

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA



TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE TRES LAMINAS DE RIEGO Y MOMENTOS DE APLICACIÓN DE 150 Kg.ha⁻¹ DE NITROGENO, SOBRE EL CRECIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD NB-S, Y RENDIMIENTO DEL CHILOTE, A UNA DENSIDAD DE 125 000 Ptas.ha⁻¹.

AUTORES

Br. ERICK HORACIO CASTRO MORENO
Br. DEYLING DAVID MALTEZ GUTIERREZ

ASESORES

Ing. MSc. NESTOR ALLAN ALVARADO D
Ing. VICTOR MANUEL CALDERON PICADO

MANAGUA, NICARAGUA

Mayo, 2013

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA**



TRABAJO DE DIPLOMA

EFEECTO DE TRES LAMINAS DE RIEGO Y MOMENTOS DE APLICACIÓN DE 150 Kg.ha⁻¹ DE NITROGENO, SOBRE EL CRECIMIENTO DEL MAIZ (Zea mays L.) VARIEDAD NB-S, Y RENDIMIENTO DEL CHILOTE, A UNA DENSIDAD DE 125 000 Ptas.ha⁻¹.

AUTORES

**Br. ERICK HORACIO CASTRO MORENO
Br. DEYLING DAVID MALTEZ GUTIERREZ**

ASESORES

**Ing. MSc. NESTOR ALLAN ALVARADO D
Ing. VICTOR MANUEL CALDERON PICADO**

Presentada a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrícola Para el Desarrollo Sostenible

**MANAGUA, NICARAGUA,
Mayo, 2013**

DEDICATORIA

Primeramente dedico este trabajo de culminación de estudios a nuestro señor Dios todo poderoso por bendecirme en todo momento, por ser guía de mi vida, por darme sabiduría y la dicha de disfrutar este logro.

De manera muy especial a mi madre, Rafaela de los Ángeles Gutiérrez Membreño por ser una mujer amorosa, ejemplar, fuerte y perseverante en la que siempre encontré palabras de aliento y cariño por muy difícil que fuera el momento, es por ello que sin lugar a dudas este logro es únicamente de ella.

A mi padre Ing. Juan José Maltez Gonzales por ser pilar fundamental en mi formación personal y profesional.

A mis queridos abuelos Esmeralda del Carmen Membreño Madrigal, María del Socorro Maltez y Domingo Gutiérrez Sánchez por sus sabios consejos y estar siempre a mi lado cuando más lo necesito.

A mi familia María Esmeralda, Kenny Roberto, Jassón Antonio y Christopher Alexander por su gran apoyo brindado.

A mis tíos y primos por el cariño que me han dado y además ser mis amigos.

Cariñosamente a mi sobrino Jassón Jasiel Carbajal Toruño

A todos y cada uno de ellos por estar en este trayecto de mi vida y compartir conmigo el anhelo de obtener el título de Ingeniero Agrícola Para el Desarrollo Sostenible.

Deyling David Maltez Gutiérrez.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y por sus múltiples llamadas para que me esforzara más y más.

A mi tía Ada Luz, Juan Ramón, Douglas, Richard y Adita porque me acogieron en su hogar durante tantos años apoyándome en gran manera pues siempre me suplieron con alimento, y techo, igualmente apoyándome dinámicamente a terminar mi carrera. A mis abuelos maternos por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. A mis hermanos Alberto José y Ashley por ser pacientes y fuentes de mi inspiración en los momentos difíciles, creyendo que soy parte de su aprendizaje con mi ejemplo de esfuerzo y tolerancia.

Un gran agradecimiento Alberto Blandón espinales por sus consejos su apoyo económico y por ser parte de nuestra familia.

A todos aquellos amigos y familiares no mencionados que me ayudaron directa o indirectamente a culminar tan importante trabajo para mi vida profesional.

A mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por su apoyo ofrecido en este trabajo, por haberme transmitidos los conocimientos obtenidos y haberme llevado pasó a paso en el aprendizaje.

Erik Horacio Castro Moreno.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer primeramente a nuestro señor Dios que nos permitió venir a este mundo a coronar todas nuestras metas, por brindarnos su dirección y cuidar nuestro camino todo el tiempo.

De manera muy especial a nuestros padres que siempre han cuidado de nosotros cuando hemos tenido algún tropiezo y que han estado en todo momento apoyándonos para lograr esta meta que sin duda alguna es un primer paso para caminar solo por la vida.

A la Universidad Nacional Agraria y a cada docente que formaron parte en nuestra educación profesional.

Al personal del Centro de Investigación y Documentación Agropecuaria (CENIDA) de nuestra alma mater por su valiosa colaboración, la que sin lugar a dudas fue de mucha importancia para nuestra formación personal.

Cariñosamente a todos nuestros compañeros de clase por su apoyo incondicional y por compartir con nosotros buenos y malos momentos durante estos cinco años de formación profesional.

Y sobre todo a nuestros asesores: Ing. MSc Néstor Alvarado, Ing. Víctor Calderón, por confiar en nosotros y brindarnos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo investigativo a través del cual veremos realizado nuestro mayor anhelo, coronar con éxito nuestra carrera.

A todos y cada uno de ellos Muchas Gracias!

Erick Horacio Castro Moreno
Deyling David Maltez Gutiérrez

INDICE GENERAL

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	iii
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivo específico	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1 Descripción del lugar y experimento	4
3.1.1. Clima	4
3.1.2. Suelo	5
3.1.3. Descripción del diseño experimental	5
3.1.4. Descripción de los tratamientos	6
3.2 Variables evaluadas	6
3.3. Análisis estadísticos	8
3.4. Análisis económico	8
3.5. Manejo agronómico	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	10
4.1. Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momento de aplicación de la dosis de 150 kg.ha ⁻¹ de nitrógeno sobre las variables de crecimiento del cultivo del maíz	10
4.1.1. Altura de planta en cm	10
4.1.2. Diámetro del tallo en cm	13
4.1.3. Número de hojas por planta	16
4.2. Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momento de aplicación de la dosis de 150 kg.ha ⁻¹ de nitrógeno sobre el rendimiento del chilote y sus principales componentes	19
4.2.1. Altura de la primera y segunda inserción del chilote cm	19
4.2.2. Diámetro del chilote con bráctea y sin bráctea en cm	22
4.2.3. Longitud del chilote con bráctea y sin bráctea en cm	25
4.2.4. Peso de 10 chilotes con bráctea y sin bráctea en kg	29
4.2.5. Rendimiento del chilote en kg.ha ⁻¹ .	32

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
I. ANALISIS ECONOMICO A LOS DATOS DE INTERACCION A X B.	34
1.1. Presupuesto parcial	34
1.2. Análisis de dominancia	36
1.3. Análisis marginal	37
II. CONCLUSIONES	38
III. RECOMENDACIONES	39
IV. LITERATURA CITADA	40
IX. ANEXOS	45

INDICE DE TABLAS

<u>Tabla No.</u>		<u>Página</u>
1	Propiedades químicas del suelo. UNA, Managua	5
2	Factores estudiados en el ensayo del chilote en maíz. Época seca del 2012.	6
3	Descripción de los tratamientos estudiados en el ensayo del chilote del maíz. Época seca del 2012.	6
4	Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable altura de planta en cm.	11
5	Efecto de interacción láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable altura de planta en cm.	12
6	Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable diámetro del tallo en cm.	14
7	Efecto de interacción láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable diámetro del tallo en cm.	15
8	Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable número de hojas por planta.	17
9	Efecto de interacción láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable número de hojas por planta.	18
10	Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable altura de la primera y segunda inserción del chilote en cm.	20

Tabla No.		<u>Página</u>
11	Efecto de interacción láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable altura de la primera y segunda inserción del chilote en cm.	21
12	Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable diámetro del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.	23
13	Efecto de interacción láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable diámetro del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.	24
14	Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable longitud del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.	27
15	Efecto de interacción láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable longitud del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.	28
16	Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable peso de 10 chilotes con bráctea y sin bráctea en kg.	30
17	Efecto de interacción láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable peso de 10 chilotes con bráctea y sin bráctea en kg.	31
18	Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable rendimiento del chilote en kg.ha^{-1} .	33

<u>Tabla No.</u>		<u>Página</u>
19	Presupuesto parcial de los nueve tratamientos obtenidos en el cultivo del chilote. Época seca del 2012.	35
20	Análisis de dominancia realizado a los 6 tratamientos aplicados al cultivo del chilote. Época seca del 2012.	36
21	Análisis marginal realizado a los 6 tratamientos aplicados al cultivo del chilote. Época seca del 2012.	37

RESUMEN

El ensayo se estableció en los terrenos de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 ½ carretera norte, Managua en Marzo-Mayo del año dos mil doce, para evaluar efecto de diferentes láminas de riego y momentos de aplicación de 150 kg.ha^{-1} de nitrógeno, sobre el crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-S, y rendimiento del chilote, a una densidad de $125,000 \text{ Ptas.ha}^{-1}$. Se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones, y los factores en estudio fueron los siguientes, Factor A: Láminas de riego por goteo, con 3 niveles: 4.5 l de agua/m/día, 3.6 l de agua/m/día y 2.5 l de agua/m/día. Y el Factor B: Fraccionamiento de la dosis de nitrógeno de 150 kg.ha^{-1} , con 3 niveles: b_1 (100 % de la dosis aplicada a los 21 ddg); b_2 dosis fraccionada (50% de la dosis aplicada a los 21 ddg y 50 % de la dosis aplicada a los 42 ddg) y b_3 dosis completa (100 % de la dosis aplicada a los 42 dds). Las variables de crecimiento evaluadas a los 14, 35 y 48 días después de la germinación fueron: altura de planta en cm, diámetro del tallo (cm) y número de hojas por planta; para las variables del rendimiento del chilote y sus principales componentes fueron: altura de la primera y segunda inserción del chilote (cm), diámetro del chilote con y sin bráctea (cm), longitud del chilote con y sin bráctea (cm), peso de 10 chilotes con y sin bráctea (kg), y rendimiento de chilote con bráctea (kg.ha^{-1}). El análisis de varianza (ANDEVA) realizado a todas las mediciones de crecimiento dio significativo para los niveles del Factor A, Factor B y la interacción A x B a los 35 y 48 días después de la germinación. El ANDEVA realizado a los variables del rendimiento y sus principales componentes dio significativas para los niveles del Factor A, Factor B y la interacción A x B a los 60 días después de la germinación. De los nueve tratamientos evaluados, el tratamiento a_1b_2 indujo al mayor rendimiento de chilote con una producción de $2,129.16 \text{ kg de chilote.ha}^{-1}$, con un total de costos variables de $4,568.00 \text{ C\$.ha}^{-1}$, un beneficio neto de $13,316.94 \text{ C\$.ha}^{-1}$ y una tasa de retorno marginal del 2,927.49 por ciento.

