

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**



**“CONTROL DE MALEZAS E INTERACCIÓN CON DOSIS DE  
NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea  
mays* L.)”**

**Presentada por:**

**JORGE LUIS TEJADA SORALUZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**Lima – Perú**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**“CONTROL DE MALEZAS E INTERACCIÓN CON DOSIS DE NITRÓGENO EN  
EL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.)”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**Presentada por:**

**JORGE LUIS TEJADA SORALUZ**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

**Dr. Percy Zorogastúa Cruz**

**PRESIDENTE**

**Ph.D. Salomón Helfgott Lerner**

**PATROCINADOR**

**Mg.Sc. Gilberto Rodríguez Soto**

**MIEMBRO**

**M.Sc. Andrés Casas Díaz**

**MIEMBRO**

*A mi madre Maru, quien es el mejor ejemplo para sus nietos e hijos.*

*A la memoria de mi padre Teo, mi primer y mejor maestro.*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por permitirme culminar este trabajo y cuidar siempre a mi familia.

A mis amados padres Teodosio y Marujita, gracias por todo el sacrificio y amor que me permitió seguir este camino.

A mi hermana Patricia, por apoyarme y alentarme cuando lo requería.

A mi esposa Roxana, por su amor, paciencia y apoyo en todos los proyectos que emprendo.

Al Dr. Salomón Helfgott, por su orientación, acertados comentarios y enseñanzas, no solo durante la realización de este trabajo, sino permanentemente.

Al Dr. Percy Zorogastúa, Ing. Gilberto Rodríguez e Ing. Andrés Casas, por sus importantes aportes para mejorar esta investigación.

Al personal del Campo Agrícola Experimental de la UNALM, en especial al Ing. Jorge Tobaru por las facilidades para realizar los ensayos.

A mis queridos amigos: Carlos Carrillo, Jean Franco Palomino, Josheli Zavala, Edgardo Vilcara, José Bravo y Rocío Dávila por su inmenso apoyo en campo y moral.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Definición de maleza .....	3
2.2. Impactos de las malezas .....	4
2.3. Métodos de control de malezas .....	5
2.4. Importancia del cultivo de maíz amarillo duro .....	8
2.5. Problemas que ocasionan las malezas en maíz .....	9
2.6. Fertilización y control de malezas .....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1. Formulación de la hipótesis .....	14
3.2. Localidad de evaluación .....	14
3.3. Materiales y equipos .....	16
3.4. Tratamientos .....	17
3.5. Área experimental .....	19
3.6. Conducción del ensayo .....	21
3.7. Características evaluadas .....	24
3.8. Procesamiento de datos .....	26
3.9. Diseño experimental .....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1. Ensayo 1: Interacción entre dosis de nitrógeno y control de malezas .....	30
4.1.1. Evaluaciones en malezas .....	30
4.1.1.1. Peso fresco .....	30
4.1.1.2. Peso seco .....	33
4.1.1.3. Cobertura total .....	35
4.1.1.4. Cobertura de <i>Nicandra physalodes</i> .....	38
4.1.1.5. Cobertura de <i>Setaria verticillata</i> .....	41
4.1.2. Evaluaciones en el cultivo .....	45
4.1.2.1. Altura de planta .....	45

4.1.2.2. Número de plantas .....	47
4.1.2.3. Índice de mazorca.....	49
4.1.2.4. Rendimiento de grano.....	52
4.1.3. Análisis económico .....	55
4.2. Ensayo 2: Comparación de métodos de control de malezas.....	60
4.2.1. Evaluaciones en malezas .....	60
4.2.1.1. Peso fresco.....	60
4.2.1.2. Peso seco .....	62
4.2.1.3. Cobertura .....	63
4.2.1.4. Cobertura de <i>Nicandra physalodes</i> .....	65
4.2.1.5. Cobertura de <i>Setaria verticillata</i> .....	67
4.2.2. Evaluaciones en el cultivo .....	70
4.2.2.1. Altura de planta .....	70
4.2.2.2. Número de plantas .....	72
4.2.2.3. Índice de mazorca.....	73
4.2.2.4. Rendimiento de grano.....	75
4.2.3. Análisis económico .....	78
V. CONCLUSIONES .....	80
VI. RECOMENDACIONES .....	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
VIII. ANEXOS .....	93

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Análisis de caracterización del suelo del campo “Pancal” .....	15
2	Reporte del tiempo en La Molina de octubre 2014 a marzo 2015 .....	16
3	Relación de tratamientos del ensayo N°1 .....	18
4	Relación de tratamientos del ensayo N°2 .....	19
5	Características del campo experimental del ensayo N°1 .....	19
6	Características de la parcela experimental del ensayo N°1 .....	20
7	Características del campo experimental del ensayo N°2 .....	20
8	Características de la parcela experimental del ensayo N°2 .....	21
9	Análisis de variancia para peso fresco de malezas .....	30
10	Peso fresco promedio de malezas con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de maleza .....	31
11	Peso fresco promedio de malezas con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno .....	32
12	Análisis de variancia para peso seco de malezas .....	33
13	Peso seco promedio de malezas con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de maleza .....	34
14	Peso seco promedio de malezas con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno .....	35
15	Análisis de variancia para cobertura de malezas .....	36
16	Cobertura promedio de malezas con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas .....	37
17	Cobertura promedio de malezas con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno .....	38
18	Análisis de variancia para cobertura de <i>Nicandra physalodes</i> . .....	39
19	Cobertura promedio de <i>Nicandra physalodes</i> con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas .....	40
20	Cobertura promedio de <i>Nicandra physalodes</i> con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno .....	41

21	Análisis de variancia de cobertura de <i>Setaria verticillata</i> .....	42
22	Cobertura promedio de <i>Setaria verticillata</i> con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas .....	43
23	Cobertura promedio de <i>Setaria verticillata</i> con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno .....	44
24	Análisis de variancia para la altura de plantas de maíz .....	45
25	Altura promedio de plantas de maíz con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas.....	46
26	Altura promedio de plantas de maíz con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno .....	47
27	Análisis de variancia para el número de plantas de maíz.....	48
28	Número promedio de plantas de maíz/m <sup>2</sup> con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas .....	48
29	Número promedio de plantas de maíz/m <sup>2</sup> con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno .....	49
30	Análisis de variancia para el índice de mazorca.....	50
31	Índice de mazorca promedio con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas .....	51
32	Índice promedio de mazorca con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno .....	51
33	Análisis de variancia para el rendimiento de grano.....	52
34	Rendimiento promedio de grano con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas .....	53
35	Rendimiento promedio de grano con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno .....	54
36	Costo de tratamientos y costo de producción sin considerar la fertilización ni el control de maleza, expresado en S/./ha.....	56
37	Utilidad por campaña y mensual con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro tipos de control de maleza .....	58
38	Utilidad por campaña y mensual con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno .....	59
39	Análisis de variancia para peso fresco de malezas .....	60

