARNET 22091-06

ZACAPA, FEBRERO DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DEL NIVEL DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE
BITTER MELÓN CHINO (*Momordica charantia*); VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
JOSÉ EMERIO PORTILLO PAZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS

ZACAPA, FEBRERO DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. EMERIO ENECON PORTILLO CABRERA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. DAVID ORLANDO AVILA VASQUEZ

MGTR. HUGO ABRAHAM ORELLANA PAZ

ING. JOSÉ ÁNGEL URZÚA DUARTE



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06256-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JOSÉ EMERIO PORTILLO PAZ, Carnet 22091-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 066-2015 de fecha 5 de febrero de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado

EFFECTO DEL NIVEL DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE
BITTER MELÓN CHINO (*Momordica charantia*); VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 13 días del mes de febrero del año 2015.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

Guatemala, 30 de Enero del 2015.

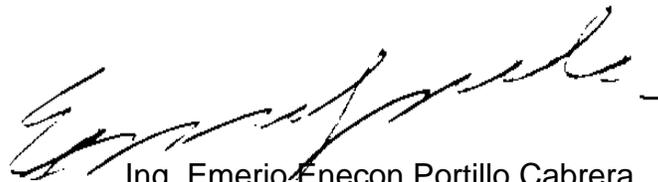
Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante José Emerio Portillo Paz, carné 22091-06, titulado: **"EFECTO DEL NIVEL DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BITTER MELÓN CHINO (*Momordica charantia*); VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA"**.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Emerio Enecon Portillo Cabrera

Colegiado no. 1716

Cod. URL 18481

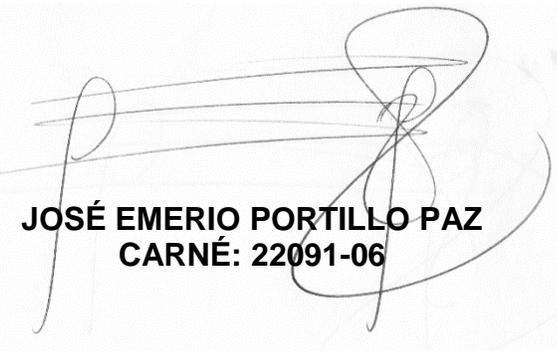
Guatemala, 30 de Enero del 2015.

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio tengo el honor de someter a vuestra opinión para su aprobación el Informe Final de tesis titulado: **“EFECTO DEL NIVEL DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BITTER MELÓN CHINO (*Momordica charantia*); VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



JOSÉ EMERIO PORTILLO PAZ
CARNÉ: 22091-06

AGRADECIMIENTOS

A: Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de dar un paso más adelante.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación profesional.

Ing. Agr. Emerio Portillo por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Agr. Luis Arbizures por su apoyo en el transcurso de mi carrera.

A mis Catedráticos: Por compartir sus conocimientos analíticos y prácticos en el proceso de formación durante todo el tiempo de la carrera.

A mis Amigos: Por su apoyo moral durante la carrera y la ejecución del trabajo de investigación.

A los agricultores de Estanzuela, por haber compartido sus experiencias y conocimientos.

DEDICATORIAS

- A Dios:** Por darme la vida y la oportunidad de cumplir mis sueños, como también el apoyo y fortaleza que brinda en mi vida.
- A mis Padres:** Emerio Enecon Portillo y Olga Beatriz Paz, con todo mi cariño y mi amor, que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.
- A mis Hermanos:** José Roberto Portillo y Ana Beatriz Portillo, por el apoyo en toda mi carrera, y sabios consejos.
- A Mis Familiares:** Por brindarme su cariño y su apoyo moral para alcanzar mis metas.
- A Mis Amigos:** Por brindarme su apoyo durante el proceso de formación.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO	2
2.1 CULTIVO BITTER MELON CHINO (<i>Momordica charantia</i> L.)	2
2.1.1 Descripción botánica y taxonómica de <i>Momordica charantia</i> L.	2
2.1.2 Crecimiento y desarrollo bitter melon chino	3
2.1.3 Usos de bitter melon chino	4
2.1.4 Propiedades nutricionales de bitter melon chino	5
2.1.5 Condiciones edafoclimaticas para bitter melon chino	6
2.1.6 Cosecha de bitter melon chino	6
2.2 NITRÓGENO	7
2.2.1 Mecanismos de ganancia de N	9
2.2.2 Mecanismos de pérdida de N	11
2.2.3 El nitrógeno en el crecimiento vegetal	13
2.2.4 Síntomas de deficiencia de N	13
2.3 FERTILIZANTES NITROGENADOS	14
2.3.1 Fertilizantes nitrogenados orgánicos	14
2.3.2 Fertilizantes nitrogenados inorgánicos	14
2.3.3 Diferencias entre fuentes de N	16
2.3.4 Eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado	17
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	18
IV. OBJETIVOS	19
4.1 OBJETIVO GENERAL	19
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
V. HIPÓTESIS	20
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	21
6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	21
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	21
6.3 FACTOR ESTUDIADO	21
6.3.1 Fertilizantes	21
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	23
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	23
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	23
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	24
6.8 CROQUIS DE CAMPO	25
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	27
6.10 VARIABLES RESPUESTA	28
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	28
6.11.1 Información Estadística	28
6.11.2 Análisis Económico	28

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
CONTENIDO	Página
7.1 CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DEL FRUTO DE BITTER MELON CHINO	29
7.1.1 Longitud del fruto de bitter melon chino	29
7.1.2 Diámetro del fruto de bitter melon chino	30
7.1.2.Peso del fruto de bitter melon chino	31
7.2 RENDIMIENTO DE BITTER MELON CHINO	33
7.2.1 Número de frutos por hectárea	33
7.2.2 Descarte de frutos del rendimiento de frutos de bitter melon chino	34
7.2.3 Rendimiento comercial de bitter melon chino	35
7.3 Análisis económico de la producción de bitter melon chino	37
VIII. CONCLUSIONES	40
IX. RECOMENDACIONES	41
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
ANEXOS	45

INDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	Página
1	Las propiedades nutricionales en 100 gramos de fruto no maduro.	5
2	Las propiedades nutricionales en 100 gramos de hoja.	5
3	Las propiedades nutricionales en 100 gramos de fruta madura.	5
4	Composición promedio de algunos fertilizantes nitrogenados.	15
5	Descripción de los tratamientos evaluados.	23
6	Análisis de varianza de la longitud de frutos de bitter melon chino según los niveles de nitrógeno evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	29
7	Análisis de varianza del diámetro de frutos de bitter melon chino según los niveles de nitrógeno evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	30
8	Análisis de varianza del peso de frutos de bitter melon chino según los niveles de nitrógeno evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	32
9	Análisis de varianza en el número de frutos/ha de bitter melon chino según los niveles de N, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	33
10	Principales causas de descarte de frutos de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	35
11	Análisis de varianza del rendimiento de bitter melon chino según los niveles de N, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	36
12	Costos que varían en la producción de frutos de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	37
13	Rendimiento experimental de frutos de bitter melon chino ajustado al 20% según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	38

CUADRO	CONTENIDO	Página
14	Ingreso bruto y neto en la producción de frutos de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	38
15	Análisis de dominancia en la producción de frutos de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.	39
16	Análisis de la tasa retorno marginal en la producción de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2009.	39

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	Página
1	Ilustración de la unidad experimental.	24
2	Aleatorización de los tratamientos en el campo.	24
3	Análisis de medias de Tukey para la longitud de frutos de bitter melon chino según el nivel de N aplicado, La Fragua, Zacapa.	30
4	Análisis de medias de Tukey para el diámetro de frutos de bitter melon chino según los niveles de N aplicado, La Fragua, Zacapa.	31
5	Análisis de medias de Tukey para el peso del fruto de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, La Fragua, Zacapa.	32
6	Análisis de medias de Tukey para el número de frutos/ha según los niveles de N evaluados, La Fragua, Zacapa.	34
7	Análisis de medias de Tukey para el rendimiento comercial de frutos de bitter melon chino según los niveles de N aplicados, La Fragua, Zacapa.	39

”EFECTO DEL NIVEL DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BITTER MELÓN CHINO (*Momordica charantia*); VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA”

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de cinco niveles de nitrógeno sobre la calidad y rendimiento del cultivo de Bitter melón chino (*Momordica charantia* L.), en el valle de La Fragua, Zacapa. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 150, 200, 225, 275 y 325 kg/ha de N, en combinación con 125 kg de P₂O₅ y 270 kg de K₂O. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El ensayo se realizó en el municipio de Estanzuela, en el departamento de Zacapa. La cosecha se realizó en 18 cortes, en donde se evaluaron las siguientes variables respuesta: tamaño (cm) y peso del fruto (kg), número de frutos/ha y rendimiento en kg/ha; así como costos e ingresos. Los resultados mostraron que en relación al tamaño del fruto de bitter melon la mejor longitud y diámetro del fruto se obtuvo cuando se aplicó 275 kg/ha de N, con 27.10cm y 6.86 cm respectivamente. En lo referente al peso del fruto, los mejores tratamientos fueron cuando se aplicaron 275, 325, 225 y 200 kg/ha de N, con valores de 688.54, 660.96, 646.34 y 642.62 kg/fruto respectivamente. El mejor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó 275 kg/ha de N, con un rendimiento de 30,624.45 kg/ha. De acuerdo al análisis económico utilizando presupuestos parciales, se determinó que el tratamiento donde se aplicó 275 kg/ha de N presentó la mayor Tasa de Retorno Marginal.

"EFFECT OF LEVEL OF NITROGEN ON THE PERFORMANCE OF BITTER MELON CHINESE (*Momordica charantia*); IN THE VALLE, LA FRAGUA, ZACAPA"

SUMMARY

The goal of the study was to evaluate the effect of five nitrogen levels on quality and yield of Chinese culture Bitter melon (*Momordica charantia* L.), in the valley of La Fragua, Zacapa. The treatments consisted in the application of 150, 200, 225, 275 and 325 kg / ha of N, in combination with 125 kg P₂O₅ and 270 kg K₂O. The randomized complete block experimental design was used, with five treatments and four replications. The trial took place in the municipality of Estanzuela, department of Zacapa. It was harvested in 18 cuts, where the following response variables were evaluated: size (cm) and fruit weight (kg), number of fruits / ha and yield in kg / ha; as well as costs and revenues. The results showed that relative to the size of the fruit of bitter melon the best length and fruit diameter was obtained when 275 kg / ha of N were applied, obtaining 27.10cm and 6.86 cm respectively. Regarding the weight of the fruit, the best treatments were when 275, 325, 225 and 200 kg / ha of N were applied, with values of 688.54, 660.96, 646.34 and 642.62 kg / fruit respectively. The best performance was obtained with the application of 275 kg / ha of N, with a yield of 30624.45 kg / ha. According to economic analysis using partial budgets, we determined that the treatment with 275 kg / ha of N applied had the highest Marginal Return rate.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala el cultivo de bitter melon chino es uno de los cultivos de exportación del grupo de los cultivos orientales, debido a su alta demanda en el mercado internacional. Entre las limitantes que tiene el cultivo para explotarlo adecuadamente en el valle de La Fragua, se tiene factores importantes tales como: carencia de programas de fertilización, control de enfermedades del follaje y plagas del fruto y la carencia de una tecnología local, para alcanzar una buena calidad y altos rendimientos de frutos.

Los suelos del valle de La Fragua presentan bajo contenido de materia orgánica, por lo que requieren de la aplicación de fertilizantes, especialmente nitrogenados. La fertilización nitrogenada influye directamente en el rendimiento de los cultivos y en el caso de bitter melon chino tiene un efecto directo en el desarrollo y calidad de los frutos, debido a que el nitrógeno tiene un rol muy activo en las actividades fisiológicas de las plantas por estar vinculado directamente con el proceso de división celular.

Estudios realizados en el valle de Comayagua, Honduras, indican que en el cultivo de bitter melon chino se han obtenido rendimientos que varían dependiendo del cultivar, condiciones ambientales y prácticas agronómicas, sin embargo cuando aplicaron 300 kg/ha de N, las cosechas fueron de 35 a 48 t/ha (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2010). Sin embargo, estos resultados no se pueden extrapolar al medio del valle de La Fragua, donde las condiciones climáticas y edáficas son diferentes a los que predominan en las zonas productoras del cultivo en Honduras.

Para el presente estudio se utilizó la variedad comercial de bitter melon chino y se evaluaron cinco niveles de nitrógeno (150, 200, 225, 275 y 325 kg/ha de N) en combinación con 125 kg/ha de P_2O_5 y 270 kg/ha de K_2O , aplicados en el fertirriego con una frecuencia de dos días.