SUMMARY

The trial was established on the grounds of the National Agrarian University, located at km 12 ½ North Road, Managua in March-May, two thousand twelve, evaluate effect of different irrigation levels and time of application of 150 kg ha⁻¹ of nitrogen on the growth of corn (*Zea mays* L.) variety NB-S, and chilote performance at a density of 125,000 Ptas.ha⁻¹. We used a split plot design in randomized complete block (BCA) with four replications, and the factors in the study were, Factor A: drip irrigation depths, with 3 levels: 4.5 l of water/m/day, 3.6 l of water / m / day and 2.5 l of water / m / day. And the Factor B: Fractionation of nitrogen dose 150 kg ha⁻¹, with 3 levels: b₁ (100% of the applied dose at 21 ddg) b₂ fractionated dose (50% of the applied dose at 21 ddg and 50% of the applied dose at 42 ddg) and b₃ full dose (100% of the applied dose at 42 ddg). Growth variables evaluated at 14, 35 and 48 days after germination were: plant height in cm, stem diameter (cm) and number of leaves per plant, for chilote performance variables and their main components were : height of the first and second insertion of Chiloe (cm), diameter of Chiloe with and without bract (cm), length of Chiloe with and without bract (cm), weight of 10 chilotes with and without bract (kg), and performance of Chiloe with bract (kg ha⁻¹). The ANDEVA conducted on the performance variables and their main components gave significant levels of Factor A, Factor B and A x B interaction at 60 days after germination. Of the nine treatments evaluated, a₁b₂ treatment led to higher yields of Chiloe with a production of 2,129.16 kg of chilote.ha⁻¹, total variable costs C \$ 4,568.00. HA⁻¹, a net profit of C\$ 13,316.94 ha⁻¹ and a marginal rate of return of 2927.49 percent.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas. Por eso; se le cultiva en casi todo el mundo. (Parsons, David B. 2001).

El maíz (*Zea mays* L.), es el cultivo alimenticio más representativo de Nicaragua, debido a que su grano es rico en carbohidratos y proteínas. La tortilla de maíz suministra el 59% de la ingesta de energía, y el 39% de la ingesta de proteínas, además es consumido en diferentes derivados (INTA, 1999).

La producción de maíz de Nicaragua es afectada por múltiples factores como son el uso de variedades criollas de bajo potencial de rendimiento, la irregularidad de las precipitaciones y los limitados recursos de los agricultores (López, N. P. 2004).

El agua es un factor decisivo para el desarrollo de la planta. Para determinar el manejo óptimo del agua de riego y maximizar el beneficio económico se requiere conocer la respuesta productiva de un cultivo a la aplicación del agua. Desde el punto de vista de la aplicación del agua del riego reviste especial importancia el momento de aplicación debido a la diferencia de sensibilidad que presenta el cultivo al estrés hídrico en cada una de sus distintas fases de desarrollo (Lozada, A; & Martínez, J. 1997).

El riego por goteo tiene una alta eficiencia debido a que solamente la zona radicular de la planta es suplida con agua; bajo un apropiado manejo solo una muy pequeña cantidad de agua se pierde por percolación profunda, consumo por plantas no beneficiosas o evaporación (Palomino, V., K. 2009); así mismo, para elevar los rendimientos de este cultivo se recomienda aplicar fertilizante nitrogenado; este elemento es muy importante como complemento de la fertilidad del suelo (García, L. 2001).

La fertilización nitrogenada mediante el uso de fertilizantes químicos, es uno de los insumos básicos que más influyen en el costo de producción de los cultivos, sin embargo, una agricultura sostenible exige el uso eficiente de estos insumos (Urquiarte, S. & Zapata, F. 2000).

El nitrógeno es uno de los elementos que más limita los rendimientos. Esto es debido, primero a que las reservas de nitrógeno en el suelo dependen fundamentalmente de la materia orgánica y segundo, a que el nitrógeno es un elemento muy dinámico por lo que requiere un manejo cuidadoso, sobre todo para aumentar la disponibilidad y que la planta haga uso eficiente del mismo. Una práctica recomendada para aumentar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados es la aplicación fraccionada del mismo (Lang, P. & Mallet, 1987).

Respecto a las láminas de riego, la fertilización nitrogenada y los momentos de aplicación del nitrógeno, la relación de estos tres componentes en el sistema tradicional de producción de chilote en el cultivo del maíz, son determinantes para elevar los rendimientos, ya que con una lámina de riego óptima, una dosis de fertilizante nitrogenado acorde a la demanda del cultivo y la aplicación del nitrógeno en el momento que la planta más lo necesita contribuirán a elevar los rendimientos del cultivo en la fase de chilote.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

- Contribuir a mejorar el rendimiento del chilote en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) con el estudio de dos componentes del sistema de producción en la época seca.

2.2. Objetivos específicos

- Estudiar el efecto de tres diferentes láminas de riego por goteo sobre el crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) y rendimiento del chilote.
- Evaluar el momento óptimo de la aplicación de 150 kg.ha^{-1} de nitrógeno, sobre el crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) y rendimiento del chilote.
- Determinar el tratamiento más rentable económicamente.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Descripción del lugar y experimento

3.1.1. Clima

El experimento se realizó en las áreas de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 ½ carretera norte, Managua. Las coordenadas geográficas corresponden 12° 8' 56.52" latitud norte y 86° 9' 36.02" longitud oeste y una altura de 56 m.s.n.m. La zonificación ecológica según Holdridge, R. (1982) es del tipo pre-montano de bosque tropical seco. El experimento se realizó en la época seca, del año 2012 (Marzo a Mayo) y las condiciones de precipitación y temperatura, ocurridas durante el período que se estableció el ensayo se presentan en la figura 1.

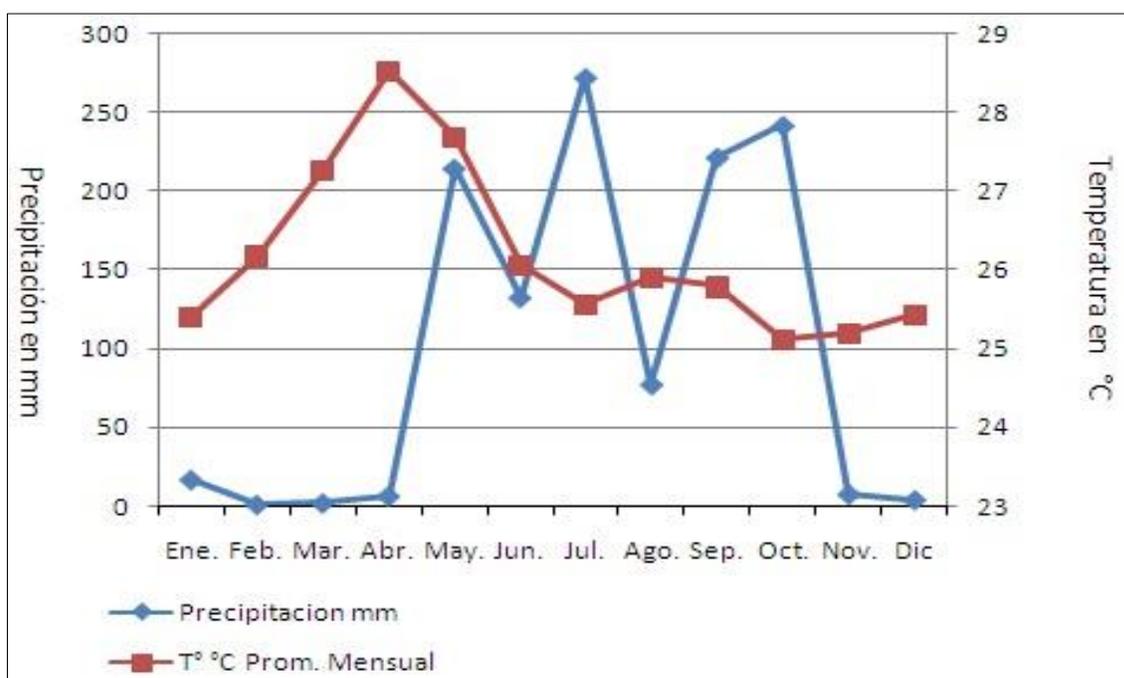


Figura 1. Comportamiento de la temperatura y precipitación durante el ensayo en la producción de chilote. Época seca de 2012. Fuente: (INETER, 2012).

3.1.2. Suelo

El suelo donde se estableció el ensayo pertenece a la serie La Calera, de color negro y pobremente drenados debido a que la permeabilidad es lenta, posee además una capacidad de retención disponible moderada y una zona radicular superficial a profunda, con pendientes del 2 % y una textura franco-are-arcillosa y se deriva de sedimentos lacustres y aluviales. Los resultados del Análisis químico de suelo se presentan en la Tabla 1.

García, L. (2001), plantea que el contenido de nitrógeno del suelo varía ampliamente según el contenido de materia orgánica (MO) oscilando en términos medios entre 0.02 y 0.4. Con relación a los contenidos de MO en los Suelos de Nicaragua pueden variar entre 1 y 9 % con un valor promedio de 4 %.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo. UNA, Managua.

Propiedades químicas	pH (H ₂ O)	M.O. (%)	N total (%)	P (ppm)	K (meq/100g)
Valor	6.8	4.40	0.22	29	2.23

pH: acidez del suelo, 6.8 a 7.2 neutros

M.O: material orgánica > 4 medio

N TOTAL (%): nitrógeno disponible en el suelo > 0.15 alto

P (ppm): fósforo disponible en el suelo > 20 alto

K (meq/100g): potasio disponible en el suelo > 0.3 alto

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, UNA.

Fuente: Quintana, J. O.; Blandón, J.; Flores, A.; Mayorga, E. (1983)

3.1.3. Descripción del diseño experimental

Se estableció un diseño bifactorial 3 x 3, utilizando un arreglo de parcelas divididas, en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los factores estudiados se muestran a continuación.

Tabla 2: Factores estudiados en el ensayo del chilote en maíz. Época seca del 2012.

Factor A: Lámina riego /goteo	Factor B: Momentos de aplicación del N (150 kg.ha ⁻¹)
a ₁ : 4.5 l/m/día	b ₁ : 100 % a los 21 ddg
a ₂ : 3.6 l/m/día	b ₂ : 50 % a los 21 ddg y 50 % a los 42 ddg
a ₃ : 2.5 l/m/día	b ₃ : 100 % a los 42 ddg

Nota: ddg significa días después de la germinación.

l/m/día: litros de agua/metro lineal/día.

3.1.4. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos se constituyeron combinando todos los niveles del Factor A (Láminas de riego por goteo) con cada uno de los niveles del Factor B (Momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno), tal como se muestran en el Tabla 3.

Tabla 3: Descripción de los tratamientos estudiados en el ensayo del chilote en maíz.

Época seca del 2012.