40	Peso fresco promedio de malezas aplicando diferentes métodos de control.....	61
41	Análisis de variancia para peso seco de malezas.....	62
42	Peso seco promedio de malezas aplicando diferentes métodos de control.....	63
43	Análisis de variancia para la cobertura.....	64
44	Cobertura promedio de malezas aplicando diferentes métodos de control .....	65
45	Análisis de variancia para la cobertura de <i>Nicandra physalodes</i> .....	66
46	Cobertura promedio de <i>Nicandra physalodes</i> aplicando diferentes métodos de control .....	67
47	Análisis de variancia para la cobertura de <i>Setaria verticillata</i> .....	68
48	Cobertura promedio de <i>Setaria verticillata</i> aplicando diferentes métodos de control .....	69
49	Análisis de variancia para la altura de plantas de maíz .....	70
50	Altura promedio de plantas de maíz al aplicar diferentes métodos de control de malezas .....	71
51	Análisis de variancia para el número de plantas de maíz/m <sup>2</sup> .....	72
52	Número promedio de plantas de maíz/m <sup>2</sup> al aplicar diferentes métodos de control de malezas.....	73
53	Análisis de variancia para el índice de mazorca.....	74
54	Índices de mazorca promedio al aplicar diferentes métodos de control de malezas	75
55	Análisis de variancia para rendimiento de grano.....	76
56	Rendimiento promedio de grano al aplicar diferentes métodos de control de malezas .....	77
57	Costo de tratamientos y costo de producción sin considerar el control de malezas .	78
58	Ingreso y utilidad mensual al aplicar diferentes tipos de control de malezas.....	79

## RESUMEN

Se condujeron dos ensayos en campo para determinar la interacción entre el control de malezas y dosis de nitrógeno (ensayo 1) y establecer el mejor control de malezas (ensayo 2) en el híbrido de maíz amarillo Pioneer 30F35. El estudio se realizó en el fundo de la Universidad Nacional Agraria La Molina, sembrándose el 30 de setiembre de 2014 y cosechándose el 28 de marzo de 2015. El manejo agronómico fue igual a un campo comercial de maíz amarillo, excepto la dosis de nitrógeno en el ensayo 1 y el control de malezas en ambos ensayos. En el primer ensayo, se emplearon cuatro métodos de control de malezas (testigo sin control, un deshierbo manual, atrazina 750 g/ha + un deshierbo manual y atrazina 750 g/ha + nicosulfuron 30 g/ha), con cuatro dosis de nitrógeno (0, 160, 200 y 240 kg/ha). En el ensayo 2, se emplearon 11 formas de control de malezas (sin control, control manual, pendimetalin 800, 1000 y 1200 g/ha, atrazina 500, 750 y 1000 g/ha y metribuzin 144, 192 y 240 g/ha). En ambos ensayos se evaluó el peso fresco, peso seco y cobertura de malezas, altura de planta de maíz, índice de mazorca, número de plantas de maíz/m<sup>2</sup> y rendimiento del cultivo, realizándose el análisis económico de cada tratamiento. En el ensayo 1, no hubo interacción entre el control de malezas y las dosis de nitrógeno para ninguna característica. La aplicación de atrazina 750 g/h + un deshierbo manual, con las cuatro dosis de nitrógeno, resultó en la menor cobertura de malezas (2.159 %), el máximo rendimiento de grano (13.403 t/ha) y el mayor beneficio económico (S/. 5328.913). En el ensayo 2, las menores coberturas se presentaron con metribuzin 240 g/ha (5.063 %), pendimetalin 1200 g/ha (3.938 %) y atrazina 750 g/ha (16.625 %). Los mayores rendimientos fueron obtenidos con un deshierbo manual (14.218 t/ha), pendimetalin 1000 g/ha (13.871 t/ha) y atrazina 750 g/ha (14.119 t/ha), siendo este último el tratamiento que generó el mayor ingreso (S/. 5233.350).

Palabras clave: interferencia, malezas, interacción, maíz amarillo, nitrógeno.

## ABSTRACT

Two field experiments were conducted to determine the interaction between weed control and nitrogen rates (experiment 1) and to establish the best weed control (experiment 2) in Pioneer 30F3, a yellow corn hybrid. This investigation was conducted in a field of the Universidad Nacional Agraria La Molina. Seeds were planted in September 30 th, 2014 and the crop was harvested in March 28 th, 2015. Agronomic management was the same as in the commercial field of yellow corn, except nitrogen rates in experiment 1 and weed control in both trials. In experiment 1, four weed controls were considered (no control, one hand weeding, atrazine 750 g/ha + hand weeding and atrazine 750 g/ha + nicosulfuron 30 g/ha), with four nitrogen levels (0, 160, 200 and 240 kg/ha). In experiment 2, 11 weed control treatments (no control, hand weeding, pendimethalin 800, 1000, 1200 g/ha, atrazine 500, 750, 1000 g/ha and metribuzin 144, 192, 240 g/ha) were considered. Fresh weight, dry weight and weed cover as well as corn height, number of cobs per plant, corn plants/m<sup>2</sup> and corn yield were evaluated. Furthermore economic analysis was conducted for each treatment. In trial 1, no interaction was found between weed control and nitrogen rates for any of the characteristics. Atrazine 750 g/ha + hand weeding with four nitrogen levels, resulted in the lowest weed cover (2.159 %), the highest grain yield (13.403 t/ha) and the best income (S/. 5328.913). In experiment 2, the lowest covers were obtained with metribuzin 240 g/ha (5.063 %), pendimethalin 1200 g/ha (3.938 %) and atrazine 750 g/ha (16.625 %). The best yields were obtained with one hand weeding (14.218 t/ha), pendimethalin 1000 g/ha (13.871 t/ha) and atrazine 750 g/ha (14.119 t/ha). The highest income (S/. 5233.350) was obtained with atrazine 750 g/ha.

Key words: interference, weeds, interaction, yellow corn, nitrogen.

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cultivos en el mundo, ocupando el tercer lugar en producción mundial con 723 114 376 t de grano, en promedio desde 1994 hasta 2014 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016). Actualmente es considerado uno de los cereales más importantes del mundo, debido a su diversificación, ya que no solo se aprovecha para el consumo pecuario (producción de pollo y cerdo), sino también a nivel industrial.

En el Perú también es un cultivo importante, tanto por el área sembrada como por su uso como materia prima en la elaboración de alimento balanceado para aves y cerdos. La cadena de maíz amarillo duro avícola y porcícola tiene gran importancia socioeconómica, generando más de 180 000 puestos de trabajo permanentes en los sectores de agricultura, fabricación de alimento balanceado, crianza y comercialización de pollos (Ministerio de Agricultura OGPA-DGPA, 2003).