II. MARCO TEORICO

2.1 CULTIVO BITTER MELON CHINO (*Momordica charantia* L.)

El género *Momordica* tiene su origen en el viejo mundo, comprende cerca de 45 especies en África y de 5 a 7 especies en Asia. Unas pocas especies han sido introducidas en el trópico de América, las más conocidas son: *Momordica charantia* L., *M. cochinchinensis*, *M. subangulata* y *M. charantia* la cual fue traída por los esclavos desde el África a Brasil (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2,010; Sabilón, 2002).

En América el cultivo Bitter melon chino se encuentra en forma silvestre en los principales valles de clima seco. Son productos vegetales muy importantes que se pueden preparar de muchas formas. Los frutos, tallos jóvenes y flores son usados como condimentos, las hojas como vegetales frescos. Son muy populares en las Filipinas. La pulpa puede consumirse en forma deshidratada y en la preparación de dulces. Para reducir el sabor amargo de la fruta se sazona en agua con sal antes de ser cocinada (INFOAGRO, 2003; Inestroza y Guevara, 2003).

Bitter melon chino también es conocido como: melón amargo, calabaza amarga, pera de bálsamo, karela y pare (Alternative Medicine Review, 2007).

2.1.1 Descripción botánica y taxonómica de *Momondica charantia* L.

De acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (2013), la clasificación taxonómica de Bitter melon chino es la siguiente:

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Viridaeplantae</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Subdivisión	<i>Spermatophytina</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Cucurbitales</i>
Familia	<i>Cucurbitaceae</i>
Género	<i>Momordica</i>
Especies	<i>Momordica charantia</i>

Momordica charantia es una planta monoica anual, de raíz fibrosa, el tallo es un bejuco anguloso de cinco ángulos, muy ramificados y formando marañas entre los arbustos y hierbas, de hasta 6 m de largo; tallos delgados, pubescentes a glabros; con zarcillos simples (Agosto, 2007; Douglas, 2002; Sabilón, 2002; Montes, 1996).

Las hojas son simples dotadas con vellosidades palmeadas y venosas, el pecíolo es de 6 a 8 centímetros de largo, el filo de la hoja generalmente es ovada-reniforme o subulvicular de 2.5 a 10 cm. por 3 a 12.5 cm cordada de la base profundamente palmeada con 3 a 5 lóbulos (Agosto, 2007; Douglas, 2002; Sabilón, 2002; Montes, 1996).

Flores solitarias, axilares, las flores masculinas en pedúnculos delgados, pubescentes, de 4.5 a 8.5 cm de largo, con una bráctea foliácea, reniforme, de 3 a 6 mm de ancho, naciendo 1-3.5 cm sobre la base; receptáculo pubescente, cilíndrico - campanulado; sépalos ovados, 4 mm de largo, corola amarilla, de 7 a 10 mm de largo; anteras fusionadas en una cabeza de 2.5 a 3.5 mm de alto; flores femeninas en pedúnculos más cortos; perianto similar al de las masculinas excepto por los sépalos más pequeños y angostos; ovario fusiforme, rostrado, tuberculado, puberulento en líneas; estilo de 2 a 3 mm de largo; estigmas 3, bilobados (Agosto, 2007; Douglas, 2002; Sabilón, 2002; Montes, 1996).

El fruto es de color anaranjado brillante, tuberculado, fusiforme, rostrado, alrededor de 4 cm de largo, carnoso, abriendo explosivamente en la madurez en tres valvas recurvadas que sostienen las semillas en una pulpa rojo brillante; semillas negras con escultraciones pardo oscuras, oblongas, algo aplanadas, de 8 a 10 mm de largo y de 4 a 6 mm de ancho (Agosto, 2007; Douglas, 2002; Sabilón, 2002; Montes, 1996).

2.1.2 Crecimiento y desarrollo bitter melon chino

La semilla emerge entre los 5 a 7 días después de ser plantada. Las variedades silvestres pueden exhibir algún tipo de dormancia y germinar después de los 15 a 20 días. A las dos semanas el tallo se elonga rápidamente, seguido de crecimiento de tallos

secundarios. La dormancia apical no es común en condiciones óptimas. Produce sus primeras flores entre los 35 y 55 días después de la siembra (dds) manteniendo la floración por espacio de 6 meses. Las cosechas normalmente inician en la octava semana (2 meses después del trasplante alcanzando el pico de producción entre la 11 y 12va semana (3 meses después del trasplante). Los volúmenes de producción varían dependiendo del cultivar, condiciones ambientales y prácticas agronómicas (FHIA, 2010; Portillo, 2009; Agosto, 2007).

La proporción de flores masculinas a femeninas es de 50:1. Condiciones de alta intensidad lumínica (días largos) favorecen la aparición de flores masculinas 2 semanas antes que las flores femeninas mientras que los días cortos tienen el efecto contrario. Casi el 90% de las flores femeninas se producen en los primeros 40 entrenudos con su mayoría localizada entre el vigésimo primero y el trigésimo entrenudo (Portillo, 2009).

2.1.5 Usos de bitter melon chino

Para el Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana (CEI RD) (2007) y Montes (1996), el cultivo Bitter melon chino tiene numerosos usos medicinales, entre ellos, tratar diabetes, los frutos contienen componentes inhibidores que afectan favorablemente el metabolismo de la glucosa. Los extractos de varias partes de la planta son utilizadas externamente para tratar desordenes de la piel. Ingerido ayuda a curar la artritis, el reumatismo y el asma. Utilizado de manera oral, las otras partes de la planta, actúan como laxante. Hay reportes del uso del extracto de la semilla para provocar abortos; también aplicándolas en forma de pasta, son usadas en medicinas para tratar abscesos y úlceras, además la semilla contiene un aceite que es usado en Indochina como carburante. Sus raíces mezcladas con agua pueden ser usadas en la elaboración de sopas.

2.1.6 Propiedades nutricionales de bitter melon chino

De acuerdo a CEI RD (2007) las propiedades nutricionales de diferentes partes del cultivo Bitter melon chino se presentan en los cuadros de 1 al 3.

Cuadro 1. Las propiedades nutricionales en 100 gramos de fruto no maduro.

ELEMENTO	CONTENIDO
➤ Agua	83.0 a 92.0 g.
➤ Proteína	1.5 a 2.0 g.
➤ Grasa	0.2 a 1.0 g.
➤ Carbohidratos	4.0 a 10.5 g.
➤ Fibra	0.8 a 1.7 g.
➤ Energía	105.0 a 250.0 KJ/100 g
➤ Calcio	20.0 a 23.0 mg
➤ Hierro	1.8 a 2.0 mg
➤ Fósforo	38.0 a 70.0 mg
➤ Vitamina C.	88.0 a 96.0 mg

*Comparada con otras cucurbitáceas es alta en minerales y vitamina C. (CEI RD, 2007).

Cuadro 2. Las propiedades nutricionales en 100 gramos de hoja.

ELEMENTO	CONTENIDO
➤ Agua	82.0 a 86.0 g.
➤ Proteína	2.3 g.
➤ Grasa	0.1 g.
➤ Carbohidratos	17.0 g.
➤ Fibra	0.8 g.

*Las hojas son excelentes fuentes de hierro, calcio y fósforo. (CEI RD, 2007).

Cuadro 3. Las propiedades nutricionales en 100 gramos de fruta madura.

ELEMENTO	CONTENIDO
➤ Agua	90 g.
➤ Proteína	0.6 g.
➤ Grasa	0.1 g.
➤ Carbohidratos	6.4 g.
➤ Fibra	1.6 g.
➤ Minerales	0.9 g.
➤ Energía	120 KJ/100 g

(CEI RD, 2007).

2.1.5 Condiciones edafoclimaticas para bitter melon chino

El Bitter melón chino crece bien en climas tropicales y sub-tropicales, se adapta a varios ambientes en los cuales puede cultivarse todo el año. La planta es sensible al encharcamiento. Aunque tolera un amplio rango de suelos, prefiere suelos bien drenados, franco arenoso, rico en materia orgánica y pH de 5.5 a 6.5. En su forma silvestre crece bien en las tierras bajas de los bosques lluviosos a una altura hasta de 1000 m s.n.m. La temperatura apropiada oscila entre 25 a 35 °C, temperatura inferiores a 25 °C afectan el crecimiento de las plantas y superiores a los 35 °C inhiben la floración. Las raíces no prosperan con exceso de humedad (Agosto, 2007; CEI RD, 2007).

2.1.6 Cosecha de bitter melon chino

La cosecha se hace cuando los frutos están tiernos o fisiológicamente inmaduros, los cuales son ricos en vitaminas A, B, C y minerales como el calcio, fósforo, potasio y hierro. Los frutos son de sabor amargo debido al aumento en la concentración del alcaloide momordicina, y cuando están maduros liberan en el ambiente la hormona volátil etileno la cual acelera el proceso de maduración de los frutos adyacentes (FHIA, 2,010; Portillo, 2009).

Los frutos de buena calidad deben tener una apariencia fresca, firme, con una coloración externa verde y uniforme, libres de defectos visibles y sin semillas muy desarrolladas. Entre los defectos que aumentan el porcentaje de fruta de rechazo tenemos la sobre maduración, el desarrollo excesivo de la semilla, coloración desuniforme, amarillamiento, ablandamientos, deformaciones y raspaduras y/o rayado ocasionadas por el roce de las frutas con las guías y la presencia de larvas (*Spodoptera* sp.) (Portillo, 2009; CEI RD, 2007).

2.2 NITRÓGENO

El nitrógeno es un elemento químico no metálico, que en condiciones normales aparece como un gas diatómico, incoloro e inodoro. El nitrógeno molecular está ampliamente distribuido en la naturaleza en forma sólida, disuelta y gaseosa. Pero es en la atmósfera donde se encuentra el mayor potencial biológico de reserva de nitrógeno (Calvo, 2011; García y Dorronsoro, 2010).

Gran parte de las moléculas biológicas están compuestas por nitrógeno. La importancia de este elemento queda clara en las grandes cantidades de nitrógeno demandadas para formar parte de las moléculas biológicas. Aparece de forma muy abundante en la naturaleza, tanto libre como formando combinaciones; libre constituye 4/5 partes del aire en volumen, y combinado se encuentra en ácidos nucleicos, aminoglúcidos, urea, poliaminas, vitaminas, nitratos, nitritos, proteínas de todo tipo (tanto animales como vegetales), en los responsables de la disponibilidad de la energía (adenosina trifosfato y guanosina trifosfato) y del potencial reductor (NAD(P) y FAD) (Calvo, 2011).

El crecimiento de todas las plantas está determinado de forma directa o indirecta por la disponibilidad de nutrientes minerales, en especial del nitrógeno. Una vez cubiertas las necesidades de agua, el factor limitante más importante es el nitrógeno. Una planta con deficiencia de nitrógeno sufriría clorosis, manifestando una coloración amarillenta de tallos y hojas, falta de desarrollo y debilidad. Por el contrario, cuando la planta tiene suficiente nitrógeno, sus hojas y tallos crecen rápidamente. En agricultura el nitrógeno es el principal nutriente para el crecimiento de las plantas y, así, en suelos carentes de nitrógeno los rendimientos de los cultivos son bajos (Calvo, 2011).

De acuerdo a Castillo (2005), la fijación del nitrógeno se define como la oxidación o reducción del nitrógeno para dar amonio u óxidos. Consiste en la conversión del nitrógeno atmosférico a formas metabolizables, que puedan ser incorporadas por los seres vivos. Estas formas son el ion amonio (NH_4^+) o los iones nitrito (NO_2^-) o nitrato (NO_3^-).

De acuerdo a Perdomo y Barbazán (2010), existen dos tipos de fijación del nitrógeno:

- a) La fijación abiótica son los procesos químicos espontáneos, en los cuales se forman óxidos como consecuencia de la combustión de compuestos orgánicos. Una forma de fijación abiótica se produce mediante descargas eléctricas, o mediante la oxidación producida por los rayos, que forman óxidos de nitrógeno. El ser humano también ha conseguido fijar el nitrógeno atmosférico de forma abiótica mediante el método de Haber- Bosch que sintetiza el amoníaco.
- b) La fijación biológica de nitrógeno la realizan algunos organismos que pueden aprovechar directamente el nitrógeno del aire a través de bacterias, formando nódulos (Taiz y Zeiger, 2006). Los nódulos son unas estructuras radiculares resultantes de la simbiosis entre la planta y la bacteria. Estas bacterias forman parte de la denominada rizosfera, que es una zona de interacción única y dinámica entre raíces de plantas y microorganismos del suelo. La comunidad de la rizosfera consiste en una microbiota (bacterias, hongos y algas) y una microfauna (protozoos, nematodos, insectos y ácaros). Las bacterias en simbiosis con una planta hospedante fijan el nitrógeno del aire, es decir, originan compuestos solubles por las plantas, como amoníaco. Con posterioridad, el amoníaco entra en la cadena alimenticia mediante su incorporación a los aminoácidos y proteínas. El enlace que une los dos átomos de nitrógeno tiene un alto coste energético de rotura. Para romper este triple enlace son necesarias grandes cantidades de energía. La enzima nitrogenasa es la encargada de romper dicho enlace, para lo cual necesita 16 moléculas de ATP por N_2 reducido.