Trata.	Descripción de los tratamientos
a ₁ b ₁	4.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 100% de la dosis a los 21 ddg
a ₁ b ₂	4.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 50 % de la dosis a los 21 ddg y 50 % a los 42 ddg.
a ₁ b ₃	4.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 100% de la dosis a los 42 ddg
a ₂ b ₁	3.6 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 100% de la dosis a los 21 ddg
a ₂ b ₂	3.6 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 50 % de la dosis a los 21 ddg y 50 % a los 42 ddg.
a ₂ b ₃	3.6 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 100% de la dosis a los 42 ddg
a ₃ b ₁	2.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 100% de la dosis a los 21 ddg
a ₃ b ₂	2.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 50 % de la dosis a los 21 ddg y 50 % a los 42 ddg.
a ₃ b ₃	2.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha ⁻¹ de N aplicado el 100% de la dosis a los 42 ddg

Nota: La fuente de nitrógeno fue a base de Urea (46 % de N).

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

a) Área de la parcela útil	1.60 m	x	3 m	=	4.80 m ²
b) Área de la sub-parcela	2.44 m	x	4 m	=	9.76 m ²
c) Área de la parcela grande	7.32m	x	4 m	=	29.28 m ²
d) Área de una repetición	21.96 m	x	4 m	=	87.84 m ²
e) Área de 4 repeticiones	87.84 m ²	x	4 bloques	=	351.36 m ²
e) Área entre repeticiones	21.96 m ²	x	3	=	65.88 m ²
f) Area total	351.36 m ²	+	65.88 m ²	=	417.24 m ²

Cada sub-parcela constó de cuatro surcos de 4 metros de largo y se tomó como parcela útil el área de los dos surcos centrales, los cuales constituyeron el área de cálculo donde se tomaron todas las observaciones de las variables evaluadas en 10 plantas escogidas al azar.

3.2. Variables evaluadas.

Durante el crecimiento del cultivo se evaluaron las siguientes características a los 14, 35 y 48 días después de la germinación (ddg):

- a.1 Altura de planta (cm): Se tomaron la altura de la planta, desde el nivel de la superficie del suelo hasta la última base de la yema apical.
- a.2 Diámetro del tallo (cm): Se midieron en el entrenudo de parte media del tallo.
- a.3 Número de hojas por plantas: se contaron las hojas formadas completamente y hojas funcionales.

A la cosecha (60ddg) del chilote se midieron las siguientes variables:

- a.4 Altura de la primera y segunda inserción del chilote (cm).

- a.5 Peso del chilote con bráctea (kg): se tomaron con una balanza electrónica a 10 chilotes después de ser medido.
- a.6 Peso del chilote sin bráctea (kg): se tomaron con una balanza electrónica a 10 chilotes después de ser medidos.
- a.7 Longitud del chilote con bráctea (cm): Se midieron desde la base del chilote, hasta la punta del mismo.
- a.8 Longitud del chilote sin bráctea (cm): Se realizaron desde la base del chilote, hasta la punta del mismo.
- a.9 Diámetro del chilote con bráctea (cm): Se midieron en la parte media del chilote.
- a.10 Diámetro del chilote sin bráctea (cm): Se realizaron en la parte media del chilote.
- a.11 Rendimiento (Kg.ha^{-1}): se cosecharon todos los chilotes de la parcela útil.

3.3. Análisis estadísticos

La evaluación estadística de los datos obtenidos de las variables en estudios se realizó por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de confiabilidad.

3.4. Análisis económico

Los resultados obtenidos del rendimiento de chilote con bráctea en kg.ha^{-1} de las interacciones, se sometieron a un análisis económico para evaluar su rentabilidad y ver cuál será el tratamiento más rentable para el productor. La metodología que se empleó para la realización de estos análisis es la planteada por el Centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988).

3.5. Manejo agronómico

La preparación del suelo se llevó a cabo a través de un pase de arado de disco a 20 cm de profundidad y dos pases de grada y surcado del terreno a una distancia entre surco de 0.80 m. La siembra se realizó de forma manual a una densidad de 125,000 ptas.ha⁻¹. La variedad que se utilizó es la NB-S, presentando las siguientes características agronómicas: Variedad de polinización libre; altura de planta de 180 a 190 cm; altura de la mazorca de 90 – 110 cm; días a flor femenina: 48-50; mazorca de forma cónica; cobertura de la mazorca buena; grano de color blanco y potencial genético de rendimiento de 3,220.00 kg.ha⁻¹ (INTA, 1999). La fertilización se realizó utilizando la fórmula completa 12–30–10 al momento de la siembra a razón de 150 kg.ha⁻¹, y la fertilización nitrogenada se efectuó con Urea (46% de nitrógeno) de acuerdo a los tratamientos descritos en la Tabla 2. Las plagas del follaje y del chilote se controlaron de acuerdo al recuento de plagas que se hizo, aplicando Nin-20 a razón de 50cc/20 litros de agua. El control de malezas se ejecutó de forma manual, manteniéndose el ensayo libre de malezas hasta que el cultivo cerró calle y al mismo tiempo se realizó el aporque. La cosecha se realizó de forma manual en la etapa de chilote del cultivo a los 60 ddg. Las láminas de riego por goteo se determinaron de acuerdo a las normativas técnicas presentadas en el anexo 9.4.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno sobre las variables de crecimiento en el cultivo del maíz.

4.1.1. Altura de planta en cm.

La altura de planta es un parámetro importante, ya que es un indicador de la velocidad de crecimiento, está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos al chilote. Además, está fuertemente influenciada por condiciones ambientales (temperatura, humedad, luz solar, etc.) y manejo que se le dé al cultivo (Moran, E., J., & Perezardon, M., A. 2000).

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos para la variable altura de la planta. Se aprecia que a los 14, 35 y 48 días después de la germinación (ddg) existen diferencias significativas entre los niveles del Factor A (Láminas de riego por goteo) y para el Factor B (Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de N), se observa que solamente a los 35 y 48 ddg existe diferencias significativas, no así, a los 14 ddg que no existe diferencias significativas. La no significancia obtenida a los 14 ddg se debe a que a esa fecha no se había aplicado el fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de N. Si se analiza el comportamiento de la altura final (48 ddg) para el Factor A (Láminas de riego por goteo) se obtuvo que la mayor altura se logró cuando se aplicó el nivel a₁ (4.5 l de agua/m/día), con 135.20 cm y con diferencias significativas con el resto de los niveles; en segundo lugar quedaron los niveles a₂ (3.6 l de agua/m/día) y a₃ (2.5 l de agua/m/día), con 121.09 y 118.22 cm respectivamente. Para el Factor B (Fraccionamiento de 150 kg.ha⁻¹ de N) los resultados indican que hay efecto significativo del fraccionamiento del N a los 35 y 48 ddg. Se aprecia que existe un comportamiento de mayor altura de planta cuando se aplicó el nivel b₂ (50% de la dosis a los 21 ddg y 50% a los 42 ddg) difiriendo significativamente con los nivel b₁ (100% de la dosis a los 21 ddg) y b₃ (100% de la dosis a los 42 ddg).

Estos resultados obtenidos se deben a que los 4.5 l de agua/m/día (a_1) aplicados al suelo logro que el mismo tuviese la suficiente humedad para disolver el fertilizante nitrogenado, y que el mismo estuviese disponible en el suelo y en proceso de ser asimilado por la planta; y una vez que este elemento comenzó a ser absorbido por el cultivo, se activó el proceso de crecimiento de la planta, dando como resultado una mayor altura con 135.20 cm. Estos resultados son corroborados por Alvarado N., A.; & Carvajal, J. (2011), en un estudio similar a este pero en la época de postrera en donde la altura de planta resulto ser significativa a los 35 y 48 ddg bajo las mismas dosis de nitrógeno estudiadas.

Tabla 4: Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ sobre la variable altura de planta en cm.

Factor A: LRG	14 ddg	Factor A: LRG	35 ddg	Factor A: LRG	48 ddg
a_1	11.44 a	a_1	42.35 a	a_1	135.20 a
a_2	10.63 ab	a_2	42.24 a	a_2	121.09 b
a_3	10.32 b	a_3	33.65 b	a_3	118.22 b
ANDEVA	*	ANDEVA	*	ANDEVA	*
P-Valor	0.0678	P-Valor	0.0392	P-Valor	0.0150
Factor B: FDN	14ddg	Factor B: FDN	35ddg	Factor B: FDN	48ddg
b_1	10.99 a	b_2	45.60 a	b_2	137.64 a
b_2	10.70 a	b_1	40.49 a	b_1	122.72 b
b_3	10.70 a	b_3	32.15 b	b_3	114.14 b
ANDEVA	NS	ANDEVA	*	ANDEVA	**
C.V. (%)	9.41	C.V. (%)	22.21	C.V. (%)	9.51
P-Valor	0.7212	P-Valor	0.0050	P-Valor	0.0005
INTERACCION	NS	INTERACCION	*	INTERACCION	*
A * B	p=0.9739	A * B		A * B	

LRG= Láminas de riego por goteo

FDN= Fraccionamiento de la dosis de $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de nitrógeno

En la Tabla 5 se presentan los resultados del efecto de la interacción de los factores, se puede apreciar que el tratamiento a_1b_2 indujo a la mayor altura de planta a los 48 ddg y difiriendo significativamente del resto de las interacciones. Estas diferencias significativas encontradas en las interacciones se deben al efecto de las dosis de agua aplicada y al fraccionamiento de la dosis de nitrógeno, ya que el agua ayuda en la asimilación del N y este a su vez al ser asimilado contribuye con el crecimiento de la planta, obteniendo así las mayores alturas.

Estos datos coinciden con los obtenidos por Zamora, G; & Sevilla V. (2003), que al aplicar dosis de 150 kg.ha^{-1} N, a los 54 días después de la siembra obtuvieron una altura de planta promedio de 151.07 cm, que coincide con nuestra mayor altura la cual obtuvimos a los 48 días después de la germinación (ddg) que fue de 156.60 cm.

Tabla 5: Efecto de interacción láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable altura de planta en cm.

Tratamientos.	35 ddg	Tratamientos.	48 ddg
	Medias		Medias.
a_1b_2	58.90 a	a_1b_2	156.60 a
a_2b_2	46.05 ab	a_1b_1	137.81 b
a_2b_1	45.86 ab	a_2b_2	132.54 bc
a_3b_1	38.35 bc	a_3b_2	123.80 bcd
a_1b_1	37.26 bc	a_3b_3	117.74 cd
a_2b_3	34.81 bc	a_2b_1	117.22 cd
a_3b_2	31.85 bc	a_2b_3	113.51 cd
a_1b_3	30.90 c	a_3b_1	113.12 cd
a_3b_3	30.75 c	a_1b_3	111.19 d
ANDEVA	*	ANDEVA	*

4.1.2. Diámetro del tallo cm.

El diámetro del tallo es una característica de suma importancia en el cultivo del maíz, este se puede ver afectado por las diferentes densidades de siembra, contenidos de nutrientes entre ellos el nitrógeno y la competencia por la luz, lo que provoca una elongación de los tallos favoreciendo el acame de las plantas (Alvarado, F., R., & Centeno, A., C. 1994).