El manejo de malezas en maíz es uno de los principales factores que influyen en la producción, ya que la reducción del rendimiento por efectos de interferencia (alelopatía y competencia) puede ser de 25 a 30 % (Funes, 2008), sin considerar las pérdidas económicas que ocasiona la contaminación del grano con semillas de malezas en la cosecha mecánica y la dificultad que ocasiona en el corte manual.

Híbridos de maíz amarillo duro expresan su potencial productivo con óptimas prácticas de manejo, especialmente de fertilizantes. Diversos estudios evidencian la excelente respuesta del cultivo a diferentes dosis de nitrógeno, nutriente más requerido por la planta (Sánchez, 2004). La importancia de un buen control de malezas y el manejo de fertilizantes nitrogenados es necesario porque muchas malezas, como *Chenopodium album*, extraen grandes cantidades de nitrógeno (Funes, 2008).

El presente trabajo pretende contribuir en mejorar el control de malezas en maíz amarillo duro, relacionando métodos de manejo de malezas con dosis de nitrógeno que permitan obtener los mayores rendimientos con el máximo beneficio económico posible.

Los objetivos del estudio realizado fueron determinar métodos apropiados de manejo de malezas, su interacción con dosis de nitrógeno y realizar el análisis económico correspondiente en el cultivo de maíz amarillo duro.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. DEFINICIÓN DE MALEZA

Existen diversas definiciones de maleza, sin embargo un concepto general es que son plantas indeseables en un contexto específico. García y Fernández-Quintanilla (1991) afirman que, basándonos en nuestros intereses particulares, tenemos que decidir si una cierta especie es o no una maleza.

Helfgott (1977) definió a las malezas como plantas que crecen donde no son deseadas, persistentes, generalmente no tienen valor económico, interfieren con el crecimiento normal de los cultivos, reduciendo sus rendimientos y algunas pueden afectar la salud de humanos y animales.

De acuerdo a Mortimer (1990), las malezas constituyen riesgos naturales dentro de los intereses y actividades del hombre. Este riesgo es permanente, considerando que se dispersan con facilidad, lo que les permite invadir gran cantidad de campos cultivados y no cultivados, agravando el problema si las especies producen estructuras vegetativas. Adicionalmente, aunque las malezas generalmente no tienen valor económico, algunas especies podrían ser plantas potencialmente útiles.

Pujadas y Hernández (1988), citados por García y Fernández-Quintanilla (1991), mencionan que maleza es toda planta que crece siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resulta no deseable por él en un lugar y momento determinado.

Kogan (1992) menciona que la definición de maleza está condicionada a las circunstancias. Bunting (1960) coincide con lo anterior al referir que dicha definición se relaciona a los intereses del individuo y al contexto en el que se desenvuelve, señalándola como una planta que crece en el lugar equivocado. La palabra “equivocado” forma parte de la opinión de cada individuo, mientras que “lugar” tiene que ver con el medio ambiente donde el hombre desarrolla alguna actividad de importancia económica, principalmente la agricultura.

## 2.2. IMPACTOS DE LAS MALEZAS

Kogan (1992), indica que las pérdidas que ocasiona la interferencia de malezas en agricultura es de 33.8 %, incluso mayor que las pérdidas por insectos (9.6 %) y enfermedades (26.3 %). Rao (2000) menciona que una pérdida de 15 % del rendimiento en cultivos de países en desarrollo como India, representa 5 billones de dólares en pérdidas económicas. Esta disminución de rendimientos se debe a la interferencia y también a la disminución de plantas cuando malezas de gran desarrollo se apoyan en plantas del cultivo, ocasionando el tumbado y obstaculizando labores culturales, como el aporque en maíz.

El manejo de malezas en el mundo demanda más tiempo y esfuerzo que cualquier otra actividad, tanto en campo como en lugares no cultivados. Holm (1971) afirma que más de la mitad de la población mundial, especialmente en países en desarrollo, se encuentran diariamente controlando malezas en campo.

Altas infestaciones de malezas perennes en terrenos cultivables disminuyen las posibilidades de utilizarlos para producción agrícola, reduciendo su valor monetario. En condiciones de la sierra del Perú, extensas áreas que deberían destinarse a la agricultura o alguna otra actividad económica, están perdiendo su valor debido a la invasión de *Pennisetum clandestinum* (“kikuyo”), una gramínea perenne introducida como cultivo forrajero del África Oriental al Perú el siglo pasado (Helfgott, 1996).

Según Rao (2000) millones de hectáreas cultivables de arroz en Asia han sido abandonadas o no son regularmente cultivadas debido a severas infestaciones de *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon* e *Imperata cylindrica*, entre otras malezas perennes.

Booth *et al.* (2003) han enunciado otros efectos perjudiciales de las malezas: reducen la calidad de los cultivos (mezcla de semillas), afectan animales (perjudican la reproducción o productos como leche, carne), incrementan procesos y costos (herbicidas, mano de obra, equipos para limpieza de semillas), impiden el flujo de agua en canales de riego, pierden agua al transpirar, ocasionan alergias o intoxicaciones al ser humano, restringe el número de cultivos o impide su rotación.

### 2.3. MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS

Según Labrada *et al.* (1996), existen varios métodos para el control de las malezas o para reducir su infestación a un determinado nivel. Entre estos tenemos:

- a. Métodos preventivos, que incluyen los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.
- b. Métodos físicos: arranque manual, escarda con azada, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo.
- c. Métodos culturales: rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua.
- d. Control químico a través del uso de herbicidas.
- e. Control biológico a través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de malezas.
- f. Métodos no convencionales, por ejemplo la solarización del suelo.

La elección del mejor método implica considerar la extensión del campo, los recursos económicos disponibles, la cantidad de mano de obra, el acceso a tecnología, entre otros. El método elegido se debe sumar a otras medidas en campo para mejorar el control de malezas sobre todo en periodos críticos del cultivo y para no ocasionar problemas de resistencia cuando se emplean herbicidas como único método de control. Martínez *et al.* (1982) afirman que el desarrollo de mejores técnicas para el control de malezas en los cultivos debe tender a integrar sistemáticamente todos aquellos factores del manejo agronómico que puedan contribuir a disminuir la incidencia de malezas (preparación del campo, densidad de siembra).

Por otro lado, es importante no descartar el deshierbo manual, a veces el único método aplicable cuando la maleza es resistente a herbicidas o no sensible, cuando no hay en el

mercado herbicidas selectivos para un determinado cultivo o para controlar especies perennes, las cuales no son afectadas por el control químico con herbicidas pre emergentes.

Bajo las condiciones de la costa del Perú, el uso de herbicidas está relacionado a una producción exitosa en maíz. Tanto empresas agrícolas como productores utilizan herbicidas sobre todo del grupo de las triazinas (atrazina y en menor medida metribuzin), pendimetalin y recientemente nicosulfuron. Estos productos están reemplazando la mano de obra utilizada en el deshierbo, la cual es cada vez más escasa y costosa.