Según Perdomo y Barbazán (2010), los factores que afectan el contenido total de N del suelo son:

- a) Clima y vegetación: el clima, actuando a través de la temperatura y la humedad, junto con el tipo de vegetación, determinan la cantidad de N de suelos que nunca han sido laboreados.
- b) Tipo de suelo: los distintos tipos de suelos presentan, en su condición natural, diferentes contenidos de N total. Las cantidades de N total presentes en los distintos suelos pueden estimarse a partir del contenido de materia orgánica.

- c) Topografía: según el grado de la pendiente, se desarrollan suelos con distintos contenidos de materia orgánica. En general, los suelos desarrollados sobre superficies planas y bajas presentan mayores contenidos de materia orgánica que aquellos desarrollados sobre pendientes pronunciadas.
- d) Material madre: el efecto principal de este factor es a través de la influencia de la textura; al aumentar el contenido de arcilla del material madre también aumenta el contenido de C orgánico de los suelos, el cual está relacionado estrechamente con el contenido de N. Este efecto se debe a que la fijación de sustancias húmicas en complejos órgano-minerales ayuda a preservar la materia orgánica del suelo.
- e) Manejo del suelo: el contenido de materia orgánica puede cambiar drásticamente debido al manejo, como por ejemplo, cuando se pasa de una situación de campo natural a una situación de laboreo. Cuando se laborea un suelo, aumenta la superficie específica del mismo que se expone al ataque microbiano, y aumentan también la aireación y la tasa de mineralización de la materia orgánica. Además, con el laboreo aumenta también el riesgo de erosión, ya que ocurre una pérdida preferencial de las fracciones más finas de los suelos. Estas fracciones son generalmente las más ricas en materia orgánica. Con la cosecha del producto agropecuario también aumenta la extracción del N del suelo. Todo esto ocasiona que el contenido de materia orgánica y de N total del suelo disminuya con los años. Esta disminución es más marcada en los sistemas tradicionales de agricultura continua.

2.2.1 Mecanismos de ganancia de N

a) Aporte de N con las lluvias

Los aportes de N por las lluvias son de escasa relevancia en la producción agrícola. En regiones desérticas se estima que las cantidades de N aportadas por la lluvia son del orden de 5 kg/ha, mientras que en zonas de intensa actividad industrial podrían ser hasta de 30 kg/ha. Las principales formas de N aportadas por las precipitaciones son NH_3 , NO_3 , NO_2 , N_2O . La mayor parte de estos compuestos de N son producidos en el

suelo, pasan a la atmósfera por procesos como volatilización y desnitrificación, y vuelven a caer con la lluvia en sitios cercanos a su lugar de origen (Lewis, 1993).

b) Fijación no simbiótica

La fijación no simbiótica de N en el suelo es realizada por microorganismos tales como bacterias de vida libre y algas azul-verdes. Aunque no existen dudas de que algo de fijación no simbiótica siempre ocurre en el campo, existen escasas referencias de su magnitud (Perdomo y Barbazán, 2010).

c) Fijación simbiótica

El N proveniente de la fijación simbiótica entre especies de leguminosas y bacterias fijadoras de N es importante en la producción agrícola, donde se realizan rotaciones de cultivos con praderas mezclas de leguminosas y gramíneas. Gran parte del N que utiliza la mezcla es obtenido del proceso de fijación simbiótica llevado a cabo por la actividad de la bacteria *Rhizobium* en los nódulos de las raíces de leguminosas como alfalfa (Pérez, 1990).

d) Fertilizantes inorgánicos y abonos orgánicos

Para lograr altos rendimientos y hacer rentable la actividad agrícola, los cultivos requieren de un suministro de N. Si el suelo no es capaz de aportar todo el N que demanda el cultivo, es posible suministrar parte de éste como fertilizante. Estos fertilizantes pueden originarse en procesos de síntesis química (sintetizados por el hombre) o provenir de fuentes orgánicos (por ejemplo, estiércol). Actualmente, los fertilizantes de origen químico constituyen una fuente importante de N en muchos sistemas agrícolas (Perdomo y Barbazán, 2010).

e) Mineralización de N

El término mineralización se usa normalmente para describir la transformación de N orgánico en N inorgánico, ya sea este en forma de NH_4^+ o NO_3^- . El término amonificación

se usa generalmente para describir específicamente el pasaje de N orgánico a NH_4^+ (Ladd y Jackson, 1982). Los factores que más inciden en la tasa de mineralización son la humedad y temperatura del suelo, aunque existen otras condiciones que también influyen como pueden ser las propiedades físicas y químicas del suelo, las prácticas de manejo o la presencia de otros nutrientes (Campbell, 1978). Debido a esta multiplicidad de factores, es de resaltar que en el campo raramente se dan todas las condiciones para que ocurra una óptima mineralización (Cabrera, 2007).

f) Inmovilización de N

Se denomina inmovilización al proceso opuesto a la mineralización. Es la transformación de N inorgánico (NH_4^+ , NO_2^- o NO_3^-) del suelo en N orgánico, realizada por los microorganismos cuando absorben N mineral y lo transforman en el N constituyente de sus células y tejidos (Cabrera, 2007).

g) Nitrificación

La nitrificación se define como el pasaje de NH_4^+ a NO_3^- , el cual es realizado por un grupo reducido de microorganismos autótrofos especializados (principalmente Nitrobacterias), que obtienen su energía (E) de este proceso oxidativo. Dicho proceso ocurre en dos etapas: Primero se produce el pasaje de NH_4^+ a NO_2^- , en donde intervienen bacterias del género Nitrosomonas. Luego este NO_2^- es convertido a NO_3^- por bacterias del género Nitrobacter (Cabrera, 2007).

2.2.2 Mecanismos de pérdida de N

De acuerdo a Perdomo y Barbazán (2010), los mecanismos por los que un suelo puede perder N, son los siguientes:

a) Pérdidas de N a partir de NO_3^-

Desde el punto de vista agrícola y ambiental, lo deseable sería que el NO_3^- de cualquier origen (suelo, material orgánico agregado o fertilizante), fuera finalmente absorbido por las plantas. Sin embargo, esta forma de N mineral puede también perderse del sistema suelo-planta. Los dos procesos de pérdida más importantes, el lavado y la desnitrificación, ocurren en condiciones de exceso de agua en los suelos.

b) Lixiviación o lavado

Debido a su carga negativa, el NO_3^- no es retenido por la fracción coloidal del suelo. Por lo tanto, el agua que se mueve a través del mismo puede llevar consigo el NO_3^- hacia los horizontes inferiores, proceso que se conoce como lixiviación o lavado. El lavado es descrito generalmente asumiendo que el agua que entra al suelo desplaza al agua que estaba presente originalmente en la superficie y al soluto (NO_3^-) disuelto en ella. De acuerdo con este modelo, el soluto inicialmente presente en el agua del suelo se mueve hacia abajo, de la misma manera que el agua originalmente presente se mueve hacia abajo.

Los factores que afectan la lixiviación son: tipo de suelo, humedad del suelo, presencia de rastrojos en superficie, cultivo de crecimiento activo y tipo de laboreo.

c) Desnitrificación

Según Firestone (1982), la desnitrificación es un proceso de reducción biológica realizado en el suelo por un gran número de microorganismos anaerobios facultativos. En condiciones de anaerobiosis estos microorganismos utilizan el NO_3^- y el NO_2^- en lugar de O_2 como aceptores de electrones (e^-), produciendo dos formas gaseosas de N, N_2O (óxido nitroso) y N_2 (N molecular).

De acuerdo a Firestone (1982), los factores que afectan las pérdidas por desnitrificación son: energía, temperatura, anaerobiosis y reacción del suelo (pH).

2.2.3 El nitrógeno en el crecimiento vegetal

De todos los elementos químicos esenciales, el N es el nutriente que tiene efectos más positivos sobre el crecimiento de la planta. El N cumple funciones vitales dentro de los seres vivos, encontrándose dentro de las plantas tanto en formas orgánicas como inorgánicas. Estas últimas son en realidad de escasa magnitud, estando la mayoría como NO_3^- , única forma inorgánica capaz de ser almacenada (Perdomo y Barbazán, 2010; Causin y Arnozis, 1988)

Por lo tanto, dentro de la planta la mayoría del N se encuentra en forma orgánica. Este nutriente juega un rol esencial en el crecimiento del vegetal, debido a que es constituyente de moléculas como: clorofila; aminoácidos esenciales; proteínas; enzimas; nucleoproteínas; hormonas; trifosfato de adenosina (ATP). Además, el N es esencial en muchos procesos metabólicos, como por ejemplo, la utilización de los carbohidratos (Perdomo y Barbazán, 2010).

Las plantas requieren N en muy altas cantidades, sólo comparables a las de K. Cuando el rendimiento de un cultivo se incrementa, las cantidades de nutrientes que éste demanda también aumentan. Sin embargo, no todos los nutrientes son demandados en forma proporcional al aumento de su rendimiento. Los contenidos de N en la planta expresados en relación a su peso seco total oscilan entre 1 y 5%. En general, los tejidos jóvenes tienen concentraciones mayores de N y las plantas leguminosas tienen concentraciones mayores que las gramíneas (Perdomo y Barbazán, 2010).

2.2.4 Síntomas de deficiencia de N

Cuando existe una deficiencia de N las hojas son pequeñas, los tallos finos y rectos y las ramificaciones escasas; de ahí que la planta parezca rala. En las primeras etapas de

crecimiento las hojas suelen ser pálidas y de color verde-amarillento. Esto se debe a la poca síntesis de clorofila. A medida que la planta envejece las hojas pueden tornarse amarillas, rojas o púrpuras debido a la presencia de antocianina. Estos síntomas de deficiencia son comunes a la mayoría de los cultivos, pero cada especie manifiesta además síntomas específicos (Binford y Blackmer, 1993 citado por Perdomo y Barbazán, 2010; Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 2002).

2.3 FERTILIZANTES NITROGENADOS

Para Perdomo y Barbazán (2010), los fertilizantes nitrogenados se clasifican, según su origen, en orgánicos e inorgánicos.

2.3.1 Fertilizantes nitrogenados orgánicos

Las fuentes orgánicas de N fueron muy empleadas antes del desarrollo y utilización de los fertilizantes sintéticos. Actualmente son la base de la agricultura llamada orgánica. En general, los contenidos de N en las fuentes orgánicas son del orden del 1 al 3%, por lo cual para aplicar cantidades significativas de N es necesario utilizar altas dosis del material orgánico. La mayoría del N de estos materiales no es soluble en agua, por lo que este N se va liberando a medida que se va mineralizando. Sin embargo, esta liberación no siempre ocurre lentamente. En algunos materiales, si se dan las condiciones de temperatura y humedad adecuadas gran parte del N orgánico es convertido en NO_3^- en las primeras cuatro semanas de aplicado (Perdomo y Barbazán, 2010).

2.3.2 Fertilizantes nitrogenados inorgánicos

Antes de 1939 los derivados de N más aplicados en agricultura eran el nitrato de sodio, la cianamida cálcica y el sulfato de amonio. La cianamida cálcica es un fertilizante sintético, aunque su uso más importante era como defoliante. El sulfato de amonio es un subproducto de la industria del gas (en el proceso de gasificación se desprende

amoníaco, el cual se hace combinar con ácido sulfúrico, formándose sulfato de amonio) (Perdomo y Barbazán, 2010).

Para la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA) (2010), la mayoría de los fertilizantes nitrogenados inorgánicos derivan del amoníaco (NH_3), obtenido por síntesis de N e H gaseosos, o de la industria del carbón. A partir del NH_3 se elaboran muchos fertilizantes nitrogenados. Dentro de las fuentes nitrogenadas inorgánicas existen dos grandes tipos: las amoniacaes y las nítricas. En el cuadro 4 se presentan la fórmula y contenido porcentual de algunos de los fertilizantes químicos más frecuentemente usados.

Cuadro 4. Composición promedio de algunos fertilizantes nitrogenados.

Fertilizante	Formula	N (%)
Nitrato de amonio	NH_4NO_3	33
Fosfato monoamónico	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	11
Fosfato diamónico	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	21
Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	16
Sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21
Nitrato de sodio	Na NO_3	16
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46
Nitrato de amonio cálcico	$(\text{NO}_3) \cdot \text{NH}_4\text{Ca}$	27
Nitrosulfato de amonio	$\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	30
Cloruro de amonio	NH_4Cl	26
Nitrato de potasio	KNO_3	14

(SAGARPA, 2010).