Los resultados indican (Tabla 6), que a los 35 y 48 días después de la germinación existen diferencias significativas entre los niveles del Factor A (Láminas de riego por goteo) y niveles del Factor B (Fraccionamiento de la dosis de $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N); no obstante, a los 14 ddg ambos factores resultaron ser no significativos. Esta no significancia obtenida a los 14 ddg se debe a que el crecimiento del maíz es lento en los primeros 15 días de su desarrollo, por lo que es una etapa muy temprana para mostrar el efecto de los diferentes niveles del Factor A (Láminas de riego) y mucho menos del Factor B, ya que este no se había aplicado todavía en esa fecha. Si se observa para el Factor A, a los 35 y 48 ddg se percibe que existe un mayor diámetro en el nivel a_2 (3.6 l de agua/m/día) en comparación con los niveles a_1 y a_3 . Este mayor diámetro se mantuvo desde los 14 ddg hasta los 48 ddg, con el nivel a_2 en donde a los 14 ddg alcanzó un diámetro de 0.70 cm, a los 35 ddg 1.66 cm, siendo este el mayor grosor alcanzado y a los 48 ddg 1.65 cm. Para el Factor B el mayor diámetro se obtuvo cuando se fraccionó la aplicación del nivel b_2 (1.73 cm), con diferencias significativas con los niveles b_1 y b_3 .

Tabla 6: Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ sobre la variable diámetro del tallo en cm.

Factor A: LRG	14ddg	Factor A: LRG	35ddg	Factor A: LRG	48ddg
a ₂	0.70 a	a ₂	1.66 a	a ₂	1.65 a
a ₁	0.68 a	a ₁	1.53 ab	a ₁	1.60 b
a ₃	0.66 a	a ₃	1.46 b	a ₃	1.36 b
ANDEVA	NS	ANDEVA	*	ANDEVA	*
P-Valor	0.4942	P-Valor	0.0259	P-Valor	0.0332
Factor B: FDN	14ddg	Factor B: FDN	35ddg	Factor B: FDN	48ddg
b ₂	0.71 a	b ₂	1.68 a	b ₂	1.73 a
b ₃	0.67 a	b ₁	1.50 b	b ₁	1.46 b
b ₁	0.66 a	b ₃	1.48 b	b ₃	1.42 b
ANDEVA	NS	ANDEVA	**	ANDEVA	**
C.V. (%)	8.75	C.V. (%)	10.65	C.V. (%)	9.74
P-Valor	0.1732	P-Valor	0.0063	P-Valor	0.001
INTERACCION A * B	NS P=0.8209	INTERACCION A * B	*	INTERACCION A * B	*

LRG= Láminas de riego por goteo

FDN= Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno

Al analizar el efecto de las interacciones, (Tabla 7); se observa que los tratamientos difieren estadísticamente a los 35 y 48 días después de la germinación (ddg), si se analiza el mayor diámetro (a los 48 ddg) se aprecia que la interacción a₁b₂, alcanzo el mayor diámetro con 1.89 cm, difiriendo estadísticamente con el resto de combinaciones. Se aprecia que en las interacciones a₂b₁, a₂b₃ y a₃b₂ se encontraron los diámetros intermedios con 1.62, 1.60 y 1.57 cm respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos y si con el resto de tratamientos.

Estos resultados indican que el mayor diámetro del tallo se alcanzó con el tratamiento a₁b₂, en donde se logró la suficiente humedad en el suelo para que se disolviera el fertilizante nitrogenado y fuera absorbido por las raíces de la planta conllevando con esto al desarrollo de los tejidos vasculares del maíz que indujeron a un mayor grosor del tallo del cultivo.

Estos resultados obtenidos concuerdan con los de Camacho, J., R. & Bonilla (1999), que aseguran que a medida que se aumentan las dosis de fertilizante se presenta un aumento en el diámetro del tallo, así mismo INTA (1999), plantea que el nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro de la planta.

Tabla 7: Efecto de interacción de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ sobre la variable diámetro del tallo en cm.

Tratamientos.	35 ddg	Tratamientos.	48 ddg
	Medias		Medias.
a ₁ b ₂	1.83 a	a ₁ b ₂	1.89 a
a ₂ b ₁	1.67 ab	a ₂ b ₂	1.73 ab
a ₂ b ₃	1.67 ab	a ₂ b ₁	1.62 b
a ₂ b ₂	1.65 ab	a ₂ b ₃	1.60 b
a ₃ b ₂	1.55 bc	a ₃ b ₂	1.57 b
a ₃ b ₃	1.47 bcd	a ₁ b ₁	1.53 bc
a ₁ b ₁	1.46 bcd	a ₁ b ₃	1.37 cd
a ₃ b ₁	1.37 cd	a ₃ b ₃	1.30 d
a ₁ b ₃	1.30 d	a ₃ b ₁	1.22 d
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V (%)	10.65	C.V (%)	9.74

4.1.3. Número de hojas por planta.

El número de hojas por plantas de maíz es variable, encontrándose plantas desde ocho hojas hasta alrededor de veintiuno. El número más frecuente es de doce a dieciocho hojas, con un promedio de catorce. Este número de hojas obviamente depende del número de nudo, ya que de cada nudo emerge una hoja (Robles, S., R., 1990).

Los resultados de este descriptor se muestran en la tabla 8. Según los datos obtenidos del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por Duncan, se puede apreciar que a los 35 y 48 días después de la germinación existen diferencias significativas entre las medias del Factor A (Láminas de riego por goteo) y medias del Factor B (Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha^{-1} de N), sin embargo, a los 14 días después de la germinación ambos factores resultaron ser no significativos debido a que el crecimiento del maíz es lento en los primeros 15 días de su desarrollo. Si se analiza el comportamiento numérico de las medias del Factor A (Dosis de riego), se aprecia que el mayor número de hojas por planta (48 ddg), se obtuvo cuando se aplicó el nivel a_1 (4.5 l de agua/m/día) con un número de hojas promedio de 11.86 y mostrando diferencias significativas con el resto de medias. Para el Factor B los resultados indican que hay efectos significativos a los 35 y 48 ddg, mostrando que existe un mayor número de hojas por planta cuando se aplicó el nivel b_2 (50% de la dosis a los 21 ddg y 50% a los 42 ddg), en comparación con los niveles b_1 y b_3 . El mayor número de hojas por planta se mantuvo desde los 14 hasta los 48 ddg, con el nivel b_2 en donde a los 14 ddg alcanza un número promedio de hojas de 6.25, a los 35 ddg 10 hojas y a los 48 ddg 12.36 hojas promedio por planta.

Tabla 8: Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ sobre la variable número de hojas por planta.

Factor A: LRG	14ddg	Factor A: LRG	35ddg	Factor A: LRG	48ddg
a ₂	6.28 a	a ₁	9.90 a	a ₁	11.86 a
a ₃	6.23 a	a ₂	9.69 ab	a ₂	11.13 ab
a ₁	6.11 a	a ₃	8.86 b	a ₃	10.55 b
ANDEVA	NS	ANDEVA	*	ANDEVA	*
P-Valor	0.5430	P-Valor	0.0514	P-Valor	0.0249
Factor B: FDN	14ddg	Factor B: FDN	35ddg	Factor B: FDN	48ddg
b ₁	6.25 a	b ₂	10 a	b ₂	12.36 a
b ₂	6.18 a	b ₁	9.38 b	b ₁	10.72 b
b ₃	6.18 a	b ₃	9.08 b	b ₃	10.46 b
ANDEVA	NS	ANDEVA	**	ANDEVA	**
C.V. (%)	5.05	C.V. (%)	6.58	C.V. (%)	5.61
P-Valor	0.8154	P-Valor	0.0061	P-Valor	0.0001
INTERACCION	NS	INTERACCION	*	INTERACCION	*
A * B		A * B		A * B	

LRG= Láminas de riego por goteo

FDN= Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno

Al analizar las interacciones (A * B), se observa que a los 48 ddg se obtuvo el mayor número de hojas con la combinación a₁b₂ con un número de hojas promedio de 13.95, con diferencias con los demás tratamientos. Mientras que el menor número de hojas se presentó con la interacción de a₃b₃, con un número de hojas promedio de 9.90.

Tabla 9: Efecto de interacción de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ sobre la variable número de hojas por planta.

Tratamientos.	35 ddg Medias	Tratamientos.	48 ddg Medias.
a ₁ b ₂	11.13 a	a ₁ b ₂	13.95 a
a ₂ b ₃	9.70 b	a ₂ b ₂	11.78 b
a ₂ b ₂	9.70 b	a ₃ b ₂	11.35 bc
a ₂ b ₁	9.68 b	a ₂ b ₁	10.93 bcd
a ₁ b ₃	9.38 b	a ₁ b ₁	10.83 bcd
a ₃ b ₁	9.25 b	a ₁ b ₃	10.80 bcd
a ₁ b ₁	9.20 b	a ₂ b ₃	10.68 cd
a ₃ b ₂	9.18 b	a ₃ b ₁	10.40 cd
a ₃ b ₃	8.15 c	a ₃ b ₃	9.90 d
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V (%)	6.58	C.V (%)	5.61
p-valor	0.0021	p-valor	0.0031

Estos resultados coinciden por lo planteado por Andrade, J. L., Pérez, A. L. & Castro, A. T. (1996), el cual afirma que el agua y el nitrógeno son elementos fundamentales para el buen desarrollo del follaje de la planta, existiendo una relación estrecha entre el área foliar y la tasa de absorción del nitrógeno; lo que significa que a mayor follaje, mayor es el aprovechamiento del nitrógeno y el agua.

4.2. Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno sobre el rendimiento del chilote y sus principales componentes.

4.2.1. Altura de la primera y segunda inserción del chilote en cm.

La altura de la primera y segunda inserción es un parámetro importante para determinar el comportamiento del número de chilote por plantas. Al respecto Maya, N., C., (1995), plantea que mientras menor sea la altura de inserción del chilote, esta tendrá más hojas que las provea de nutrientes y por ende un mayor rendimiento del cultivo. Así mismo Reyes, C., P., (1990), considera que las hojas superiores y las del medio son las principales contribuyentes de carbohidratos del chilote.

Baca, P., B., (1989), plantea que la altura de la primera y segunda inserción del chilote es una variable de importancia desde el punto de vista de la realización mecanizada de la cosecha del chilote, esta característica agronómica es importante no solo porque facilita la cosecha si no porque también contribuye en el rendimiento.