Algunos herbicidas utilizados en maíz se describen a continuación, de acuerdo a Labrada *et al.* (1996):

### Triazinas

Características generales: Las triazinas tienen relativamente baja solubilidad en agua y se formulan como polvos mojables, concentrados emulsionables y granulados. Su volatilidad y fotodescomposición son bajas, siendo estables sobre las superficies de las plantas y el suelo. Comúnmente se aplican al suelo, donde son absorbidos por las raíces y, en menor medida, por las partes subterráneas de la planta, donde se mueven con la corriente transpiratoria del apoplasto. Requieren de lluvia o irrigación para su movilidad en el suelo y son más efectivas cuando se aplican sobre suelo húmedo comparado con suelo seco. Cuando se aplican con surfactantes, la mayoría de las triazinas pueden ser absorbidas foliarmente. Estos herbicidas son activos contra un amplio espectro de malezas de hoja ancha y angosta anuales. La selectividad puede deberse a la protección en profundidad, ya que el herbicida puede permanecer por encima de las raíces del cultivo; al metabolismo del herbicida en el cultivo o a una combinación de ambos. La movilidad hacia abajo en el suelo depende de las propiedades químicas del herbicida, como son la solubilidad en agua, la capacidad para ser adsorbido por los coloides del suelo y las propiedades del suelo, tales como el contenido de materia orgánica, de arcilla y de agua.

Atrazina: La afinidad para ser adsorbida por los coloides del suelo es de moderada a alta por lo que las dosis se deben ajustar según el tipo de suelo. Su efecto generalmente brinda control de las malezas durante todo el ciclo del cultivo. La atrazina es el inhibidor del Fotosistema II más extensamente usado en millones de hectáreas de maíz a nivel mundial

anualmente. Sorgo, caña de azúcar y piña son otros cultivos en los que se usa este herbicida. Generalmente se aplica en pre y post-emergencia temprana y controla muchas especies anuales gramíneas y de hoja ancha, pero su efecto es pobre sobre *Digitaria* spp., *Panicum dichotomiflorum* Michx y no controla *Setaria* sp.

Metribuzin: Esta triazina asimétrica posee una alta solubilidad en agua (1200 ppm), es relativamente móvil en el suelo, donde persiste durante todo el ciclo de desarrollo de la mayoría de los cultivos anuales. Se usa en pre-emergencia para eliminar malezas de hoja ancha y angosta anuales en soya, papa, tomate, alfalfa, maíz y caña de azúcar. También se usa en post-emergencia temprana en papa y tomate.

### Dinitroanilinas

Características generales: Estos herbicidas de aplicación al suelo controlan plántulas gramíneas y algunas especies de hoja ancha en un amplio grupo de cultivos. Todos tienen baja solubilidad en agua y se adsorben a los coloides del suelo. Varían en volatilidad y susceptibilidad a la fotodegradación desde trifluralin, que requiere de la incorporación al suelo, hasta oryzalin, que puede permanecer sobre la superficie del suelo sin pérdidas apreciables de eficacia. Las dinitroanilinas que no se incorporan mecánicamente requieren de lluvia para su lixiviación hacia la zona de germinación de las semillas en el suelo. Ninguno de estos herbicidas tiene actividad foliar, pero se absorben fácilmente por las raíces de las plántulas en germinación e inhiben el crecimiento de la raíz, al interferir con la mitosis. Las plántulas tratadas desarrollan un abultamiento de la punta de las raíces y el desarrollo de raíces laterales también es inhibido. Inicialmente las plantas tienden a desarrollarse, pero la falta de desarrollo radical conduce a la muerte. La selectividad se logra mediante la ubicación del herbicida en el suelo, mediante una incorporación poco profunda por encima de un cultivo sembrado profundamente, así como mediante el metabolismo del herbicida en la planta. Las dinitroanilinas brindan un período largo de control.

Pendimetalin: Este producto no es fácilmente lixiviable y sus usos incluyen la aplicación pre siembra en algodón y soya; en pre-emergencia en maíz, especialmente para el control de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.), en trigo, cebada, caña de azúcar y girasol.

## Sulfonilureas

Características generales: Estos herbicidas inhiben la enzima acetolactato sintetasa y se aplican en dosis muy bajas (de 2 a 75 g i.a./ha). Se ha detectado selectividad basada en una rápida inactivación metabólica en varios cultivos, como trigo, cebada, maíz, arroz, soya y colza. Las sulfonilureas tienen muy baja toxicidad para los mamíferos, bajo riesgo al ambiente, se hidrolizan y se degradan por los microorganismos del suelo. Se absorben bien a través de las hojas y las raíces, se mueven fácilmente en el apoplasto y el simplasto para acumularse en los meristemos. A sólo pocas horas de la aplicación el crecimiento de los tallos y raíces se detiene, pero los síntomas fitotóxicos, como la clorosis del follaje, se desarrollan en un plazo de cuatro a diez días después de la aplicación. Se aplican en pre y post-emergencia para controlar varias malezas de hoja ancha y algunas gramíneas.

Nicosulfuron: Es un herbicida post emergente aplicado en maíz para el control de malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas anuales y perennes, mostrando buen control sobre *Sorghum halepense*. El crecimiento de las malas hierbas cesa a las pocas horas después de la aplicación; a los 4-5 días se observa una decoloración en los brotes más jóvenes seguida de un enrojecimiento y necrosis que se extiende rápidamente al resto de la planta.

## **2.4. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO**

El maíz es actualmente el cereal más importante del mundo, debido a su versatilidad en usos, utilizándose en la elaboración de alimento para aves y cerdos, producción de etanol, bebidas alcohólicas, almidón, glucosa, dextrosa, fructosa, aceites, etc. Además, se ha convertido en el cultivo más importante entre los cereales a nivel mundial por su producción, superando al trigo y al arroz, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014), correspondiendo el 90% a maíz amarillo y el 10% a maíz blanco.

La Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas de Colombia (2010) menciona que el maíz amarillo duro ocupa en el mundo el segundo lugar en área de siembra, con alrededor de 140 000 000 ha. Se siembra en 135 países y en el mercado internacional se comercializa más de 90 millones de toneladas al año.

De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Riego (2014), en el Perú se siembra casi todo el año, especialmente en la costa. Es un cultivo transitorio cuyo periodo vegetativo es de 4.5 a 5.5 meses, dependiendo del híbrido y la fecha de siembra. La siembra y cosecha es durante todo el año, siendo sus picos de siembra en los meses de setiembre y febrero y sus cosechas en junio y diciembre. En la Costa Norte, en las regiones de Piura, Lambayeque y La Libertad la siembra del maíz se concentra en los meses de diciembre hasta abril, variando en función a la disponibilidad del agua de regadío, presentándose las cosechas a partir de mayo hasta setiembre. En la Selva, la época de siembra es en los meses de agosto y febrero, acorde con las épocas de lluvias.