En el mercado existen también mezclas de urea y nitrato de amonio, que son soluciones de N no presurizadas, conocidas como soluciones UAN. Estas mezclas pueden contener desde 30 a 35% de urea, y desde 40 a 43% de $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$, siendo el % total de N de 28 a 32%. Estas soluciones tiene las ventajas siguientes: a) son fáciles de manipular y aplicar; b) pueden aplicarse más uniformemente que los fertilizantes sólidos; c) algunos pesticidas son compatibles con estas soluciones por lo que pueden ser aplicados conjuntamente (SAGARPA, 2010).

Otras fuentes de N son las fuentes de liberación lenta de N, tales como la urea-formaldehído que contiene 30% de N y la urea recubierta con azufre. Cada gránulo de urea presenta una cobertura de azufre, siendo la concentración de N del orden de 36 a

38%. El N se va liberando paulatinamente luego que los microorganismos atacan la cubierta de S (SAGARPA, 2010).

2.3.3 Diferencias entre fuentes de N

Para Perdomo y Barbazán (2010), en las producciones agrícolas generalmente no se observan diferencias en la eficiencia de uso de los fertilizantes nítricos y amoniacales. En estas situaciones, lo que influye en la elección de una u otra fuente es el precio. Actualmente, las fuentes nítricas tienen un mayor costo que las amoniacales, por lo que la elección parece clara. Existen, sin embargo, situaciones específicas en las que debe recomendarse el uso de una u otra fuente.

- a) **Uso de fuentes amoniacales:** en cultivos inundados, como por ejemplo en arroz bajo riego, se usan solamente fuentes amoniacales. Si se usaran fuentes nítricas las pérdidas por desnitrificación serían masivas.
- b) **Uso de fuentes nítricas:** estas fuentes se usan para situaciones específicas, donde la intensidad de la producción y la rentabilidad del producto es muy alta. Ejemplos: la producción de tomate bajo invernadero, el cultivo de tabaco y el de cítricos. Una ventaja de las fuentes nítricas es que no son fuentes de acidez. Por el contrario, debido a que el NO_3^- generalmente se absorbe más rápido que el catión acompañante (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}), estas fuentes tienen cierto efecto alcalinizante.
- c) **Uso de fuentes mixtas:** el uso de fuentes mixtas nítricas y amoniacales, como el NO_3NH_4 , podría ser ventajoso cuando se aplica N en cobertura (trigo, cebada y maíz). En estas condiciones, el fertilizante queda en la superficie y además, parte del fertilizante cae sobre el cultivo y el rastrojo y no sobre el suelo. Todo esto disminuye la oportunidad de que el NH_4^+ o bien que sea retenido por la CIC del suelo. El hecho de que la mitad del N aplicado esté en forma de NO_3^- tendría, al menos teóricamente, algunas ventajas con respecto a aplicar urea en estas condiciones. Una de estas ventajas es que el NO_3^- no se pierde por volatilización de NH_3 . Además, la absorción

de N sería más rápida ya que no es necesario esperar que la urea pase a formas minerales. Por último, si existen condiciones de baja luminosidad sería preferible que parte del N fuera absorbido como NO_3^- y no como NH_4^+ . De lo anterior se desprende que para lograr altos rendimientos hay que fertilizar con N.

2.3.4 Eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado

Para Darwich (2005), la eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado se puede definir como la relación entre los kilogramos de N absorbido proveniente del fertilizante y los kg. de N de fertilizante agregado. Como la absorción de N depende del crecimiento del cultivo, la cantidad de N absorbido proveniente del fertilizante generalmente se determina en madurez fisiológica, el momento de máxima absorción. Los valores de eficiencia obtenidos dependen del cultivo y del momento de aplicación del fertilizante, pero estos generalmente oscilan entre el 50 y el 70%. Una parte del N no absorbido permanece en el suelo en forma orgánica, y en menor cantidad en forma mineral. El resto del N se pierde del sistema suelo-planta.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En Guatemala en el departamento de Zacapa, el cultivo de bitter melon chino (*Momordica charantia* L.) es uno de los cultivos de exportación del grupo de los cultivos orientales, debido a su alta demanda en el mercado internacional, especialmente el mercado de los Estados Unidos. Ante esta oportunidad de mercado se inicia una tecnificación del cultivo principalmente en aspectos como: variedad, densidades de siembra, sistemas de podas y tutorado. El aspecto de fertilidad ha sido poco investigado, según INFOAGRO (2012), recomienda para la producción de este cultivo la aplicación de 350 a 450 kg/ha del fertilizante 12-24-12 a los seis días del trasplante y a los 30 días después 140 a 180 kg/ha de urea y al iniciar la cosecha, la aplicación de 140 a 180 kg/ha de triple 15.

Los trabajos de investigación sobre fertilización nitrogenada edáfica en el cultivo del bitter melón chino en Guatemala y en la zona de estudio no existen. Se dispone de poca información sobre los requerimientos nutricionales, las dosis y épocas de aplicación de fertilizantes.

Actualmente, la fertilización empleada en las plantaciones de bitter melón chino en el valle de La Fragua, Zacapa se basan en experiencias propias de los productores, sin tener un conocimiento técnico sobre la eficiencias y manejo de los fertilizantes, estos se aplican entre 150 kg/ha de N, entre 60 a 100 kg/ha de P₂O₅ y entre 30 a 60 kg/ha de K₂O, dependiendo del nivel económico del productor y no de los requerimientos nutricionales del cultivo, teniendo como consecuencias un incremento en los costos de producción.

El experimento se realizó con el objetivo de conocer el efecto de los niveles de nitrógeno en los rendimientos de frutos bitter melón chino, evaluando el tamaño y el peso de los frutos, en el valle de la Fragua, Zacapa.

IV. OBJETIVOS

4.3 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de cinco niveles de nitrógeno sobre la calidad y rendimiento del cultivo de Bitter melón chino (*Momordica charantia* L.), en el valle de La Fragua, Zacapa.

4.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto del nitrógeno sobre la calidad de frutos del cultivo de bitter melón chino, en el valle de La Fragua, Zacapa.

Evaluar el efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de frutos del cultivo de bitter melón chino, en el valle de La Fragua, Zacapa.

Determinar el efecto de los tratamientos sobre el costo de producción y rentabilidad del cultivo bitter melon chino, en el valle de la Fragua, Zacapa.

V. HIPÓTESIS

Por lo menos uno de los niveles de fertilización nitrogenada a evaluar mejora el rendimiento de bitter melon chino.

Por lo menos uno de los niveles de fertilización nitrogenada a evaluar mejora la calidad de los frutos de bitter melon chino.

Por lo menos uno de los programas de fertilización a evaluar incidirá positivamente sobre el costo de producción y rentabilidad del cultivo de bitter melon chino, en el valle de la Fragua, Zacapa.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El ensayo se realizó en el valle de La Fragua, en el municipio de Estanzuela, del departamento de Zacapa. El campo experimental se ubica en las coordenadas geográficas 14° 59' 55" Latitud Norte y 89° 34' 25" Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. A una distancia de 8 km de la cabecera municipal y 141 km de la ciudad capital.

Simmons, Tárano y Pinto (1959), señalan que los suelos del área de estudio están clasificados como serie Chicaj, que se caracterizan por ser de textura muy pesada, casi impermeables al agua y al aire. El material madre es ceniza volcánica, con terrenos de relieve plano, drenaje interno malo.

Según Holdridge (1985), la zona de vida del área es Monte espinoso sub-tropical, que se caracteriza por días soleados durante el verano, con una precipitación anual que oscila en el rango de 500 a 1,000 mm y con un promedio de 855 mm. La biotemperatura media anual para la zona se encuentra entre 19 a 24°C.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material vegetal utilizado fueron plantas de bitter melon chino, que crecen bien en climas tropicales y subtropicales, cultivándose todo el año. La planta es sensible al encharcamiento provocando reducción en el crecimiento de las raíces.

6.3 FACTOR ESTUDIADO

El factor estudiado fueron los niveles de fertilización nitrogenada.

6.3.1 Fertilizantes:

El nitrato de amonio (37-00-00) es un fertilizante que proporciona la mitad del N en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amonio. La forma nitrato se mueve fácilmente con

el agua del suelo hacia las raíces, donde está inmediatamente disponible para su toma por la planta. La fracción de amonio es absorbida por las raíces o es convertida gradualmente en nitrato por los microorganismos del suelo. Muchos productores de verduras prefieren una fuente de nitratos inmediatamente disponibles para la nutrición vegetal y utilizan nitrato de amonio. La alta solubilidad de nitrato de amonio hace que sea muy adecuado para preparar soluciones para fertirrigación o aspersiones foliares (IPNI, 2012).

El ácido fosfórico (00-52-00) es la principal fuente de fósforo para los cultivos en fertirrigación. Su empleo está indicado en todo tipo de cultivos y se aplica a lo largo de desarrollo de estos, repartido en distintas cantidades en función de la curva de necesidades de fósforo del cultivo, que suele coincidir con los primeros momentos de las plantas para la formación de la raíz y durante los periodos de floración y cuajado. Dada la escasa movilidad del fósforo debe anticiparse un poco la aplicación al momento de las necesidades (Fertiberia, 2013).

Muriato de potasio (00-00-60), recomendado para corregir deficiencias o desbalances de este elemento en el suelo y/o reponer extracciones del mismo por parte de los cultivos, fundamental para obtener un buen peso y llenado en frutos u órganos cosechables de los vegetales. El potasio interviene en la apertura y cierre de las estomas en la planta, permitiendo un equilibrio hídrico en el interior regulando de manera eficiente procesos fisiológicos como la transpiración, además el cultivo se torna menos vulnerable al ataque de enfermedades (Fertiandino, 2013).

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos estudiados se muestran en el cuadro 5. Aplicándose cinco niveles de N combinado con 125 kg/ha de P_2O_5 y 270.0 kg/ha de K_2O . El tratamiento testigo fue el que generalmente emplean los productores de la región, 150-120-270 kg/ha de N, P y K respectivamente.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Nivel de Nitrógeno* Kg/ha
t1(Testigo)	150
t2	200
t3	225
t4	275
t5	325

* Los niveles de N se basa en la experiencia de los productores de bitter melon chino, en el valle de La Fragua, Zacapa.

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = u + t_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

u = media general

t_i = efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = error experimental del tratamiento i en el bloque j

i = 1, 2, 3, 4 y 5 tratamientos

j = 1, 2, 3 y 4 repeticiones

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

El experimento lo constituyeron cuatro bloques (repeticiones), cada uno de estos con cinco parcelas. Cada parcela representó un tratamiento (Ver croquis de campo) Cada parcela bruta constó de cuatro surcos (2.0 m entre surcos), cada surco con seis plantas (1.5 m entre plantas), en un área de 72.0 m² (8 m de frente * 9 m de largo) y una población total de 24 plantas (figura 1).

La parcela neta constó de dos surcos, con 4 plantas/surco y una población total de ocho plantas. El área neta fue de 24.0 m² (4 m de frente * 6.0 m de largo) (figura 1).

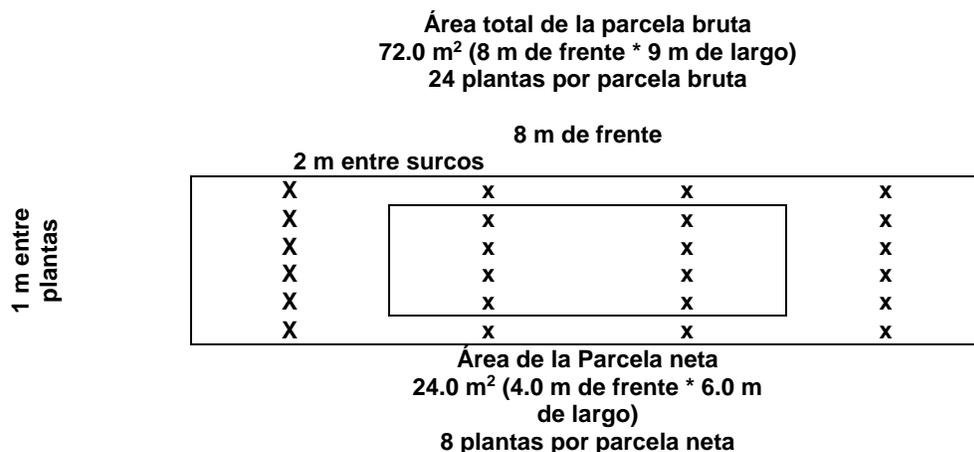


Figura 1. Ilustración de la unidad experimental.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

La distribución de los tratamientos en el campo se muestra en la figura 2.