Los resultados indican (Tabla 10), que se aprecian diferencias significativas en las medias del Factor A (Láminas de riego por goteo) y Factor B (Fraccionamiento de las dosis de N). Al analizar el Factor A, se encontró que la mayor altura de inserción del chilote se obtuvo cuando se aplicó el nivel a₁ (4.5 l de agua/m/día) con una altura de 50.25 cm en la primera inserción y 59.05 cm con la segunda inserción del chilote y difiriendo significativamente con el resto de los niveles. Para el Factor B los resultados señalan que hay diferencias altamente significativas, pudiéndose apreciar que cuando se fraccionó el nivel b₂ (50% de la dosis a los 21 ddg y 50% a los 42 ddg) este indujo a obtener la mayor altura, tanto para la primera inserción con 49.88 cm, como con la segunda inserción del chilote de 59.05 cm y difiriendo significativamente con el resto de los niveles del Factor B.

Estos resultados indican que con la aplicación de los niveles a_1 y b_2 por separados se obtuvo una altura razonable para la cosecha mecanizada del chilote, ya que los órganos de corte de la cosechadora de maíz recorrerán una menor longitud, haciendo más eficiente la cosecha y menor daño al chilote.

Tabla 10: Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable altura de la primera y segunda inserción del chilote en cm.

Factor A: LRG	Altura 1era inserción del chilote	Altura 2da inserción del chilote
a_1	50.25 a	59.05 a
a_2	43.80 b	54.82 ab
a_3	38.70 c	47.93 b
ANDEVA	**	*
C.V (%)	11.57	13.58
P-Valor	0.0002	0.0405
Factor B: FDN	Altura 1era inserción del chilote	Altura 2da inserción del chilote
b_2	49.88 a	62.31 a
b_1	44.18 b	55.21 b
b_3	38.69 c	44.28 c
ANDEVA	**	**
C.V (%)	11.57	13.58
P-Valor	0.0002	0.0001
Interacción A x B	**	**

LRG= Láminas de riego por goteo

FDN= Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha^{-1} de nitrógeno

Al comparar los tratamientos (A * B) se aprecia que cuando se aplicó la combinación a_1b_2 se produjo la mayor altura de la primera inserción del chilote, incrementando este a 63.36 cm, con diferencias significativas con el resto de tratamientos.

Donde se obtuvo la menor altura fue en la interacción a_3b_3 con 33.38 cm. Estas diferencias significativas que se encontraron se debe a que esta variable esta en dependencia de la altura de la planta, así que donde la altura de la planta tuvo aumento debido a las dosis de N y agua que se aplicaron, al mismo tiempo la altura de la segunda inserción incremento significativamente.

Los resultados obtenidos reafirman los estudios realizados por Camacho, J., R. & Bonilla (1999), Flores, M., J. & Duran L., R. (1997) y Menocal, O., A. (1990), quienes afirman que la altura de inserción del chilote está determinada por el incremento de las densidades de siembra, quienes encontraron que un aumento de la población causa un incremento en la altura de inserción.

Tabla 11: Efecto de interacción de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ sobre la variable altura de la primera y segunda inserción del chilote en cm.

Tratamientos.	Altura 1ra inserción del chilote	Altura 2da. Inserción del chilote
a_1b_2	63.36 a	73.33 a
a_2b_2	46.36 b	64.26 ab
a_1b_1	45.22 b	58.72 bc
a_2b_1	44.50 b	56.30 bcd
a_3b_1	42.81 b	50.62 cde
a_1b_3	42.16 b	49.34 cde
a_2b_3	40.53 bc	45.11 de
a_3b_2	39.90 bc	43,91 e
a_3b_3	33.38 c	43.84 e
ANDEVA	*	*
C.V (%)	11.57	13.58
p-valor	0.0021	0.0011

4.2.2. Diámetro del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.

El diámetro del chilote está determinado por factores genéticos e influenciados por factores edáficos, nutricionales y ambientales, es un parámetro para medir el rendimiento y está relacionado directamente con la longitud del chilote. Esta forma parte de la etapa reproductiva de la planta, en la que se requiere actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes, si esto es adverso afectara el tamaño del chilote en formación y por consiguiente se obtendrá menor diámetro de chilote, que al final repercutirá en bajos rendimientos (Saldaña, F & Calero, M. 1991).

El análisis de varianza y separación de medias sobre esta variable (Tabla 12) presento diferencias significativas entre los niveles del Factor A (Láminas de riego por goteo) y los niveles del Factor B (Fraccionamiento del N). Si se analizan los resultados de los niveles del Factor A se percibe que el mayor diámetro del chilote con bráctea se obtuvo cuando se aplicó en nivel a_1 (4.5 l de agua/m/día) con un diámetro de 2.13 cm, con diferencias significativas con los niveles a_2 y a_3 con diámetros de 1.82 y 1.67 cm respectivamente, sin presentar diferencias estadísticas entre ellos. No obstante, al observar la variable diámetro del chilote sin bráctea el mayor diámetro se presentó en los niveles a_1 y a_2 , 1.36 y 1.27 cm respectivamente sin diferencias significativas entre ellos, pero si con el nivel a_3 . Para el Factor B (Fraccionamiento del N) los resultados muestran que cuando se fraccio la aplicación del nivel b_2 (50% de la dosis a los 21 ddg y 50% a los 42 ddg), se dio el mayor diámetro de chilote con bráctea y sin bráctea con 2.02 y 1.49 cm respectivamente y con diferencias significativas con los niveles b_1 y b_3 . Estos datos demuestran que el mayor diámetro del chilote con bráctea da como resultado una mayor longitud de chilote sin bráctea y esto se logró con la aplicación del efecto independiente de la aplicación nivel a_1 del Factor A y del nivel b_2 del Factor B.

Estos resultados concuerdan con Díaz, R., D. & Montenegro, R. W. (2005), en un estudio de evaluación de dosis y momentos de aplicación del humus de Lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz, en donde la variable longitud de la mazorca con bráctea y sin bráctea dio un efecto significativo ante los factores evaluados.

Tabla 12: Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ sobre la variable diámetro del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.

Factor A: LRG	Diámetro del chilote con brácteas	Diámetro del chilote sin brácteas
a ₁	2.13 a	1.36 a
a ₂	1.82 b	1.27 a
a ₃	1.67 b	1.06 b
ANDEVA	*	*
C.V. (%)	11.39	18.29
P-Valor	0.0245	0.0245
Factor B: FDN	Diámetro del chilote con brácteas	Diámetro del chilote sin brácteas
b ₂	2.02 a	1.49 a
b ₁	1.89 ab	1.11 b
b ₃	1.71 b	1.09 b
ANDEVA	**	**
C.V. (%)	11.39	14.29
P-Valor	0.0068	0.0005

LRG= Láminas de riego por goteo; FDN= Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno.

Si se analiza el efecto de las interacciones de los Factores en estudio (Tabla 13), observamos que existen diferencias significativas entre las combinaciones. Para el diámetro de chilote con bráctea el tratamiento a₁b₂ presentó el mayor grosor con 2.80 cm, y con diferencias significativas con las demás interacciones.

Se puede apreciar que el menor diámetro se encontró con las combinaciones a_3b_1 y a_2b_3 , con un diámetro de 1.51 y 1.45 cm respectivamente y sin diferencias significativas entre las mismas. Al observar el diámetro del chilote sin bráctea se aprecia que el tratamiento a_1b_2 alcanzo el mayor diámetro con 1.91 cm y difiriendo significativamente con el segundo lugar que fue la combinación a_2b_2 y este a su vez con el resto de los tratamientos.

Estos resultados indican que los mayores diámetros de chilote con y sin bráctea obtenidos con el tratamiento a_1b_2 pudiera deberse a que el cultivo hizo un mejor uso del agua y el fertilizante nitrogenado que se aplicó fraccionadamente, ya que tanto el agua como el nitrógeno son dos elementos esenciales y requerido para la planta en el transporte y acumulación de carbohidratos y la síntesis de proteína, y por consiguiente una falta de agua y nitrógeno en el suelo redundará significativamente en el diámetro del chilote con y sin bráctea.

Tabla 13: Efecto de interacción de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable diámetro del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.

Tratamientos	Diámetro del chilote con brácteas	Tratamientos	Diámetro del chilote sin brácteas
a_1b_2	2.80 a	a_1b_2	1.91 a
a_2b_1	2.36 b	a_2b_2	1.57 b
a_3b_3	1.90 c	a_1b_1	1.41 bc
a_1b_1	1.80 cd	a_1b_3	1.18 cd
a_1b_3	1.77 cd	a_3b_2	1.14 cd
a_2b_2	1.67 cd	a_2b_1	1.11 cd
a_3b_2	1,61 cd	a_3b_1	1.05 cde
a_3b_1	1.51 d	a_3b_3	0.98 de
a_2b_3	1.45 d	a_2b_3	0.72 e
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V (%)	11.39	C.V (%)	18.29

4.2.3. Longitud de chilote con bráctea y sin bráctea en cm.

Betanco, J. A. Dulcire, M. & Gutiérrez, E. (1988), afirma que la longitud del chilote está influenciada por las condiciones ambientales y disponibilidad de nutrientes en el suelo, como el nitrógeno, principalmente.

Al respecto Alvarado, N., A.; Calderón, V., & Carvajal, J. (2012), plantean que la longitud del chilote con bráctea es uno de los componentes de mayor importancia para la comercialización del mismo. La mayoría de los chilotes que se van consumir de manera directa, se comercializan con sus brácteas (hojas); esto ayuda a su conservación, ya que un chilote bien cubierto hace más lento el intercambio de gases, previniendo que se den de manera acelerada las reacciones de oxidación y deshidratación; así mismo, el chilote sin bráctea es el producto consumible y la longitud del mismo es de gran importancia para su comercialización.

En la tabla 14 se observa el comportamiento de estas variables, apreciándose que existen diferencias estadísticas en los Factores en estudio. Para la variable longitud del chilote con bráctea, se aprecia para el Factor A que la mayor longitud la obtuvo el nivel a_1 (4.5 l de agua/m/día) con 21.44 cm, con diferencias estadísticas al nivel a_2 (3.6 l de agua/m/día) que presentó una longitud de 19.07 cm y que este a su vez tuvo diferencias estadísticas con el nivel a_3 (2.5 l de agua/m/día) que obtuvo la menor longitud con 17.37 cm. Para el Factor B se observa que el nivel b_2 (50% de la dosis a los 21 ddg y 50% a los 43 ddg) tuvo la mayor longitud con 22.36 cm, presentando diferencias estadísticas con los niveles b_1 (100% de la dosis a los 21 ddg) y b_3 (100% de la dosis a los 42 ddg) con 18.21 y 17.31 cm respectivamente, no encontrando diferencias estadísticas entre ellos. Para la variable longitud de chilote sin bráctea (Tabla 14), se aprecian diferencias significativas entre los niveles del Factor A y los del Factor B. Si se analiza el comportamiento de los niveles del Factor A (Lámina de riego por goteo) se estima que la aplicación del nivel a_1 (4.5 l de agua/m/día) obtuvo la mayor longitud del chilote sin bráctea con 14.21 cm de longitud, y difiriendo significativamente con los otros niveles.