El Ministerio de Agricultura (2012), a través de la Dirección General de Competitividad Agraria, menciona que el maíz amarillo duro producido en el Perú posee un alto valor proteico y buena concentración de caroteno, a diferencia del maíz amarillo duro importado, por ello es apreciado por las principales empresas dedicadas a la industria avícola, que disminuyen el uso de harina de marigold en la alimentación de sus aves para la producción de carne y huevos.

Según los resultados del IV Censo Nacional Agropecuario 2012, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013 b), el maíz amarillo duro es el tercer cultivo más sembrado en el Perú, con 261 600 ha, después de la papa y el café. El Informe Técnico N° 10 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013 a) reporta que en agosto de 2013, el volumen de producción de maíz amarillo aumentó en 19.62%, respecto al año anterior, sustentado por los incrementos en los departamentos de La Libertad (63.61%), Lima (20.97%) e Ica (26.71%).

Según el Ministerio de Agricultura OGPA-DGPA (2003) la producción de maíz amarillo duro es fundamental debido a que forma parte de la cadena de maíz amarillo duro, avicultura, porcicultura, siendo la más importante en términos de la actividad económica y social para el país.

## **2.5. PROBLEMAS QUE OCASIONAN LAS MALEZAS EN MAÍZ**

Kogan (1992) asevera que el cultivo de maíz es seriamente afectado por la competencia de malezas, siendo las pérdidas superiores al 30%. En la costa peruana, el cultivo de maíz

crece principalmente con malezas como *Nicandra physalodes*, *Sorghum halepense*, *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon* y especies de las familias *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, entre otras. Cerna (2013) destaca que un control deficiente de malezas reduce en casi 40% el rendimiento, sobre todo cuando malezas como *Amaranthus hybridus* crecen más de 20 cm de altura sobre la fila del cultivo durante toda la estación. Esto último es importante, considerando que la planta de maíz es sensible al sombreado.

Al problema de competencia se suma la segregación de sustancias alelopáticas que afectan el crecimiento y desarrollo del maíz. Laynez y Méndez (2007) determinaron que la germinación, altura, longitud de raíces y otras características de plántulas de maíz, disminuyeron proporcionalmente al aumento de la concentración de un extracto acuoso de *Cyperus rotundus*.

Los perjuicios no solo se traducen en disminución del rendimiento, sino también en el incremento de los costos de producción, sobre todo cuando sólo se utiliza el deshierbo manual o mecánico. Koch *et al.* (1985) explican que, en Etiopía, del 30 al 40% de toda la mano de obra necesaria para la producción de maíz se dedica al control de malezas, lo que explica el uso elevado de mano de obra en ciertas épocas.

La problemática de malezas en maíz no solo es por interferencia o incremento de mano de obra en el deshierbo, sino también porque alberga insectos plaga. Cerna (2013) afirma que *Spodoptera frugiperda* vive en las malezas gramíneas: *Echinochloa colona*, *Leptochloa filiformis*, *Digitaria sanguinalis* y *Eleusine indica*.

## **2.6. FERTILIZACIÓN Y CONTROL DE MALEZAS**

Actualmente, el uso de maíces híbridos implica tener especial cuidado en su fertilización, ya que al ser más productivos también demandan alta cantidad de nutrientes. Un adecuado manejo de la fertilización considera la potencial oferta de nutrientes del suelo y la capacidad de extracción del cultivo, para obtener la dosis de fertilización, la que podría reducirse sin perjuicio del rendimiento, pero realizando un buen control de malezas. Si dicho control es deficiente, sobrefertilizar es una práctica inadecuada para compensar la interferencia de malezas, ocasionando fitotoxicidad, contaminación de aguas subterráneas y pérdidas económicas.

Se conoce que gran cantidad de malezas son muy eficientes extrayendo nutrientes del suelo, principalmente nitrógeno. De ahí la importancia de realizar temprano el control de malezas para favorecer el aprovechamiento de nutrientes por el cultivo. Paliwal (2001) asevera que los fertilizantes estimulan el crecimiento de las malezas en tal medida que las pérdidas del cultivo aumentan debido a la competencia con malezas vigorosas, lo cual ocurre especialmente con algunas malezas gramíneas anuales y perennes como *Sorghum halepense*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Eleusine indica* y *Echinochloa colona*. Esto indica que la posibilidad de que el cultivo se sobreponga a las malezas agregando mas fertilizantes es discutible. El nitrógeno es el primer nutriente que aparece como deficiente debido a la competencia de malezas, por lo tanto, un oportuno control de las malezas optimiza el uso del nitrógeno y de otros nutrimentos y permite ahorrar fertilizantes.

En un ensayo de Appleby *et al.* (1976), citados por Radosevich y Holt (1984), se estudió la influencia de densidades de rye grass (*Lolium multiflorum*) y tres dosis de nitrógeno sobre dos variedades de trigo. Se observó que con altos niveles de nitrógeno en combinación con alta densidad de rye grass, disminuyeron los rendimientos de trigo al máximo, lo cual significa que en ausencia de control de rye grass, incrementar la fertilización es una medida cuestionable.

Un control de malezas inapropiado influye en el manejo racional de los demás insumos. Se ha demostrado que cuando el control de malezas es deficiente la aplicación de altas cantidades de fertilizantes nitrogenados no compensan las pérdidas. Takahashi (1974) reportó que en parcelas sin deshierbar, el aumento de la dosis de fertilización no compensó los daños en el rendimiento causados por las malezas. Asimismo, Aldrich y Leng (1974) mencionan que si la competencia por nutrientes fuera el único efecto perjudicial de las malezas, se podría entonces aplicar una cantidad suficiente de fertilizante para satisfacer las necesidades del maíz y las malezas, con lo que se permitiría un normal crecimiento del grano. Sin embargo, varios investigadores y algunos productores lo han intentado con resultados desalentadores.

Doll (1972) realizó un ensayo en Colombia para determinar si hay interacción entre el nivel de nitrógeno y el método de control de malezas empleado en maíz. No encontró respuesta en el testigo sin deshierbo, no siendo económico aplicar nitrógeno si no se ha integrado con algún sistema de control de malezas. En general, el incremento del

rendimiento de maíz bajo cualquier método de control de malezas sin nitrógeno, fue poco significativo respecto al testigo absoluto. El mayor rendimiento se obtuvo al integrar un método efectivo de control de malezas, manual o químico, con el uso de nitrógeno.

Ramírez (1972) realizó un ensayo para estudiar la posibilidad de incrementar la capacidad competitiva del maíz mediante el uso del nitrógeno, no encontrando significancia para la interacción nitrógeno-control de malezas, lo que significa que incrementando el nitrógeno del suelo, por medio del uso de fertilizantes, no se aumenta la capacidad de competencia del maíz frente a las malezas, aún cuando dicha fertilización fuera localizada en banda. Esto indica que la posibilidad de reducir el daño de las malezas, en términos de peso de grano producido, por medio del uso del fertilizante, no es viable, lo cual coincide con otros autores.