Repetición 1				
Tratamiento <i>t</i> ₂	Tratamiento <i>t</i> ₅	Tratamiento <i>t</i> ₄	Tratamiento <i>t</i> ₃	Tratamiento <i>t</i> ₁
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
Repetición 2				
Tratamiento <i>t</i> ₁	Tratamiento <i>t</i> ₃	Tratamiento <i>t</i> ₂	Tratamiento <i>t</i> ₅	Tratamiento <i>t</i> ₄
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
Repetición 3				
Tratamiento <i>t</i> ₅	Tratamiento <i>t</i> ₄	Tratamiento <i>t</i> ₁	Tratamiento <i>t</i> ₃	Tratamiento <i>t</i> ₂
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
Repetición 4				
Tratamiento <i>t</i> ₃	Tratamiento <i>t</i> ₂	Tratamiento <i>t</i> ₅	Tratamiento <i>t</i> ₁	Tratamiento <i>t</i> ₄
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X

Figura 2. Aleatorización de los tratamientos en el campo.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Producción de plántulas: En bandejas de plástico, con un sustrato inerte tipo peat moss, fueron sembradas las semillas, se manejó la humedad del sustrato mediante riego diario y cuando se observaron que poseía la plántula al menos dos a cuatro hojas verdaderas se procedió al trasplante.

Preparación del suelo: Consistió con un pase de arado y dos pases de rastra o rompe plow. Para evitar el daño provocado por plagas, se aplicó un desinfectante del suelo, al momento de la siembra.

Trasplante: Se llevó a cabo cuando la planta presentaba de dos a cuatro hojas verdaderas. La distancia de siembra fue de 2.0 m entre surcos y 1.5 m entre plantas.

Fertilización: Los programas de fertilización aplicados para cada uno de los tratamientos evaluados se presentan en el anexo 1.

Tutorado: El tutorado se realizó inmediatamente después de la poda, las estacas se colocaron a una distancia cuatro metros entre postes. En cada inicio y final del surco se colocó un contrapeso en cada poste para evitar que cuando el cultivo tuviera frutos el peso del mismo proyectara el poste hacia abajo. Al concluir la colocación de tutores se instaló la malla correspondiente a cada tratamiento; en la parte superior e inferior entre poste y poste se acondicionó la rafia, para poder unir la misma y sostenerla de una forma más firme.

Control de malezas: Antes de la siembra de las plántulas, se aplicó un herbicida a base de glifosato, para eliminar cualquier maleza y que la plántula no tuviera competencia los primeros días del trasplante. Se recomienda utilizar lo menos posible la utilización de químicos que puedan ocasionar quemaduras a la planta, por lo que las limpiezas fueron hechas únicamente con azadón cada dos semanas aproximadamente, logrando a la vez

un aporque de unos 20 cm de alto, sin embargo se intentó eliminar malezas manualmente cada semana.

Enguillado: Fue una práctica permanente desde el momento que la planta de Bitter melón chino comenzó a extender la guía madre y posteriormente las guías hijas. Esta práctica básicamente consistió en enredar las guías por los tutores o postes de manera que ascendieran por la rafia y se mantuvieran erguidas sobre la misma.

Poda: Dentro de la poda se encuentra el desbrote que básicamente consistió en la eliminación de brotes axilares, hojas senescentes y hojas enfermas lo que contribuyó a mejorar el desarrollo del tallo principal. Esa práctica se debía realizar con la mayor frecuencia posible, aproximadamente cada semana para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes tenían que ser limpios para evitar en lo posible la entrada de microorganismos que causen enfermedades.

Después de cada cosecha se eliminaron las guías que fueran innecesarias y que inhibieran el óptimo desarrollo de las guías madres dejando de dos a tres guías laterales. Además, se eliminaron hojas senescentes, amarillentas, que presentan sintomatología de alguna enfermedad, daño ocasionado por plagas o bien daño mecánico; de igual manera se realizó con los frutos indeseables que presentaron los daños mencionados anteriormente o bien que no fueran adecuados en el desarrollo de la planta. Por ejemplo, aquellos frutos que mostraron una formación de tipo pera, que estuvieran curvos o con laceraciones desde el inicio de la fructificación fueron eliminados con el fin de no robar energía innecesaria a la planta.

Riego: Se utilizó en esta investigación el riego por goteo a bajo volumen. Esta práctica se realizó con una lámina de riego de 14 mm diarios.

Control de plagas y enfermedades: Para el control de plagas se realizó un monitoreo semanal; dicho monitoreo buscó detectar la presencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), áfidos (*Aphis sp*), Gusano del fruto (*Diaphania spp*), Tortugillas (*diabrotica sp.*) y larvas de lepidópteros (*Spodopteras sp.*). Para el control de los insectos se aplicaron los

siguientes productos: Acetamiprid, Novaluron, Spinetoram, Imidacloprid, Benzoato de Emamectin, Abamectina, Clorantraniliprole. Para el control de enfermedades se aplicó Azoxistrobin, Difenconazole, Boscalid, Piraclostrobin, Clorotalonil, Dimethomorph, Pyraclostrobin, Mancozeb, Dimethomorp, Metalaxyl, Hidroxido de Cobre, Propamocarb, Fluopicolide

Cosecha: La cosecha inició a los 60 días después del trasplante, con una frecuencia de dos veces por semana las primeras tres semanas y posteriormente tres veces por semana las seis semanas restantes, para un total de nueve semanas de cosecha.

Los frutos se recolectaron cuando presentaron un color verde claro con cáscara brillante, sin malformaciones ni laceraciones provocadas por la malla ni otro tipo de daño, generalmente con frutos de 22 a 30 cm de largo por 4.0 a 7.0 cm de diámetro.

6.10 VARIABLES RESPUESTA

- **Calidad de los frutos**

Tamaño promedio del fruto (cm de diámetro y largo/fruto). Para la evaluación de esta variable se midieron el diámetro y largo de los frutos cosechados de la parcela neta y de los cuales se obtuvieron los promedios de cada uno de los cortes y el promedio general. Se hizo uso de una regla de 40 cm para medir el largo del fruto y de un vernier para determinar el diámetro.

Peso promedio del fruto (kg/fruto). Esta variable consistió en cuantificar el peso de los frutos de bitter melon chino de la parcela neta y obtener el promedio respectivo en cada uno de los cortes y de forma general. Para lo cual se hizo uso de una balanza.

- **Rendimiento comercial de bitter melon chino**

Número de frutos/ha de bitter melon chino. Esta variable consistió en el conteo de todos los frutos comerciales que se cosecharon por cada uno de tratamientos evaluados, y luego se hicieron las equivalencias a una hectárea.

- **Rendimiento total (kg/ha)**

Consistió en determinar el peso total de frutos de bitter melon chino de la parcela neta en cada uno de los cortes, los cuales se transformaron en kg/ha y se realizó a partir de los 60 días después del trasplante hasta que finalizó la cosecha. Para ello se hizo uso de una balanza.

- **Costos e ingresos**

Para la estimación de costos e ingresos se llevaron registros económicos para cada uno de los tratamientos evaluados.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Información Estadística

La información recolectada con relación a las variables respuesta se analizó mediante el análisis de varianza al 0.95, para los factores que mostraron significancia se efectuó un análisis de medias a través de la prueba de Tukey.

6.11.2 Análisis económico

Para el desarrollo del análisis económico de la producción de bitter melon chino, se usó la metodología de presupuestos parciales. Debido a que no se contabilizaron todos los costos de producción, sino solo aquellos que variaron en función de los tratamientos o alternativas evaluadas. El procedimiento de análisis implicó:

Determinación de costos que variaron y beneficios netos.

Análisis de dominancia.

Determinación de la tasa de retorno marginal.

Decisión sobre la alternativa a seleccionar.

I. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DEL FRUTO DE BITTER MELON CHINO

Para caracterizar el tamaño de los frutos de bitter melon chino se consideraron las variables: largo (de 22 a 30 cm), diámetro (entre 4.0 a 7.0 cm) y peso (entre 500 a 700 g), establecidos por el mercado internacional.

7.1.1 Longitud del fruto de bitter melon chino

Según el análisis de varianza para la variable longitud del fruto de bitter melon chino (Cuadro 6), se pudo establecer que los tratamientos evaluados (niveles de nitrógeno) presentaron diferencias significativas. Lo anterior indica que por los menos un tratamiento de los evaluados es mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 5.14%.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la longitud de frutos de bitter melon chino según los niveles de nitrógeno evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

F.V.	G.L	S.C.	C.M	F _{calc}	P>f	SIGNIFICANCIA
NIVEL DE N	4	74.80	18.70	11.34	0.001	Significancia
BLOQUE	3	7.90	2.63	1.60	0.241	No significancia
ERROR	12	19.78	1.65			
TOTAL	19	102.48				
C.V. (%)	5.14					

(Autor, 2015).

En el figura 3, se puede observar el promedio de la longitud de los frutos bitter melon chino con relación al nivel de nitrógeno aplicado y luego de realizar el análisis de medias de Tukey ($p < 0.05$), los resultados mostraron diferencias significativas en los niveles de aplicación de nitrógeno lo que demuestra que estos tienen efectos sobre la longitud de los frutos, sin embargo no aportar mayor cantidad de N, no significa un mayor crecimiento celular en el fruto tal como lo demuestra la figura en mención. El mejor tratamiento fue cuando se aplicó 275 kg/ha de N, con una longitud de 27.10 cm. Según caracterización hecha por Portillo (2009) la fruta de bitter melon chino presenta longitud promedio de

entre 20 a 30 cm/fruto, en el presente estudio la longitud promedio en todos los niveles de N fue de 24.96 cm/fruto.

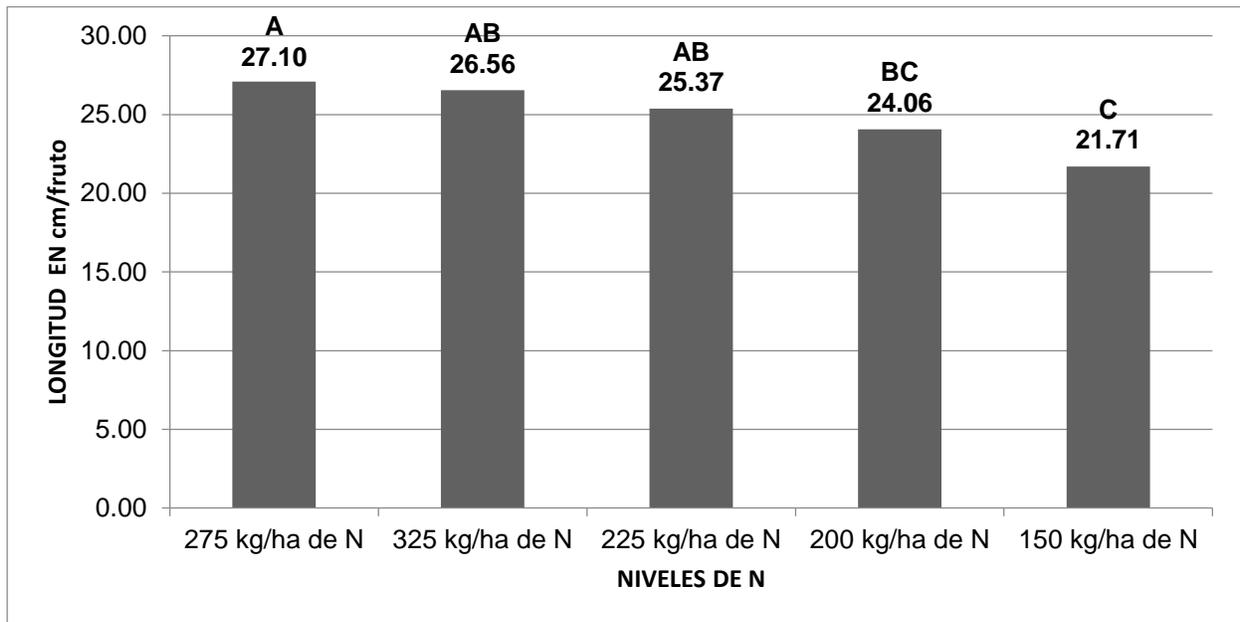


Figura 3. Análisis de medias de Tukey para la longitud de frutos de bitter melon chino según el nivel de N aplicado, La Fragua, Zacapa.

7.1.2 Diámetro del fruto de bitter melon chino

En el Cuadro 7, se puede observar los resultados del análisis de varianza del estudio del efecto de los niveles de N sobre el diámetro del fruto de bitter melon chino. Los resultados muestran que hubo diferencia altamente significativa en los tratamientos. Lo anterior indica que por los menos uno de los tratamientos evaluados es mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 7.97%.

Cuadro 7. Análisis de varianza del diámetro de frutos de bitter melon chino según los niveles de nitrógeno evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

F.V.	G.L	S.C.	C.M	Fcalc	P>f	SIGNIFICANCIA
NIVEL DE N	4	13.06	3.27	16.35	0.000	Significancia
BLOQUE	3	0.84	0.28	1.41	0.290	No significancia
ERROR	12	2.40	0.20			
TOTAL	19	16.30				
C.V. (%)		7.97				

(Autor, 2015).