Para el Factor B, se valora que el nivel b_2 (50% de la dosis aplicada a los 21 ddg y 50% de la dosis aplicada a los 42 ddg) obtuvo la mayor longitud de chilote sin bráctea de 12.74 cm y con diferencias significativas con los niveles b_1 (100% de la dosis a los 21 ddg) y b_3 (100% de la dosis a los 42 ddg) con 10.69 y 10.22 cm respectivamente.

Estos datos demuestran que al analizar por separados el efecto de los niveles de los Factores estudiados, da como resultado que la mayor longitud del chilote con bráctea da un efecto de mayor longitud de chilote sin bráctea, por efecto del agua sobre el nitrógeno, y esto se logró con la aplicación el nivel a_1 (4.5 l de agua/m/día) con 21.44 cm y nivel b_2 (50% de la dosis aplicada a los 21 ddg y 50% de la dosis aplicada a los 42 ddg) quien obtuvo la mayor longitud con 22.36 cm.

Las diferencias encontradas entre los niveles de los Factores estudiados pudiera deberse al comportamiento a lo largo del desarrollo de la planta en la translocación de nutrientes desde el tallo hacia el chilote, donde la longitud está influenciada por las condiciones ambientales y disponibilidad del agua y nutrientes del suelo como el nitrógeno, principalmente, ya que medida que se aumentan los niveles de nitrógeno al igual que el agua, ocurre un incremento en la longitud de chilote.

Tabla 14: Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ sobre la variable longitud del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.

Factor A: LRG	Longitud de chilote con brácteas	Longitud de chilote sin brácteas
a ₁	21.44 a	14.21 a
a ₂	19.07 b	10.24 b
a ₃	17.37 c	9.21 b
ANDEVA	**	**
C.V. (%)	7.56	14.22
P-Valor	0.0001	0.0005
Factor B: FND	Longitud de chilote con brácteas	Longitud de chilote sin brácteas
b ₂	22.36 a	12.74 a
b ₁	18.21 b	10.69 b
b ₃	17.31 b	10.22 b
ANDEVA	**	**
C.V. (%)	7.56	14.22
P-Valor	0.0001	0.0026

LRG= Láminas de riego por goteo; FDN= Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno.

Al comparar el efecto combinado de los niveles de los Factores (A * B), se presta atención (Tabla 15) que existen diferencias significativas entre las interacciones de los niveles del Factor A y B para ambas variables, observándose en la longitud del chilote con bráctea que la mayor prolongación del chilote se obtuvo con la interacción a₁b₂ mostrando un largo de 25.28 cm y con diferencias significativas con el resto de los tratamientos, no así para las combinaciones a₃b₃ y a₃b₁ que indujeron a obtener la menor longitud con 16.50 y 15.60 cm respectivamente, sin diferencias estadísticas entre los mismos. Un comportamiento parecido se dio con la longitud del chilote sin bráctea, en donde la interacción a₁b₂ logró la mayor longitud del chilote.

Estos resultados de esta significativos se deben a los mismos efectos que se encontraron en la variable anterior, ya que este mismo también es influenciado de la misma manera por el fraccionamiento del N y la dosis de agua.

Tabla 15: Efecto de interacción de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ sobre la variable longitud del chilote con bráctea y sin bráctea en cm.

Tratamientos	Longitud de chilote con brácteas	Tratamientos	Longitud de chilote sin brácteas
a ₁ b ₂	25.28 a	a ₁ b ₂	18.67 a
a ₂ b ₂	21.79 b	a ₂ b ₂	12.23 b
a ₁ b ₁	21.33 b	a ₃ b ₂	11.75 bc
a ₃ b ₂	20.02 bc	a ₁ b ₁	10.69 bcd
a ₂ b ₃	17.72 cd	a ₂ b ₃	10.19 bcd
a ₂ b ₁	17.71 cd	a ₂ b ₁	9.83 bcd
a ₁ b ₃	17.70 cd	a ₁ b ₃	9.73 bcd
a ₃ b ₃	16.50 d	a ₃ b ₁	9.16 cd
a ₃ b ₁	15.60 d	a ₃ b ₃	8.74 d
ANDEVA	*	ANDEVA	**
C.V (%)	7.56	C.V (%)	14.22

4.2.4. Peso de 10 chilotes con bráctea y sin bráctea en kg.

El peso de 10 chilotes con bráctea es uno de los parámetros que utiliza el productor para su comercio, y es importante para la conservación del mismo durante los días de su comercialización, y permitiendo que el chilote sin bráctea no obtenga ningún daño durante su transporte (Peñas, Q. 2011).

En la tabla 16 se muestran los resultados obtenidos para las variables peso de 10 chilotes con y sin bráctea en kg. Se aprecia que existen diferencias significativas entre los niveles del Factor A (Láminas de riego por goteo) y niveles del Factor B (fraccionamiento del N). Si se analiza el comportamiento de los niveles del Factor A para el peso del chilote con bráctea se observa que el mayor peso se encontró cuando aplicamos el nivel a_1 (4.5 l de agua/m/día) con 0.49 kg, con diferencias estadísticas de los niveles. a_2 y a_3 . Para el Factor B se aprecia que el mayor peso lo presentó el nivel b_2 (50% de la dosis a los 21 ddg y 50% a los 42 ddg) con 0.56 kg, difiriendo significativamente con los niveles b_1 (100% de la dosis a los 21 ddg) y b_3 (100% de la dosis a los 42 ddg), con 0.38 y 0.34 kg respectivamente y sin presentar diferencias estadísticas entre ellos. El resultado para la variable peso de 10 chilotes sin bráctea en kg, se aprecia que existen diferencias significativas para los niveles del Factor A (Láminas de riego por goteo) y los niveles del Factor B (Fraccionamiento del N), en donde el mayor peso encontrado se obtuvo cuando se aplicó el nivel a_1 (4.5 l de agua/m/día) con un peso promedio de 0.27 kg y presentando diferencias significativas con los niveles a_2 (3.6 l de agua/m/día) y a_3 (2.5 l de agua/m/día) con pesos de 0.21 y 0.18 kg y sin presentar diferencias estadísticas entre ellos. Para el Factor B se observa que el mayor peso se presentó cuando se aplicó el nivel b_2 (50% de la dosis a los 21 ddg y 50% de la dosis a los 42 ddg) con un peso promedio de 0.30 kg, y difiriendo significativamente de los demás niveles.

Tabla 16: Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ sobre la variable peso de 10 chilotes con brácteas y sin brácteas en kg.

Factor A: LRG	Peso de chilote con brácteas	Peso de chilote sin brácteas
a ₁	0.49 a	0.27 a
a ₂	0.42 ab	0.21 b
a ₃	0.36 b	0.18 b
ANDEVA	*	**
C.V. (%)	10.96	13.06
P-Valor	0.0226	0.0024
Factor B: FND	Peso de chilote con brácteas	Peso de chilote sin brácteas
b ₂	0.56 a	0.30 a
b ₁	0.38 b	0.19 b
b ₃	0.34 b	0.17 b
ANDEVA	**	**
C.V. (%)	10.96	13.06
P-Valor	0.0001	0.0001

LRG= Láminas de riego por goteo; FDN= Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno.

Al comparar los resultados de las interacciones (A * B), para las variables en estudio, se percibe que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Para el peso de 10 chilotes con brácteas, se aprecia que el mayor peso se obtuvo cuando se aplicó el tratamiento a₁b₂ alcanzando un peso de 0.66 kg y con diferencias estadísticas con el resto de interacciones, mientras que la combinación a₃b₃ logro el menor peso con 0.30 kg.

Para el peso de 10 chilotes sin bráctea, se mantiene el mismo comportamiento, donde la combinación a₁b₂ alcanzó el mayor peso de 0.39 kg y con diferencias estadísticas con el resto de interacciones, y el menor peso se dio en la combinación a₃b₁ con 0.14 kg.

Tabla 17: Efecto de interacción de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable peso de 10 chilotes con bráctea y sin bráctea en kg.

Tratamientos	Peso de chilote con brácteas	Tratamientos	Peso de chilote sin brácteas
a ₁ b ₂	0.66 a	a ₁ b ₂	0.39 a
a ₂ b ₂	0.52 b	a ₂ b ₂	0.26 b
a ₃ b ₂	0.49 b	a ₃ b ₂	0.25 b
a ₁ b ₁	0.46 b	a ₁ b ₁	0.24 b
a ₂ b ₃	0.38 c	a ₂ b ₁	0.19 c
a ₂ b ₁	0.36 cd	a ₁ b ₃	0.18 cd
a ₁ b ₃	0.36 cd	a ₂ b ₃	0.17 cd
a ₃ b ₁	0.30 cd	a ₃ b ₃	0.16 cd
a ₃ b ₃	0.30 d	a ₃ b ₁	0.14 d
ANDEVA	*	ANDEVA	**
C.V (%)	10.96	C.V (%)	13.06

4.2.5. Rendimiento del chilote en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

El rendimiento de chilote es el principal objetivo a alcanzar, y es la principal variable de cualquier cultivo, la cual determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad. Por lo tanto, el rendimiento de chilote es el resultado de un sin número de factores biológicos, ambientales y de manejo que se le dé al cultivo, los cuales al relacionarse positivamente entre sí, dan como resultado una mayor producción de chilote por hectárea (Alvarado, N. A. 2000).

En la tabla 18 se presentan los resultados obtenidos para la variable rendimiento del chilote en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Se observa que existen diferencias significativas en el Factor A (Láminas de agua) y Factor B (Fraccionamiento del N). Si se analiza los niveles del Factor A se aprecian tres categorías estadísticamente bien diferenciadas: En primer lugar el nivel a_1 (4.5 l de agua/m/día) con un rendimiento de $2,137.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; en segundo lugar el nivel a_2 (3.6 l de agua/m/día) con un rendimiento de $1,187.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y en tercer lugar el nivel a_3 con el menor rendimiento de $633.33 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de chilote. Para el Factor B el mayor rendimiento se alcanzó con el nivel b_2 (50% de la dosis aplicada a los 21 ddg y 50% de la dosis aplicada a los 42 ddg) con un rendimiento de chilote de $2,191.66 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, en segundo lugar el nivel b_1 (100% de la dosis aplicada a los 21 ddg) con un rendimiento de $1,020.83 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de chilote y el menor rendimiento se obtuvo con el nivel b_3 (100% de la dosis aplicada a los 42 ddg) con $656.66 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de chilote.

Al observar y comparar el efecto de las combinaciones (A * B) se aprecia que el mayor rendimiento del chilote se obtuvo con el tratamiento a_1b_2 que logró alcanzar una producción de chilote de $2,129.16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos, y el menor rendimiento de chilote se dio en las interacciones a_3b_2 , a_3b_1 y a_3b_3 con 650.50 , 645.55 y $641.66 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente.