En un estudio de interrelación entre fertilización y control de malezas en tomate, Casas (1979) reportó que el empleo de dosis crecientes de fertilizantes no dió lugar a incrementos notables en los rendimientos de parcelas sin deshierbar, pero si se observó respuesta en parcelas tratadas con herbicida.

Algunos autores sí han reportado interacción entre nitrógeno aplicado o del suelo con control de malezas. En un estudio realizado por Donoso *et al.* (2007) en *Nothofagus dombeyi*, una especie forestal, se detectó interacción significativa del fertilizante con la maleza, ya que con niveles bajos de maleza la respuesta de las plantas a la fertilización fue positiva, no así con coberturas altas de maleza. Los resultados sugieren la utilidad de usar fertilizante y controlar la maleza en intensidades intermedias.

Tollenaar *et al.* (1994) examinaron el efecto de la interferencia de las malezas y el nitrógeno del suelo sobre híbridos de maíz y encontraron que esa interferencia fue mayor a bajo contenido de nitrógeno (100 a 120 kg/N/ha) que a alto contenido de nitrógeno (220 a 250 kg N/ha). Asimismo, el rendimiento medio de grano de cuatro híbridos a lo largo de tres años fue 65% mayor en el tratamiento a altos niveles de nitrógeno y sin malezas que con bajo contenido de nitrógeno y con alta presión de malezas, considerando que el período libre de malezas fue desde la siembra hasta la etapa de tres a cuatro hojas.

Una óptima respuesta del cultivo al aporte de nitrógeno u otro nutriente será mejor si previamente se realiza un control de maleza. Por lo tanto, se debe considerar ambos aspectos en la producción de maíz. El caso del cultivo de moha (*Setaria italica*) es similar a otros cultivos en cuanto a la fertilización, control de malezas y otros factores. Aun siendo rústico y poco exigente en nutrientes, tiene alta respuesta al agregado de nitrógeno. Dicha respuesta depende de la variedad, el momento del ciclo, la capacidad de aporte y manejo del suelo, el control de malezas y las condiciones ambientales, entre otros factores (Terra *et al.* 2000).

Donoso *et al.* (2007) mencionan que la fertilización y el control de malezas deben considerarse en conjunto y requieren de técnicas adecuadas para obtener una sinergia de sus potencialidades. Dichas técnicas se refieren a aplicaciones tempranas de métodos de control de malezas para que los nutrientes que se aplican después, sean aprovechados al máximo por el cultivo. Mendoza (1971), quien estudió la interrelación entre la fertilización nitrogenada y el control químico de malezas en sorgo, reportó que la efectividad de la eliminación de la competencia de malezas es mayor a altas dosis de fertilización, además de la mayor respuesta del cultivo a éstas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Mediante el presente trabajo de investigación, se espera obtener la mejor opción de manejo de malezas en el cultivo de maíz amarillo duro que implique el mayor tiempo posible sin malezas (principalmente durante el periodo crítico de interferencia), utilizando herbicidas pre emergentes a diferentes dosis y deshierbo manual, con el menor costo posible.

Por otro lado, se pretende conocer si existe interacción entre la dosis de nitrógeno y el control de malezas para relacionar ambos en el manejo agronómico, es decir, si existe interacción, se espera que en campo la elección de un buen método de manejo de malezas debe ir acompañado de un óptimo nivel de fertilización nitrogenada, considerando también el aporte del suelo y costos.

#### 3.2. LOCALIDAD DE EVALUACIÓN

Los ensayos N°1 (interacción entre dosis de nitrógeno y control de malezas) y N°2 (comparación de métodos de control de malezas) se llevaron a cabo en el campo “Pancal” perteneciente al Campo Agrícola Experimental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicada en la margen izquierda del río Rímac, valle de Ate Bajo, distrito de La Molina, provincia de Lima, región Lima. Está ubicado a 12°05'06" S, 76°57'06" W y 251 m s.n.m., correspondiente a la formación Desierto Subtropical (Tosi, 1960), típico de la costa central del Perú.

De acuerdo al Cuadro 1, los ensayos se realizaron en un suelo Franco Arcillo Arenoso con una conductividad eléctrica (C.E.) de 1.14 dS/m y un pH de 7.34, las cuales no fueron limitantes para el desarrollo del cultivo. Lafitte (2001) asevera que valores de C.E. mayores a 1.7 dS/m pueden reducir el crecimiento del maíz. Beingolea *et al.* (1993) señalan que el maíz requiere preferentemente suelos neutros, pudiendo desarrollar en un rango de pH de 5.5 hasta 8.0.

Según la tabla de interpretación del análisis de caracterización del suelo, el nivel de materia orgánica fue bajo (1.55 %), el P disponible fue 20.5 ppm, valor considerado alto, y

el K disponible fue medio (225 ppm). Respecto a la distribución de cationes, hubo exceso de  $\text{Ca}^{+2}$  (84.5 %) y deficiencia de  $\text{Mg}^{+2}$  (11.8 %). Los niveles de  $\text{K}^{+1}$  estuvieron dentro del rango normal con 2.5 %, lo mismo el  $\text{Na}^{+1}$  con 1.3 %.

**Cuadro 1: Análisis de caracterización del suelo del campo “Pancal”**

Descripción	Valor
C.E. (1:1) dS/m	1.14
Arena (%)	55
Limo (%)	23
Arcilla (%)	22
Clase textural	Fr.Ar.A. *
pH (1:1)	7.34
$\text{CaCO}_3$ (%)	3.40
M.O. (%)	1.55
P disp. (ppm)	20.5
K disp. (ppm)	225
CIC (meq/100g)	13.44
$\text{Ca}^{+2}$	11.36
$\text{Mg}^{+2}$	1.58
$\text{K}^{+1}$	0.33
$\text{Na}^{+1}$	0.17

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM.

\* Franco Arcillo Arenoso

En cuanto a las condiciones meteorológicas (Cuadro 2), se observa que 18.05 °C y 25.7°C fueron las temperaturas mínima y máxima promedio durante el desarrollo de los experimentos, considerándose valores dentro de los cuales el cultivo se desarrolla de manera normal. Según Beingolea *et al.* (1993), las temperaturas para el desarrollo óptimo del cultivo están entre 13°C y 30°C, temperaturas que se encuentran en la mayoría de las áreas de cultivo de maíz. Otros valores fueron propuestos por Carbonell y Celis (1992), quienes consideraron como temperatura óptima entre 20°C a 30°C para el desarrollo normal del cultivo, en condiciones de costa.

Respecto a la humedad relativa, la mínima promedio fue 67.5% y la máxima promedio fue 94.3 %. Asimismo, la radiación solar promedio fue 10608.9 langleys.