Según los estándares de calidad de las empresas exportadores el diámetro de frutos de bitter melon chino se encuentran en el rango de 4.0 a 7.0 cm. En el figura 4, se presenta los resultados de la prueba de medias de Tukey ($p < 0.05$) para el factor diámetro del fruto, Determinando que el mejor tratamiento fue cuando se aplicó 275 kg/ha de N, con valor de 6.86 cm que es la escala permitida para exportar y que la acepta el mercado destino. La diferencia con el tratamiento con menor diámetro fue de 2.20 cm, que corresponde al tratamiento de 150 kg/ha de N.

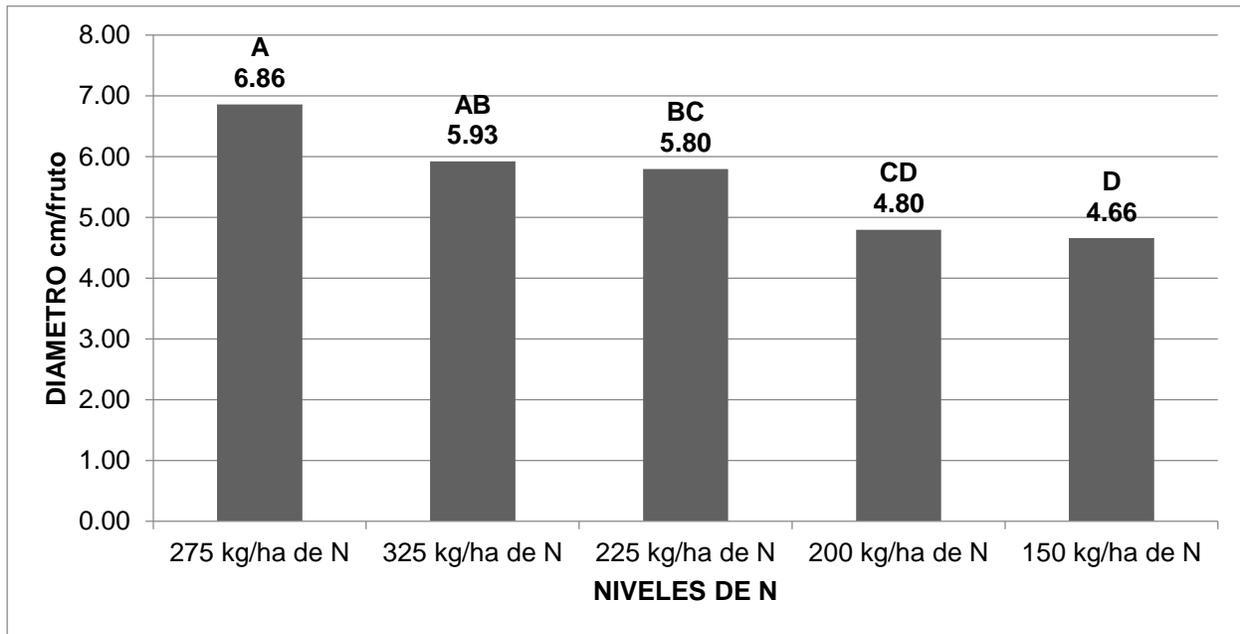


Figura 4. Análisis de medias de Tukey para el diámetro de frutos de bitter melon chino según los niveles de N aplicado, La Fragua, Zacapa.

7.1.3 Peso del fruto de bitter melon chino

Según el análisis de varianza para el peso promedio del fruto del cultivo de bitter melon chino presentado en el cuadro 8, los resultados muestran que hubo diferencia significativa en la variable con relación a los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que por los menos uno de los niveles de N evaluados es mejor que los demás. El coeficiente de variación fue de 4.24%, el cual se considera aceptable debido a que el ensayo se realizó bajo condiciones de campo abierto.

Cuadro 8. Análisis de varianza del peso de frutos de bitter melon chino según los niveles de nitrógeno evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

F.V.	G.L	S.C.	C.M	Fcalc	P>f	SIGNIFICANCIA
NIVEL DE N	4	48,070.62	12,017.66	16.51	0.000	Significancia
BLOQUE	3	1,846.57	615.52	0.85	0.503	No significancia
ERROR	12	8,734.44	727.87			
TOTAL	19	58,651.64				
C.V. (%)	4.24					

(Autor, 2015).

Como se puede observar en la figura 5, donde se muestra el peso promedio de fruto de bitter melon chino según los niveles de nitrógeno evaluados y los resultados del análisis de medias de Tukey ($p < 0.05$). Los mejores tratamientos para esta variable fueron cuando se aplicaron 275, 325, 225 y 200 kg/ha de N, con valores de 688.54, 660.96, 646.34 y 642.62 g/fruto respectivamente. Los estándares de calidad según las empresas exportadoras demandan que el peso del fruto debe encontrarse en el rango de 500 a 700 g/fruto ya que es lo que los consumidores demandan en el mercado destino. Cabe mencionar que la aplicación del agua en la planta de importancia debido a que no aplicar la lámina requerida de agua el fruto se vuelve flácido y deshidratado y no llena los estándares de calidad mencionados.

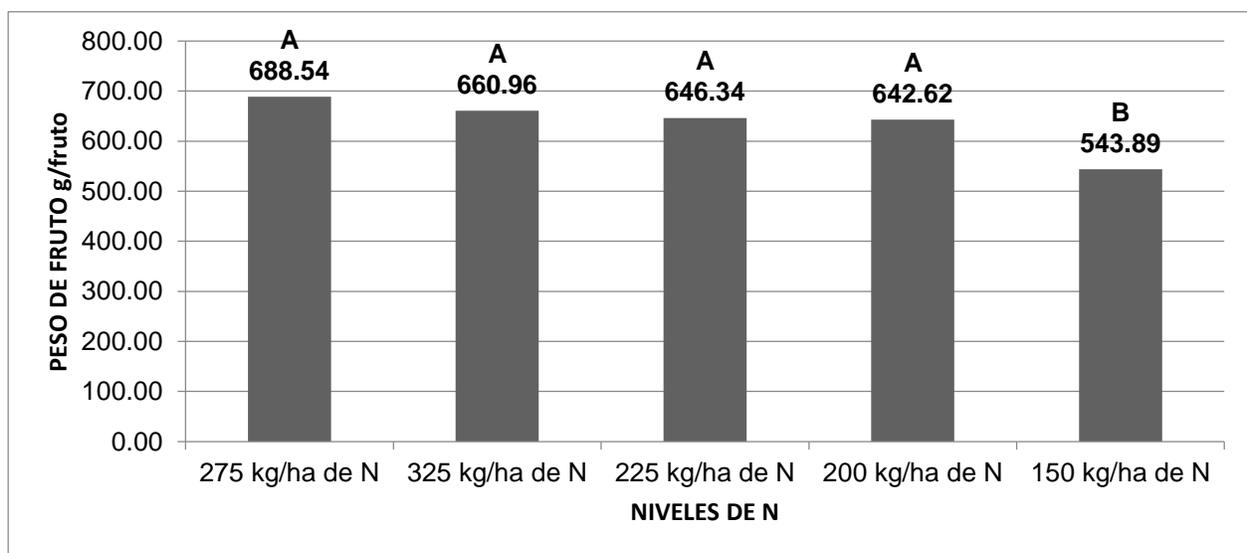


Figura 5. Análisis de medias de Tukey para el peso del fruto de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, La Fragua, Zacapa.

7.2 Rendimiento de bitter melon chino

7.2.1 Número de frutos por hectárea

Según el análisis de varianza presentado en el cuadro 9, los resultados muestran que hubo diferencias altamente significativas en la evaluación de niveles de N en el número de frutos/ha de bitter melon chino. Lo anterior significa que por los menos uno de los tratamientos evaluados es mejor que los demás. El coeficiente de variación fue de 4.24%, el cual se considera aceptable debido a que el ensayo se realizó bajo condiciones de campo abierto.

Cuadro 9. Análisis de varianza en el número de frutos/ha de bitter melon chino según los niveles de N, en el Valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

F.V.	G.L	S.C.	C.M	F _{calc}	P>f	SIGNIFICANCIA
NIVEL DE N	4	703,877,120.00	175,969,280.00	6.56	0.005	Significancia
BLOQUE	3	109,774,848.00	36,591,616.00	1.36	0.301	No significancia
ERROR	12	322,011,136.00	26,834,261.33			
TOTAL	19	1,135,663,104.00				
C.V. (%)	4.24					

(Autor, 2015).

En el figura 6, se presenta los resultados de la prueba de medias de Tukey ($p < 0.05$) para el factor número de frutos/ha, obteniéndose que el mejor tratamiento fue cuando se aplicó 275 kg/ha de N, con valor de 44,513 frutos/ha. La diferencia con el tratamiento de 200 kg/ha de N, fue de 16,102 frutos/ha. Esto evidencia la eficiencia la cantidad de nitrógeno de 275 kg/ha de N.

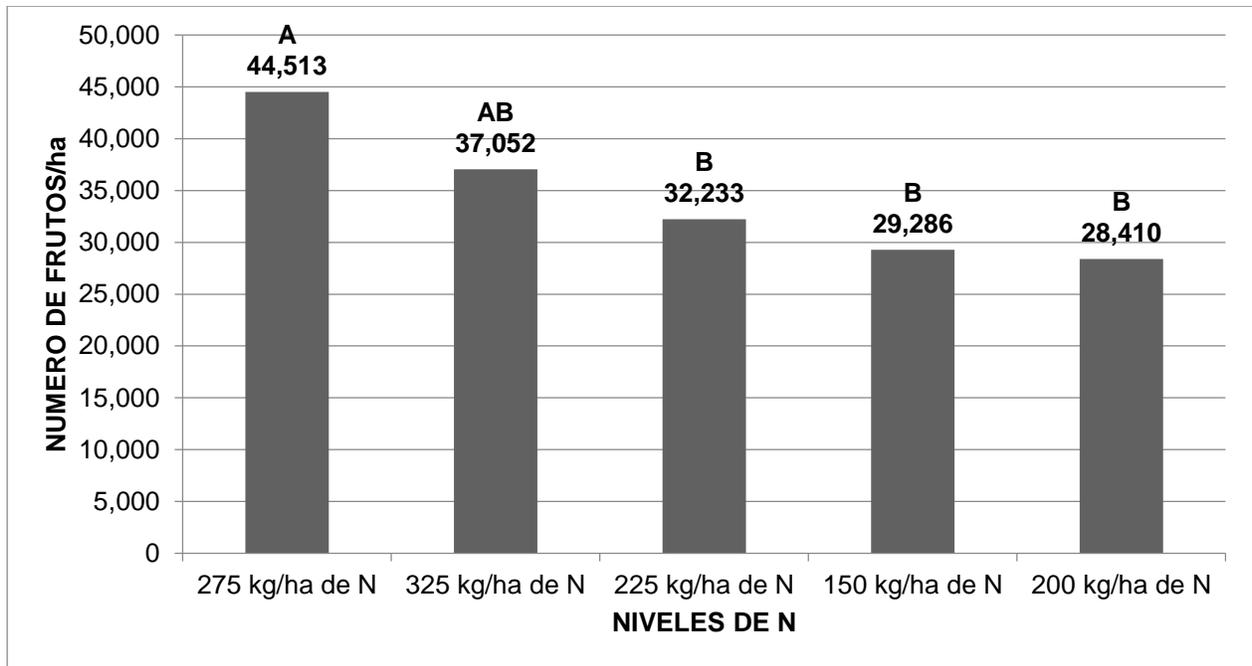


Figura 6. Análisis de medias de Tukey para el número de frutos/ha según los niveles de N evaluados, La Fragua, Zacapa.

7.2.2 Descarte de frutos del rendimiento de frutos de bitter melon chino

En el Cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos en cuanto a descarte de frutos de bitter melon chino con relación a los tratamientos evaluados, así como las principales causas del descarte.

La mayor cantidad de fruta descartada en el rendimiento total fue por la sobre maduración de los frutos con un 35.35%, especialmente; en el tratamiento donde se aplicaron 200 kg/ha de N, con un porcentaje de 56.24%. Para poder mitigar este porcentaje de rechazo es acortar la frecuencia de corte de fruto y capacitar a los cortadores sobre el momento de cosecha del bitter melón chino.

El descarte de frutos por decoloraciones fue de 17.71%, convirtiéndose en la segunda causa principal, lo anterior puede explicarse por la reducción en la cantidad de luz que ingresa a través del follaje luego de que las guías de las plantas han cubierto completamente el tutor y no recibir suficiente luz, los frutos no pueden realizar la

fotosíntesis eficientemente por lo que su piel tiende a ser más pálida. Por otro lado, se puede especular que esta misma barrera física favorece la acumulación de la hormona volátil etileno. El denso follaje que se forma en el tutorado puede provocar la lenta movilización de la hormona hacia la atmósfera aumentando así su concentración en el aire circundante a los frutos lo cual provoca su rápida maduración.