Estas diferencias encontradas del rendimiento de chilote entre los Factores en estudio y sus interacciones se deben principalmente al efecto que ejerció la lámina de agua del nivel a_1 sobre la disolución del nitrógeno aplicado fraccionadamente (nivel b_2), el cual estuvo disponible en la solución del suelo para ser absorbido por las raíces del cultivo, conllevando con esto a intervenir directamente en el desarrollo de la planta y lograr un buen crecimiento y desarrollo del chilote.

Salmerón, F & García, L (1994). Plantean que el maíz responde al incremento del N sobre todo cuando este se aplica fraccionadamente, ya que interviene directamente en la síntesis de proteína, componente indispensable en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del chilote.

Tabla 18: Efecto de diferentes láminas de riego por goteo y momentos de aplicación de la dosis de 150 kg.ha^{-1} sobre la variable rendimiento del chilote en kg.ha^{-1} .

Factor A: LRG	Medias	Interacción A x B	
		Tratamientos	Medias
a_1	2,137.5 a	a_1b_2	2,129.16 a
a_2	1,187.5 b	a_1b_1	1,408.33 b
a_3	633.33 c	a_1b_3	1,354.16 bc
ANDEVA	**	a_2b_2	1,229.16 bc
C.V. (%)	18.87	a_2b_1	1,229.16 bc
P-Valor	0.0042	a_2b_3	1,145.83 bc
Factor B: FDN	Medias	a_3b_2	650.50 d
b_2	2,191.66 a	a_3b_1	645.55 d
b_1	1,020.83 b	a_3b_3	641.66 d
b_3	656.66 c	ANDEVA	*
ANDEVA	**	C.V (%)	18.87
C.V. (%)	18.87	P-Valor	0.0016
P-Valor	0.0006		

LRG= Láminas de riego por goteo;

FDN= Fraccionamiento de la dosis de 150 kg.ha^{-1} de nitrógeno.

V. ANÁLISIS ECONÓMICO A LOS DATOS DE LA INTERACCIÓN A x B.

Con el propósito de determinar los costos beneficios netos de cada uno de los tratamientos en estudio, se realizó el análisis económico siguiendo la metodología propuesta por el CIMMYT (1998), basada en el presupuesto parcial, el análisis de dominancia y el análisis marginal. Los precios utilizados para el análisis económico fueron los vigentes durante el desarrollo del estudio (12 córdobas el kg de chilote)

5.1. Presupuesto Parcial

En la Tabla 19, se presenta el presupuesto parcial de los nueve tratamientos obtenidos de las interacciones A x B en estudio. Se observa que en la línea 1 del presupuesto, se muestran los rendimientos medios obtenidos de cada tratamiento. Estos rendimientos se ajustaron a un 30 %, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento. El rendimiento ajustado se aprecia la línea 3. En la línea 8 se muestra el total de los costos variables para cada tratamiento. El mayor costo variable lo presenta el tratamiento a_1b_2 (4,568.00 córdobas. ha^{-1}), pero a su vez presenta el mayor beneficio neto de 13,316.94 córdobas. ha^{-1} .

Tabla 19. Presupuesto parcial de los nueve tratamientos obtenidos en el cultivo del chilote. Época seca del 2012.

Tratamientos	a ₁ b ₂	a ₁ b ₁	a ₁ b ₃	a ₂ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₃	a ₃ b ₂	a ₃ b ₁	a ₃ b ₃
Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	2,129.16	1,408.33	1,354.16	1,229.16	1,229.16	1,145.83	650.50	645.55	641.66
30% ajustado	638.75	422.50	406.25	368.75	368.75	343.75	195.15	193.67	192.50
Rendimiento ajustado	1,490.41	985.83	947.91	860.41	860.41	802.08	455.35	451.89	449.16
Beneficio bruto (C\$.ha ⁻¹)	17,884.94	11,829.97	11,374.94	10,324.94	10,324.94	9,624.97	5,464.20	5,422.62	5,389.94
Costo de mano de obra en C\$.ha ⁻¹	200.00	100.00	100.00	200.00	100.00	100.00	200.00	100.00	100.00
Costo de limpieza (maleza) en C\$.ha ⁻¹	300.00	200.00	200.00	300.00	200.00	200.00	300.00	200.00	200.00
Costo del riego (C\$.ha ⁻¹)	3,568.00	3,568.00	3,568.00	3,368.00	3,368.00	3,368.00	2,869.23	2,869.23	2,869.23
Costo de operaciones del riego (C\$.ha ⁻¹)	500.00	500.00	500.00	400.00	400.00	400.00	300.00	300.00	300.00
Total de costo variables	4,568.00	4,368.00	4,368.00	4,268.00	4,068.00	4,068.00	3,669.23	3,469.23	3,469.23
Beneficio neto (C\$.ha ⁻¹)	13,316.94	7,461.97	7,006.94	6,056.94	6,256.94	5,556.97	1,794.97	1,953.39	1,920.71

5.2. Análisis de Dominancia

Con el fin de eliminar aquellos tratamientos que tengan beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (tratamiento dominado), se realizó el análisis de dominancia a las interacciones en estudio. En la Tabla 20, se muestra que las combinaciones a_2b_1 , a_1b_1 y a_1b_2 , resultaron no dominados (ND).

Tabla 20. Análisis de dominancia realizado a los 6 tratamientos aplicados al cultivo del chilote. Época seca del 2012.

Tratamientos	CV	BN	D
a_3b_1	3,469.23	1,953.390	D
a_3b_3	3,469.23	1,920.714	D
a_3b_2	3,669.23	1,794.970	D
a_2b_1	4,068.00	6,256.944	ND
a_2b_3	4,068.00	5,556.972	D
a_2b_2	4,268.00	6,056.944	D
a_1b_1	4,368.00	7,461.972	ND
a_1b_3	4,368.00	7,006.944	D
a_1b_2	4,568.00	13,316.944	ND

CV: Costo Variable

BN: Beneficio Neto

ND: No Dominado

D: Dominado

5.3. Análisis Marginal

En el análisis marginal, se calcula la tasa de retorno marginal entre los tratamientos no dominados. Para efecto de análisis, se comparó la tasa de retorno obtenida por los tratamientos no dominados, con la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor. Para este estudio, las tasa de retorno mínima aceptable fue del 150 por ciento (CIMMYT, 1988).

En la Tabla 21 se presentan los resultados del análisis marginal de los tratamientos que muestran el beneficio que se obtiene cuando se pasa de un tratamiento a otro. La mayor tasa de retorno marginal se obtuvo al pasar de las combinaciones a_1b_1 al a_1b_2 , con un valor de 2,927.49 %. Esto significa que por cada córdoba invertido en la aplicación del tratamiento a_1b_2 se obtiene 29.27córdobas de ganancia, además del córdoba invertido.

Tabla21. Análisis marginal realizado a los 6 tratamientos aplicados al cultivo del chilote. Época seca del 2012.

Tratamiento	CV	CVM	BN	BNM	TRM %
a_2b_1	4,068.00		6,256.944		
a_1b_1	4,368.00	300.00	7,461.972	1,205.028	401.68
a_1b_2	4,568.00	200.00	13,316.944	5,854.972	2,927.49

CV = Costos variables
CVM = Costos variables marginales
BN = Beneficio neto
BNM = Beneficio neto marginal
TRM (%) = Tasa de retorno marginal

VI. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de esta investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

1. Las variables altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas/planta presentaron diferencias significativas. Tanto para los niveles del Factor A, Factor B y la interacción A x B a los 35 y 48 días después de la germinación.
2. Todas las variables de los componentes del rendimiento presentaron diferencias significativas para los niveles del Factor A, Factor B y la interacción A x B a los 35 y 48 días después de la germinación
3. De los nueve tratamientos evaluados, la interacción a_1b_2 (4.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha⁻¹ de N aplicado (Urea) el 50 % de la dosis a los 21 ddg y 50 % a los 42 ddg.) indujo al mayor rendimiento de chilote con una producción de 2,129.16 kg. ha⁻¹ con un total de costos variables de 4,568.00 C\$. ha⁻¹ y un beneficio neto de 13,316.94 córdobas por hectáreas.
4. El análisis de dominancia mostró que las combinaciones a_2b_1 , a_1b_1 y a_1b_2 fueron no dominados y obtuvieron un beneficio neto de 6,256.94; 7,461.97 y 13,316.94 C\$. ha⁻¹ respectivamente.
5. El análisis marginal realizado a los tratamientos no dominados mostro que cuando se pasa del tratamiento a_1b_1 (4.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha⁻¹ de N aplicado (Urea) el 100% de la dosis a los 21 ddg.) al Tratamiento a_1b_2 (4.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha⁻¹ de N aplicado (Urea) el 50 % de la dosis a los 21 ddg y 50 % a los 42 ddg.) se obtiene una tasa de retorno marginal del 2,927.49 %.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se presenta las siguientes recomendaciones:

1. Proponemos utilizar el tratamiento definido a_1b_2 (4.5 l de agua/m/día; 150 kg.ha⁻¹ de N aplicado (Urea) el 50 % de la dosis a los 21 ddg y 50 % a los 42 ddg), ya que con esta combinación se obtuvo el mayor rendimiento de grano y la mayor tasa de retorno marginal en el análisis económico, siempre y cuando las condiciones edafo-climáticas sean las mismas.
2. Es recomendable repetir este ensayo en diferentes localidades del país y con diferentes condiciones edafo-climáticas para validar los resultados obtenidos en esta investigación.

VIII LITERATURA CITADA

Alvarado, N., A.; Calderón, V., & Carvajal, J. 2012. Evaluación de tres láminas de riego, dos dosis de nitrógeno y tres momentos de aplicación sobre el crecimiento y rendimiento del chilote en el cultivo del maíz. (*Zea mays* L.). Investigación realizada por: Ing. MSc. Néstor Allan Alvarado D.; Ing. Víctor Calderón e Ing. Yasmina Carvajal, docentes Investigadores de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 45 pp.

Alvarado, N., A.; & Carvajal, J. 2011. Evaluación de dos densidades de siembra, tres dosis de nitrógeno y tres momentos de aplicación sobre el crecimiento y rendimiento del chilote en el cultivo del maíz. (*Zea mays*. L). Investigación realizada por el Ing. MSc. Néstor Allan Alvarado D., e Ing. Yasmina Carvajal, docentes Investigadores de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 45 pp.

Alvarado, N. A. 2000. La fertilización orgánica del maíz (*Zea mays* L) y mejoramiento de tres componentes de su sistema tradicional de producción. Investigación realizada por el Ing. MSc. Néstor Allan Alvarado D. Investigador Docente de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 25 pp.

Alvarado, F., R., & Centeno, A., C. 1994. Efecto de sistemas de labranza, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimientos de los cultivos de maíz (*Zea mays* L) y sorgo (*Sorghum bicolor* L.) Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 100 p.