**Cuadro 2: Reporte del tiempo en La Molina de octubre 2014 a marzo 2015**

Año	Mes	Temperatura (°C)		Humedad Relativa (%)		Radiación Solar (Ly/mes)
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
2014	Octubre	14.8	21.8	77	95	10084.7
2014	Noviembre	16.1	22.6	72	93	8773.5
2014	Diciembre	17.3	24.5	68	93	10778.3
2015	Enero	18.9	26.7	64	93	12020.7
2015	Febrero	20.8	29.3	62	95	9910.5
2015	Marzo	20.4	29.4	62	97	12085.9
Promedio		18.05	25.7	67.5	94.3	10608.9

Fuente: Observatorio Meteorológico “Alexander Von Humboldt” de la UNALM.

### 3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

En los dos ensayos se utilizó el híbrido Pioneer 30F35, cultivar semi-tardío que se puede sembrar todo el año, resultando mejores rendimientos de junio a enero.

Las siguientes son características del híbrido en mención, referidos por la empresa Dupont (2015):

- Posee elevada capacidad de respuesta a prácticas de manejo tales como el incremento de la densidad de siembra dentro de los límites sugeridos para el híbrido, constituyéndose en una excelente alternativa en valles de alto nivel tecnológico, tanto para siembras de invierno como de verano.
- Los ensayos de adaptación y eficiencia agronómica han mostrado su estabilidad de rendimiento en siembras de invierno en seis y ocho valles costeros en siembras de verano, donde han sido probados con la supervisión del INIA.

- Pioneer 30F35 es un híbrido de 135 a 175 días de periodo vegetativo y 61 a 87 días a la floración femenina. Presenta plantas de 250 a 270 cm de altura, resistentes al tumbado y tolerante a enfermedades, con hojas semi erectas y una prolificidad de 1.1 mazorcas por planta. Además, la altura de inserción de mazorca es de 120 a 130 cm.
- Respecto a las características de la mazorca, posee una relación grano-coronta de 85:15, el peso de 1000 granos es de 310 a 325 gramos, el número de hileras de 18 a 20, alcanzando un potencial de rendimiento de 15 t/ha con buena estabilidad de producción.
- De acuerdo al análisis de calidad mostrado en la etiqueta, las semillas presentaron 98 % de pureza y 90 % de germinación mínima. Con estos datos se calculó un valor cultural de 88.2 %.

En ambos ensayos se utilizaron materiales y equipos tales como: balanza digital, bolsas de papel, cal, cinta métrica, cordel para siembra, cuadrado de censo (20cm x 20cm), cuchillas, estufa, etiquetas, fertilizantes, libreta de campo, mochila de bomba manual de 16 L, palana recta, pesticidas, regla de 335 cm y semillas de híbrido de maíz amarillo duro P30F35.

Durante la cosecha se utilizaron los siguientes materiales: balanza digital y mecánica, costales, determinador de humedad de grano Burrows Digital Moisture Computer 700 y libreta de campo.

### **3.4. TRATAMIENTOS**

En el ensayo N° 1 se definieron los siguientes factores y niveles de estudio:

Factor Dosis de Nitrógeno (kg/ha)

Niveles: testigo sin fertilización, dosis baja (160), dosis normal o usual (200) y dosis alta (240). Las cantidades de fósforo y potasio fueron constantes (161 y 150 kg/ha, respectivamente).

Factor Método de Control de Malezas

Niveles: testigo sin ningún control, deshierbo manual, atrazina 750 g/ha + deshierbo manual y atrazina 750 g/ha + nicosulfuron 30 g/ha.

En el Cuadro 3 se muestran los tratamientos del ensayo 1, producto de la combinación de niveles de cada factor.

**Cuadro 3: Relación de tratamientos del ensayo N°1**

Número	Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Método de control de malezas *
1	Testigo sin fertilización	Testigo sin ningún control
2	Testigo sin fertilización	Deshierbo manual
3	Testigo sin fertilización	atrazina 750 g/ha y deshierbo manual
4	Testigo sin fertilización	atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha
5	Dosis baja (160)	Testigo sin ningún control
6	Dosis baja (160)	Deshierbo manual
7	Dosis baja (160)	atrazina 750 g/ha y deshierbo manual
8	Dosis baja (160)	atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha
9	Dosis normal (200)	Testigo sin ningún control
10	Dosis normal (200)	Deshierbo manual
11	Dosis normal (200)	atrazina 750 g/ha y deshierbo manual
12	Dosis normal (200)	atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha
13	Dosis alta (240)	Testigo sin ningún control
14	Dosis alta (240)	Deshierbo manual
15	Dosis alta (240)	atrazina 750 g/ha y deshierbo manual
16	Dosis alta (240)	atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha

\*Las dosis se expresan como gramos de ingrediente activo/ha, siendo equivalentes a 1.5 L/ha de Rayo (500 g de atrazina/L) y 40 g/ha de Accent (750 g de nicosulfuron/kg).

En el Cuadro 4 se muestran los tratamientos del ensayo N°2.

**Cuadro 4: Relación de tratamientos del ensayo N°2**

Número	Método de control de maleza *
1	Ningún control
2	Control manual
3	pendimetalin 800 g/ha
4	pendimetalin 1000 g/ha
5	pendimetalin 1200 g/ha
6	atrazina 500 g/ha
7	atrazina 750 g/ha
8	atrazina 1000 g/ha
9	metribuzin 144 g/ha
10	metribuzin 192 g/ha
11	metribuzin 240 g/ha

\*Las dosis se expresan como gramos de ingrediente activo/ha, siendo equivalentes a 2, 2.5 y 3 L/ha de Sellador (400 g de pendimetalin/L); 1, 1.5 y 2 L/ha de Rayo (500 g de atrazina/L) y 0.3, 0.4 y 0.5 L/ha de Sencor (480 g de metribuzin/L).

### 3.5. ÁREA EXPERIMENTAL

El ensayo N°1 se realizó en un área total de 1216 m<sup>2</sup>, dividido en 4 bloques (repeticiones), separados por calles de 1 m cada una (Anexo 1). En cada bloque se identificaron 16 parcelas de 16 m<sup>2</sup> cada una, haciendo un total de 64 parcelas de 1024 m<sup>2</sup>, con 4 surcos por parcela. Cada surco tuvo 17 golpes con 2 semillas cada uno, haciendo un total de 73500 plantas/ha (Cuadros 5 y 6).