Los frutos descartados por ralladuras confirman que el tipo de tutorado favorece el daño. Esto ocurre cuando los frutos, al ser movidos por el viento, tienden a ser mecánicamente dañados por las guías y hojas de las plantas con las que están en contacto directo. Además se tuvo frutos descartados por deformaciones y dañados por insectos en menor porcentaje (Cuadro 10).

Cuadro 10. Principales causas de descarte de frutos de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el Valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

Tratamientos	Descarte total de frutos Kg/ha	PORCENTAJE				
		Frutos sobre maduros	Frutos descoloridos	Frutos rayados	Frutos deformes	Frutos dañados por plagas
150 kg/ha de N	1,352.19	26.00	17.28	19.85	18.82	18.05
200 kg/ha de N	1,766.50	56.24	14.30	11.07	12.68	5.71
225 kg/ha de N	1,552.36	41.14	18.60	17.06	11.34	11.86
275 kg/ha de N	2,367.17	33.57	17.94	18.46	15.08	14.95
325 kg/ha de N	1,944.43	29.80	20.42	20.76	12.54	16.48
PORCENTAJE PROMEDIO		35.35	17.71	17.44	14.09	13.41

(Autor, 2015).

7.2.3 Rendimiento comercial de bitter melon chino

En el Cuadro 11, se puede observar los resultados del análisis de varianza del estudio del efecto de la aplicación de diferentes niveles de N en el rendimiento comercial de bitter melon chino. Los resultados muestran que hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Lo anterior indica que por los menos uno de los tratamientos evaluados es mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 15.18%

Cuadro 11. Análisis de varianza del rendimiento de bitter melon chino según los niveles de N, en el Valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fcalc	P>f	SIGNIFICANCIA
NIVEL DE N	4	533,576,138.58	133,394,034.64	11.96	0.005	Significancia
BLOQUE	3	30,585,111.01	10,195,037.00	0.91		No significancia
ERROR	12	133,789,415.25	11,149,117.94			
TOTAL	19	697,950,664.83				
C.V. (%)	15.18					

(Autor, 2015).

Posterior al análisis de varianza se realizó una prueba de medias de Tukey (Figura 7), en el cual se pudo determinar una diferencia estadística significativa en el rendimiento comercial de bitter melon chino. El mejor tratamiento fue cuando se aplicó 275 kg/ha de N, con un rendimiento de 30,624.45 kg/ha. Como se puede observar en la figura a mayores nivel de aplicación de N se obtuvo mayor rendimiento comercial a excepción donde se aplicaron 325 kg/ha de N que presentó un rendimiento menor al mejor rendimiento. Lo anterior se pudo deber a la cantidad de frutos descartados y las diferentes causas que lo provocaron fueron daños por mal corte, daños por rose de aire, golpes en el transporte, daños por insectos,

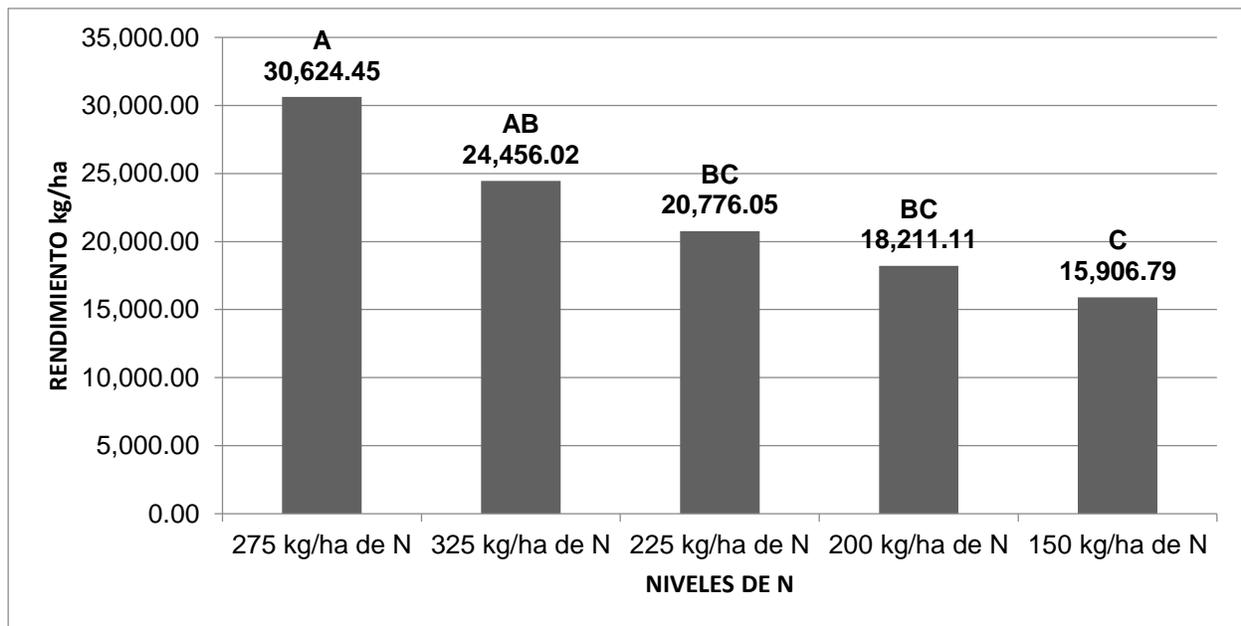


Figura 7. Análisis de medias de Tukey para el rendimiento comercial de frutos de bitter melon chino según los niveles de N aplicados, La Fragua, Zacapa.

7.3 Análisis económico de la producción de bitter melon chino

Los costos que varían para la producción de frutos de bitter melon chino fueron las cantidades de los niveles de N por tratamiento. El costo de un kilogramo de N que tuvo como fuente nitrato de amonio, fue de Q. 4.16 (Cuadro 12).

El tratamiento con el menor costo que varía se presentó en el tratamiento donde se aplicó 150 kg/ha de N, con Q. 1,686.30/ha. El tratamiento con mayor costo que varían se presentó donde se aplicaron 325 kg/ha de N, con Q. 3,653.52/ha. Por lo tanto, a mayor nivel de N mayor costo que varían (Cuadro 12).

Cuadro 12. Costo que varían en la producción de frutos de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el Valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

Tratamiento	Nitrato de amonio Kg/ha	Precio Unitario Q./kg	Costo total Q./ha
150 kg/ha de N.	405.36	4.16	1,686.30
200 kg/ha de N.	540.49	4.16	2,248.44
225 kg/ha de N	608.05	4.16	2,529.49
275 kg/ha de N	743.17	4.16	3,091.59
325 kg/ha de N	878.25	4.16	3,653.52

(Autor, 2015).

El precio de mercado de frutos de bitter melon chino en fresco es de Q. 2.35 kg en la empresa agroexportadora receptora de la cosecha. Según información proporcionada por los productores del valle de la Fragua, Zacapa, se emplean para la recolección de la cosecha un promedio de 70 jornales/ha y para el transporte hacia el centro de acopio 12 jornales. El costo del jornal fue de Q. 50.00. El rendimiento promedio de frutos de los cinco tratamientos evaluados fue de 21,994.88 kg/ha. Usando los costos antes mencionados se obtiene el precio de campo de la siguiente forma:

Costos Unitarios de Comercialización = $(70 \text{ jornales} + 12 \text{ jornales}) * Q. 50.00 / 21,994.88$.

Costos Unitarios de Comercialización = Q. 0.18/kg Por tanto, el precio de campo de frutos de bitter melon chino fue de: $Q. 2.35 - Q. 0.18 = Q. 2.17/kg$

Con los rendimientos experimentales se cuantificaron los rendimientos ajustados, lo cual se logró usando una tasa de ajuste de 20% (Cuadro 13).

Cuadro 13. Rendimiento experimental de frutos de bitter melon chino ajustado al 20% según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

Tratamiento	Rendimiento experimental Kg/ha	Factor de ajuste (20%)	Rendimiento ajustado Kg/ha
150 kg/ha de N.	15,906.79	0.80	12,725.43
200 kg/ha de N.	18,211.11	0.80	14,568.89
225 kg/ha de N	20,776.05	0.80	16,620.84
275 kg/ha de N	30,624.45	0.80	24,499.56
325 kg/ha de N	24,456.02	0.80	19,564.82

(Autor, 2015).

Para determinar los beneficios brutos y netos de la producción de bitter melon chino, se multiplicaron los rendimientos ajustados por el precio de campo que fue de Q. 2.17/kg, con lo cual se obtuvo el beneficio bruto, y luego sustrayendo de éste último los costos que varían se obtuvieron los beneficios netos de los tratamientos evaluados (Cuadro 14).

Cuadro 14. Ingreso bruto y neto en la producción de frutos de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

Tratamiento	Rendimiento ajustado Kg/ha	Precio de campo Q./kg	Ingreso bruto Q./ha	Costos que varían Q./ha	Ingreso neto Q./ha
150 kg/ha de N.	12,725.43	2.17	27,614.18	1,686.30	25,927.89
200 kg/ha de N.	14,568.89	2.17	31,614.49	2,248.44	29,366.05
225 kg/ha de N	16,620.84	2.17	36,067.23	2,529.49	33,537.74
275 kg/ha de N	24,499.56	2.17	53,164.05	3,091.59	50,072.46
325 kg/ha de N	19,564.82	2.17	42,455.65	3,653.52	38,802.13

(Autor, 2015).

Para el análisis de dominancia del presente estudio se organizaron los datos de costos que varían con su respectivo ingreso neto de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, es decir, de menor a mayor. Luego determinar si los tratamientos son dominados o no. Los tratamientos donde se aplicaron 150, 200, 225 y 275 kg/ha de N fueron no dominados (Cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de dominancia en la producción de frutos de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

Tratamientos	Costos que Varían Q/ha	Beneficio Neto Q/ha	Conclusión
150 kg/ha de N.	1,686.30	25,927.89	No dominado
200 kg/ha de N.	2,248.44	29,366.05	No dominado
225 kg/ha de N	2,529.49	33,537.74	No dominado
275 kg/ha de N	3,091.59	50,072.46	No dominado
325 kg/ha de N	3,653.52	38,802.13	Dominado

(Autor, 2015).

Con los tratamientos no dominados (Cuadro 15) se calcularon los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor, para luego calcular TRM.

La tasa de retorno marginal para los diferentes tratamientos se presenta en el cuadro 16. De acuerdo con este análisis el mejor tratamiento, en términos económicos, es la aplicación 150 kg/ha de N. Al comparar este tratamiento con el cuarto mejor tratamiento 275 kg/ha de N, se observa que produce un ingreso adicional de Q. 16,455.93/ha, con una inversión adicional de Q. 562.10, lo que se traduce en una tasa de retorno marginal de 2,927.58%, considerado altamente rentable.

Cuadro 16. Análisis de la tasa retorno marginal en la producción de bitter melon chino según los niveles de N evaluados, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

Tratamientos	Costo que varían Q./ha	Beneficio Neto Q./ha	DIFERENCIA		TRM %
			Costo que Varían	Beneficio Neto	
150 kg/ha de N.	1,686.30	25,927.89			
200 kg/ha de N.	2,248.44	29,366.05	562.14	3,419.73	608.34
225 kg/ha de N	2,529.49	33,537.74	281.05	4,151.17	1,477.03
275 kg/ha de N	3,091.59	50,072.46	562.10	16,455.93	2,927.58

(Autor, 2015).

VIII. CONCLUSIONES

El mejor diámetro y longitud de los fruto se obtuvo cuando se aplicó 275 kg/ha de N, dando como resultado una longitud de 27.10 cm y un diámetro de 6.86 cm respectivamente. En lo referente al peso del fruto, los mejores tratamientos fueron cuando se aplicaron 275, 325, 225, 200 y 150 kg/ha de N, con valores de 688.54, 660.96, 646.34, 642.62 y 543.89 gr/fruto respectivamente; al analizar el resultado del testigo que corresponde al t1, la longitud fue de 21.71 cm y el diámetro fue de 4.66 cm el cual se refleja que dichos resultados escasamente cumplen con los requisitos de exportación.

Los resultados estadísticos en la producción comercial de frutos de bitter melon chino aplicando diferentes niveles de N mostró que se obtuvo una alta respuesta a la fertilización y el mejor tratamiento fue cuando se aplicó 275 kg/ha de N, con un rendimiento de 30,624.45 kg/ha comparado con el testigo que fue de 15,906.79kg/ha.