Andrade, J. L., Pérez, A. L. & Castro, A. T. 1996. Fisiología del cultivo del maíz. Editorial Limusa. México, D.F. 180 p.

Baca, P., B., 1989. Influencia de cuatro niveles y cuatro formas de fraccionamiento de nitrógeno, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz. (*Zea mays* L) var. NB-6. Managua, Nicaragua.

- Betanco, J. A.; Dulcire, M. & Gutiérrez, E. 1988. Informe final de las áreas de SGGT. 1978-1988 región IV Ministerio Agropecuario y Reforma Agraria. Managua, Nicaragua. 65p.
- CIMMYT, 1988. (Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo), la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica México DF.p.8-38
- Camacho, J., R. & Bonilla, 1999. Efecto de tres niveles de nitrógeno, y tres densidades poblacionales sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) Var. NB-6 Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. (UNA) Managua, Nicaragua.
- Díaz, R., D. & Montenegro, R. W. 2005. Evaluación de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-S. Trabajo de Diploma. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA. Managua, Nicaragua. 42 pp.
- Flores, M., J. & Duran, L., R. 1997. Efecto de niveles de nitrógeno y tres densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA) Managua, Nicaragua. 50 p.
- García, L. 2001. Fertilidad y fertilización del suelo, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 141 p.
- Holdridge, R. 1982. Ecología Basada en zonas de vida (Traducción al inglés por Jiménez S. H.) Primera Edición. San José de Costa Rica. Editorial IICA.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, 1999. Informe técnico anual 1999-2000. Programa granos básicos CNIA-INTA.

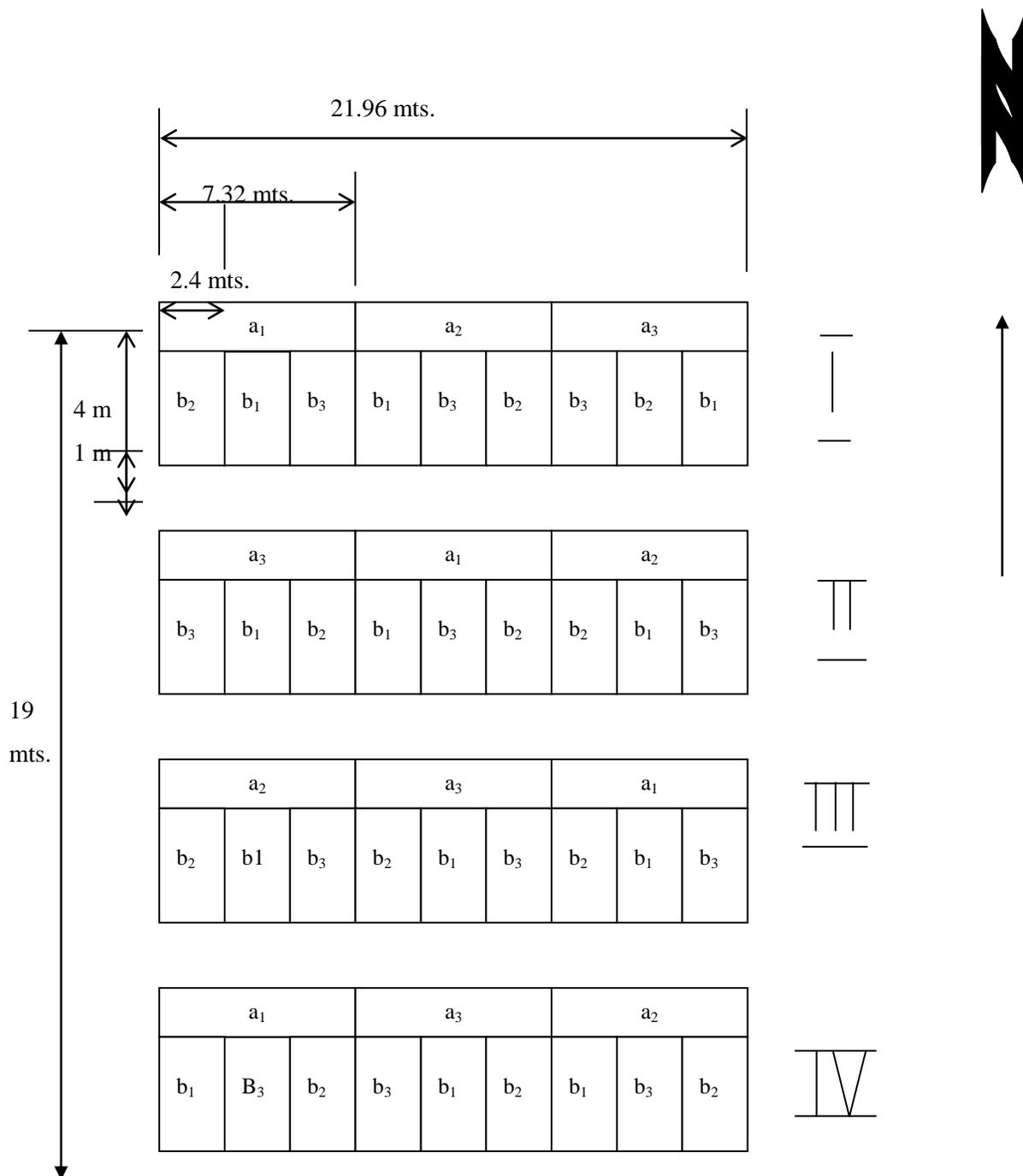
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (INETER) 2012. Dirección de meteorología. Resume de temperatura, humedad relativa, viento evaporación y precipitación diaria. Managua.
- Lang, P. & Mallet 1987. The Effect of tillage System and rate and time of nitrogen application on Sorghum performance on a Sandy Avalon. *Plant Soil*. P 127-130.
- López, N. P. 2004. Evaluación de variedades e híbridos de Maíz (*Zea mays* L) en diferentes ambientes de la zona del pacifico Norte. Congreso nacional de innovación tecnológica agropecuaria y forestal FUNICA, Universidad Nacional Agraria.
- Lozada, A; & Martínez, J. 1997. Comparación entre funciones estimativas de la distribución del agua por goteo. Asociación Española de Riego y Drenaje. 51 p.
- Maya, N., C., 1995. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L). Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua. 80 p.
- Menocal, O., A. 1990. Evaluación de tres densidades poblacionales de maíz (*Zea mays* L). Var. NB-6, en dos ciclos de siembras en seis localidades de la IV región, Nicaragua, 48 p.
- Moran, E., J., & Perezardon, M., A. 2000. Efecto de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays* L) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) sobre el crecimiento desarrollo y rendimiento de los cultivos. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua. 45 p.
- Parsons, David B. 2001. Manual para educación 2da ed. México; Trillas, 56 p.
- Palomino, V., K. 2009. Riego por goteo; características del riego por goteo. Storbook Editorial, España. 151p.

- Peñas, Q. 2011. Evaluación de la producción de chilote en el cultivo del maíz (*Zea mays*, L) Variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua, 2009. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 70p.
- Quintana, J. O.; Blandón, J.; Flores, A.; Mayorga, E. 1983. Manual de Fertilidad para lo suelos de Nicaragua. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva York. Residencial Las Mercedes N° 19-A. Managua, Nicaragua. 60p.
- Reyes, C., P., 1990. El maíz y su cultivo. AGT Editor. México, D: F: Tercera Edición. 460 p.
- Robles, S., R., 1990. Producción de granos y forrajes. Editorial limusa. México. 600p
- Salmerón, F & García L 1994. Fertilidad y fertilización de suelo Universidad Nacional Agraria .Managua Nicaragua.141p.
- Saldaña, F. & Calero, M. 1991. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.). Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 63 p.
- Urquiarte, S. & Zapata, F. 2000. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada en cultivos anuales en América Latina y el Caribe. Porto alegre. Génesis Rio de Janeiro. Brasil. Pág. 9, 12, 21.

Zamora, G; & Sevilla, V. (2003). Evaluación de los efecto de fertilización mineral y orgánica (gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-S en la estación experimental “la compañía”, época de primera 2002. Trabajo de diploma. Managua- Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Managua. 70p.

IX ANEXOS

5.1.Plano de campo.



9.2. Foto aérea de la ubicación del ensayo. UNA, Managua –Nicaragua



9.3.Foto del sistema de riego por goteo, bajo los cuales fueron sometidos los tratamientos



9.4. Cálculo de láminas de riego por goteo.

Calculo de la Et de referencia				Ecuacion de Blaney Cridle																	
Temperatura	Et = 0.17 *T.c +0.8																				
	marzo	abril	mayo							numeros	19	N.a.c	NAC	NAC	parcela 1	parcela 2	parcela 3	parc 1	parc 2	parc3	total
et, mm/dia	5.61	5.87	5.48	longitud	35	l/m/dia	l/dia/surco	l/dia/parcela	descarga	80%	60%	minutos	minutos	minutos	horas						
semanas	Kc	Et. De referencia	Etm. Mm	Eficiencia	coefi.area							t. bombeo 1	t.bombe 2	t. bomb 3							
1	0.6	5.61	3	0.8	0.75	3.2	110.4	2098.5	1.4	1.5	1.1	112	112	101	5.4						
2	0.63	5.61	4	0.8	0.75	3.3	116.0	2203.4	1.5	1.5	1.1	"	"	"							
3	0.69	5.61	4	0.8	0.75	3.6	127.0	2413.3	1.7	1.7	1.3	"	"	"							
4	0.7	5.61	4	0.8	0.75	3.7	128.9	2448.2	1.7	1.7	1.3	"	"	"							
5	0.75	5.87	4	0.8	0.75	4.1	144.5	2744.7	1.9	1.9	1.4	146	146	132	7.1						
6	0.8	5.87	5	0.8	0.75	4.4	154.1	2927.7	2.0	2.0	1.5	"	"	"							
7	0.85	5.87	5	0.8	0.75	4.7	163.7	3110.6	2.1	2.2	1.6	"	"	"							
8	0.86	5.87	5	0.8	0.75	4.7	165.6	3147.2	2.2	2.2	1.6	"	"	"							
9	0.87	5.48	5	0.8	0.75	4.5	156.4	2972.3	2.0	2.1	1.6	159	159	143	7.7						
10	0.88	5.48	5	0.8	0.75	4.5	158.2	3006.5	2.1	2.1	1.6	"	"	"							
11	1	5.48	5	0.8	0.75	5.1	179.8	3416.4	2.4	2.4	1.8	"	"	"							
12	0.8	5.48	4	0.8	0.75	4.1	143.9	2733.2	1.9	1.9	1.4	"	"	"							
								q fuente en l/s	0.31	0.25	0.21	"	"	"							
						4.5	157.9	3000.0	2	area1											
						3.6	127.3	2418.0	2	area2											
						2.5	87.5	1750.0	2	area3											