De acuerdo al análisis económico utilizando presupuestos parciales, se determinó que el tratamiento donde se aplicó 275 kg/ha de N en plantas de bitter melon chino presentó la mayor Tasa de Retorno Marginal, de 2, 927.58%.

IX. RECOMENDACIONES

Para que los productores de bitter melon chino en el valle de La Fragua logren obtener el mayor rendimiento y ganancia, se recomienda la aplicación de 275 kg/ha de N.

En base a los rendimientos obtenidos en la evaluación sobre niveles de N, se recomienda complementar la evaluación con otros programas de fertilización de NPK y elementos menores, de tal forma que se ajusten a las necesidades nutricionales de bitter melon chino en el valle de La Fragua, Zacapa.

Continuar evaluando otros niveles intermedios de nitrógeno entre 225 y 275 kg/ha de nitrógeno.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agosto, V. (2007). Evaluación de dos sistemas de tutorio en dos variedades de Cundeamor (*Momordica charantia* L.), La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala. 66 p.
- Alternative Medicine Review (2007). *Momordica charantia* (Bitter melon). Volume 12, Number 4. 4 p.
- Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (2002). Los fertilizantes y su uso. Programa de Fertilizantes de la FAO. Roma, Italia. 83 p.
- Cabrera, M. (2007). Mineralización y nitrificación: Procesos claves en el ciclo del nitrógeno. Departamento de Ciencia de Suelos y Cultivos-Instituto de Ecología Universidad de Georgia, Athens, Georgia, EE.UU. 9 p.
- Calvo, S. (2011). Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. Universidad de Salamanca, Escuela de Biología. Salamanca, España. pp 173-186.
- Castillo, F. (2005). Biotecnología ambiental. Editorial Tébar Flores, S.L. Madrid, España. 155 p.
- Causin y Arnoz (1988). Efectos de las fuentes de nitrógeno sobre el crecimiento de la remolacha. Centro de Ecofisiología Vegetal (CONICET). Ciencia del Suelo, Volumen 6, No. 2. Buenos Aires, Argentina. 7 p.
- Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana (CEI RD) (2007). Perfil económico de vegetales orientales. Gerencia de Inteligencia de Mercados, Subgerencia de Mercado al Exportador. Santo Domingo, República Dominicana. 43 p.
- Darwich, N. (2005). Manual de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes. Segunda Edición. Talleres de Gráfica Armedenho. Mar del Plata, Argentina. 289 p.
- Douglas, J. (2002). Balsam pear (en línea). Crop & Food Research. NZ. Consultado 10 agosto 2002. Disponible en <http://www.crop.cri.nz/none/productsservices/publications/broadsheets/102balsampear.pdf>
- García, I. y Dorronsoro, C. (2010). Contaminación del suelo. Unidad docente e investigadora de la Facultad de Ciencias, Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada. Granada, España.

- Fertiberia (2013). Ficha técnica de Muriato de potasio granulado (GMOP) 00-00-60 y ácido fosfórico (00-52-00). 2 p.
- Firestone, M. (1982). Biological denitrification. In F. J. Stevenson (ed.). Nitrogen in agricultural soils. Monography N° 22. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. p. 289-326.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) (2010). Evaluación del efecto de diferentes tutorados en el cultivo de cundeamor chino (*Momordica charantia* L). Programa de Hortalizas. Hoja Técnica No. 15. Comayagua, Honduras. 4 p.
- Holdridge, L. R. (1975). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. 42 p.
- IPNI (2012). Nitrato de amonio (37-00-00). Fuentes de nutrientes específicos. Buenos Aires, Argentina. 1 p.
- Inestroza, J. y Guevara, C. (2003). Manual de cultivo de hortalizas orientales. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa, Honduras. 18 p.
- INFOAGRO (2,003). Cultivo de Bangaña. Departamento de Biotecnología (UPV), Área de comercialización. www.infoagro.com. 25 p.
- Lewis, O. (1993). Plants and Nitrogen. The Institute of Biology's Studies in Biology N° 166.
- Montes, A. (1996). Cultivos de Hortalizas en trópico. Zamorano Academia Press. Tegucigalpa, Honduras. 207 p.
- Perdomo, C. y Barbazán, M. (2010). Nitrógeno. Área de Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía, Universidad de La República. Montevideo, Uruguay. 74 p.
- Pérez, G. (1999). Fijación simbiótica de nitrógeno: Estado actual y perspectivas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 17 (66): 477- 487.
- Portillo, O. (2009). Evaluación del efecto de diferentes estructuras de soporte en el cultivo de cundeamor chino (*Momordica charantia* L). Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Programa de Hortalizas. Comayagua, Honduras. 14 p.
- Sabilón, W. (2002). Estándares de calidad para vegetales orientales. Proyecto de mejoramiento de cultivos y comercialización de la producción en el Valle de Comayagua. Comayagua, Honduras. Misión Técnica de China y Cooperación Española. Comayagua, Honduras. 20 p.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA) (2010). Uso de fertilizantes. México. 11 p.

Simmons, CH., Tarano, J. y Pinto, J. (1959). Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Ed. José Pineda Ibarra. 1000 p.

Sistema Integrado de Información Taxonómica (2013). *Momordica charantia* L. Cucurbitaceae of North America Update database (*versión 2011*). 1 p.

Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). Filosofía vegetal, Vol. I, Universidad Jaume I. Servicio de Comunicacion y Publicacione. 121 p.

ANEXOS

Anexo 1

Plan de fertilización en base a los niveles de N evaluados en la producción de frutos de bitter melon chino, en el valle de La Fragua, Zacapa, 2013.

Tratamiento 1: 150 kg/ha de N.	Cantidad total del producto Kg/ha	Cantidad de elemento Kg/ha		
		N	P	K
Nitrato de amonio (37-00-00)	405.36	150.00	0.00	0.00
Ácido fosfórico (00-52-00)	0.00	0.00	125.00	0.00
Muriato de potasio (00-00-60)	0.00	0.00	0.00	270.00
Tratamiento 2: 200 kg/ha de N.				
		N	P	K
Nitrato de amonio (37-00-00)	540.49	200.00	0.00	0.00
Ácido fosfórico (00-52-00)	240.36	0.00	125.00	0.00
Muriato de potasio (00-00-60)	449.96	0.00	0.00	270.00
Tratamiento 3: 225 kg/ha de N				
		N	P	K
Nitrato de amonio (37-00-00)	608.05	225.00	0.00	0.00
Ácido fosfórico (00-52-00)	240.36	0.00	125.00	0.00
Muriato de potasio (00-00-60)	449.96	0.00	0.00	270.00
Tratamiento 4: 275 kg/ha de N				
		N	P	K
Nitrato de amonio (37-00-00)	743.17	275.00	0.00	0.00
Ácido fosfórico (00-52-00)	240.36	0.00	125.00	0.00
Muriato de potasio (00-00-60)	449.96	0.00	0.00	270.00
Tratamiento 5: 325 kg/ha de N				
		N	P	K
Nitrato de amonio (37-00-00)	878.25	325.00	0.00	0.00
Ácido fosfórico (00-52-00)	240.36	0.00	125.00	0.00
Muriato de potasio (00-00-60)	449.96	0.00	0.00	270.00

Anexo 2.
Características del fruto
Longitud del fruto promedio (cm/fruto)

Cuadro 2.1 Datos promedio de longitud de frutos bitter melon chino por tratamiento y repetición.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	REPETICIONES				TOTAL cm	PROMEDIO cm/fruto
	I	II	III	IV		
150	22.34	21.00	22.92	20.58	86.84	21.71
200	24.94	22.74	26.32	22.25	96.24	24.06
225	25.61	24.98	25.41	25.49	101.49	25.37
275	24.95	27.78	28.18	27.50	108.41	27.10
325	28.57	25.02	26.34	26.32	106.25	26.56
SUMA (cm)	126.41	121.52	129.17	122.14		
PROMEDIO (cm/fruto)	25.28	24.30	25.83	24.43		24.96

Cuadro 2.2 Análisis de medias de Tukey para la longitud de frutos de bitter melon chino.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	Promedio de diámetro del fruto cm/fruto	Significancia Análisis de Medias de Tukey Valor = 2.8966
275	27.10	A
325	26.56	AB
225	25.37	AB
200	24.06	BC
150	21.71	C

Anexo 3
Características del fruto
Diámetro del fruto promedio (cm/fruto)

Cuadro 3.1 Datos promedio del diámetro de frutos bitter melon chino por tratamiento y repetición.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	REPETICIONES				TOTAL cm	PROMEDIO cm/fruto
	I	II	III	IV		
150	4.93	4.42	4.64	4.65	18.64	4.66
200	4.44	4.92	5.33	4.51	19.19	4.80
225	4.98	5.26	6.01	6.94	23.19	5.80
275	6.85	6.81	6.89	6.90	27.45	6.86
325	5.98	5.46	6.13	6.13	23.70	5.93
SUMA (cm)	27.19	26.86	29.00	29.12		
PROMEDIO (cm/fruto)	5.44	5.37	5.80	5.82		5.61

Cuadro 3.2 Análisis de medias de Tukey para el diámetro de frutos de bitter melon chino.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	Promedio de diámetro del fruto cm/fruto	Significancia Análisis de Medias de Tukey Valor = 1.0085
275	6.86	A
325	5.93	AB
225	5.80	BC
200	4.80	CD
150	4.66	D

Anexo 4
Características del fruto
Peso del fruto promedio (g/fruto)

Cuadro 4.1 Datos promedio del peso de frutos bitter melon chino por tratamiento y repetición.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	REPETICIONES				TOTAL cm	PROMEDIO cm/fruto
	I	II	III	IV		
150	550.00	550.00	529.63	545.92	2,175.55	543.89
200	656.00	613.52	630.00	670.95	2,570.47	642.62
225	649.32	633.30	695.24	607.48	2,585.35	646.34
275	692.77	686.00	683.97	691.42	2,754.15	688.54
325	690.93	629.18	628.20	695.54	2,643.85	660.96
SUMA (cm)	3,239.02	3,112.00	3,167.04	3,211.31		
PROMEDIO (cm/fruto)	647.80	622.40	633.41	642.26		636.47

Cuadro 4.2 Análisis de medias de Tukey para el peso de frutos de bitter melon chino.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	Promedio de diámetro del fruto cm/fruto	Significancia Análisis de Medias de Tukey Valor = 60.3405
275	688.54	A
325	660.96	A
225	646.34	A
200	642.62	A
150	543.89	B

Anexo 5
Características del rendimiento
Número de frutos/ha

Cuadro 5.1 Datos promedio del número de frutos bitter melon chino por tratamiento y repetición.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	REPETICIONES				TOTAL cm	PROMEDIO cm/fruto
	I	II	III	IV		
150	27,486	29,001	34,050	26,608	117,144	27,486
200	27,578	34,076	25,240	26,747	113,641	27,578
225	32,345	31,958	29,641	34,989	128,933	32,345
275	36,917	49,420	52,520	39,193	178,050	36,917
325	40,416	45,866	30,170	31,758	148,209	40,416
SUMA (cm)	164,743	190,320	171,620	159,294		
PROMEDIO (cm/fruto)	32,949	38,064	34,324	31,859		32,949

Cuadro 5.2 Análisis de medias de Tukey para el número de frutos de bitter melon chino.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	Promedio de diámetro del fruto cm/fruto	Significancia Análisis de Medias de Tukey Valor = 11,681.3057
275	44,513	A
325	37,052	AB
225	32,233	B
150	29,286	B
200	28,410	B

Anexo 6
Características del rendimiento
Rendimiento comercial kg/ha

Cuadro 6.1 Datos promedio del rendimiento comercial de frutos bitter melon chino por tratamiento y repetición.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	REPETICIONES				TOTAL cm	PROMEDIO cm/fruto
	I	II	III	IV		
150	15,117.51	15,950.38	18,033.67	14,525.59	63,627.15	15,906.79
200	18,090.91	20,906.06	15,901.35	17,946.13	72,844.44	18,211.11
225	21,002.36	20,239.06	20,607.75	21,255.05	83,104.22	20,776.05
275	25,575.08	33,902.36	35,921.89	27,098.48	122,497.81	30,624.45
325	27,924.92	28,857.91	18,952.53	22,088.72	97,824.08	24,456.02
SUMA (cm)	107,710.78	119,855.77	109,417.17	102,913.98		
PROMEDIO (cm/fruto)	21,542.16	23,971.15	21,883.43	20,582.80		21,994.88

Cuadro 6.2 Análisis de medias de Tukey para el rendimiento comercial de frutos de bitter melon chino.

Nivel de Nitrógeno kg/ha	Promedio de diámetro del fruto cm/fruto	Significancia Análisis de Medias de Tukey Valor = 7,633.4727
275	30,624.45	A
325	24,456.02	AB
225	20,776.05	BC
200	18,211.11	BC
150	15,906.79	C