**Cuadro 5: Características del campo experimental del ensayo N°1**

Descripción	Valor
Número de boques	4
Ancho de calle (m)	1
Número de parcelas experimentales	64
Número de parcelas por bloque	16

**Cuadro 6: Características de la parcela experimental del ensayo N°1**

Descripción	Valor
Área (m <sup>2</sup> )	16
Área total de las parcelas (m <sup>2</sup> )	1024
Longitud de surco (m)	5
N° de surcos	4
Distancia entre surcos (m)	0.80
Distancia entre golpes (m)	0.30
N° de golpes /surco	17
N° de semillas /golpe	2
Densidad de siembra (plantas/ha)	73500

El ensayo N°2 se desarrolló en un área total de 809.6 m<sup>2</sup>, dividido en 4 bloques (repeticiones) separados por calles de 1 m de longitud (Anexo 2). Cada bloque estuvo formado por 11 parcelas de 16 m<sup>2</sup> cada una, haciendo un total de 44 parcelas de 704 m<sup>2</sup>, con 4 surcos cada una. Hubo 17 golpes por surco y 2 semillas por golpe, haciendo un total de 73500 plantas/ha (Cuadros 7 y 8).

**Cuadro 7: Características del campo experimental del ensayo N°2**

Descripción	Valor
Número de boques	4
Ancho de calle (m)	1
Número de parcelas experimentales	44
Número de surcos por parcela	4
Número de parcelas por bloque	11

**Cuadro 8: Características de la parcela experimental del ensayo N°2**

Descripción	Valor
Área (m <sup>2</sup> )	16
Área total de las parcelas (m <sup>2</sup> )	704
Longitud de surco (m)	5
N° de surcos	4
Distancia entre surcos (m)	0.80
Distancia entre golpes (m)	0.30
N° de golpes /surco	17
N° de semillas /golpe	2
Densidad de siembra (plantas/ha)	73500

### **3.6. CONDUCCIÓN DEL ENSAYO**

#### **3.6.1. Preparación del terreno**

Antes de preparar el terreno, se limpiaron las acequias y se realizó el tomeo para iniciar el riego de machaco que le dió al suelo la humedad necesaria para favorecer la aradura y la emergencia de malezas, además controlar larvas de gusano de tierra. A los siete días, cuando el suelo se encontraba “a punto” (con humedad suficiente que permita el ingreso de maquinaria) se pasó el arado de discos a 25 cm de profundidad, seguido de la grada de discos para romper terrones y finalmente el implemento surcador que formó los surcos, acequias regadoras y desagües.

Finalmente se realizó la delimitación del área experimental utilizando cal y cinta métrica e identificando las parcelas con carteles, quedando listo el terreno para la siembra.

#### **3.6.2. Siembra**

Momentos antes de sembrar se abrieron las tomas (“tomeo”) para que el agua de la acequia ingrese a los surcos.

La siembra se realizó el 30 de setiembre de 2014, utilizando pala recta y cordel de siembra marcado cada 30 cm (distancia entre golpes) para uniformizar la población de plantas. Se sembraron dos semillas por golpe en el fondo del surco para tener una densidad de 73500 plantas en una hectárea.

### **3.6.3. Riegos**

Los riegos fueron efectuados por gravedad y proporcionados de acuerdo a las condiciones climáticas, humedad del suelo y necesidades del cultivo, teniendo cuidado en asegurar los riegos en la preparación del terreno, en el establecimiento del cultivo a los 5 dds (días después de la siembra), floración (100 dds) y llenado de granos (120 dds).

### **3.6.4. Fertilización**

Para la fertilización se consideró el aporte de nutrientes del suelo, mediante el análisis de caracterización y la capacidad de extracción del cultivo. Con estos datos se estimó la dosis de fertilización 200-161-150, que fue satisfecha con 6 bolsas (50 kg) de úrea, 7 bolsas de fosfato diamónico y 5 bolsas de cloruro de potasio para una hectárea de cultivo. En el ensayo N°1, además de dicha dosis, se utilizó una dosis baja (160-161-150) y una dosis alta (240-161-150), que fueron cubiertas con 4 y ocho bolsas de úrea, respectivamente y las cantidades de fosfato diamónico y cloruro de potasio mencionadas.

Los fertilizantes fueron fraccionados en dos partes para que los nutrientes sean mejor aprovechados, sobre todo el nitrógeno que puede ser fácilmente lixiviado con el agua de riego. El primer abonamiento se hizo a los 15 dds cuando las plantas tenían de 2 a 3 hojas desplegadas, se realizó de manera localizada, al lado de cada golpe y se aplicó el 40% del nitrógeno y todo el fósforo y potasio. En el segundo abonamiento se aplicó el 60% del nitrógeno entre golpes y fue realizado a los 45 dds en plantas de 9 a 10 hojas, antes del paso de cultivadora y aporcadora.

### **3.6.5. Cultivo y aporque**

A los 45 dds en plantas con 50 cm de altura y después de la segunda fertilización se pasó la cultivadora a 10 cm de profundidad para tapar lo aplicado, “soltar” el suelo cercano a las

raíces y controlar malezas. Con el suelo suelto, se pasó enseguida el implemento con rejas aporadoras para favorecer el anclaje de raíces adventicias y evitar el tumbado de plantas.

### **3.6.6. Control de plagas**

Las principales plagas en plántulas de maíz fueron los gusanos de tierra (*Agrotis* spp.) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), los que fueron controlados con 150 mL/ha de Karate (lambda-cihalotrina) y 600 mL/ha de Stermin (metamidophos) durante los primeros 20 días. Los siguientes 20-25 días el gusano cogollero fue el principal insecto comedor de follaje, siendo controlado durante ese periodo con 600 mL/ha de Stermin y 100 g/ha de Lannate (methomyl). Para mejorar la adherencia, luego de disolver los insecticidas, se agregó 125 mL/cilindro de Citowett (mono éter, polímero de metil con oxirano), un surfactante que rompe la tensión superficial de las gotas, favoreciendo el mojado del follaje.

### **3.6.7. Control de malezas**

En el ensayo N°1 se aplicó 1.5 L/ha de Rayo (750 g/ha de atrazina) a los 7 dds en suelo húmedo para controlar principalmente malezas dicotiledóneas tales como *Nicandra physalodes*, *Amaranthus dubius*, *Coronopus didymus*, etc., de las cuales la más abundante fue la primera. A los 17 dda (días después de la aplicación) las gramíneas no controladas como *Setaria verticillata*, *Eleusine indica* y *Sorghum halepense* fueron deshierbadas con pala recta de manera localizada (“desmanches”) o aplicando 40 g/ha de Accent (30 g/ha de nicosulfuron), de acuerdo al tratamiento. En parcelas donde el único control era mecánico (con pala recta), el deshierbo se realizó a los 18 dds cuando las malezas tenían cuatro hojas verdaderas.

En el ensayo N°2 se aplicó una dosis recomendada, una baja y una alta de cada herbicida (productos comerciales de atrazina, metribuzin y pendimetalin) a los 7 dds en suelo húmedo y con plantas de maíz recién emergiendo para evitar posible fitotoxicidad de pendimetalin. Luego de 30 dda, se realizó un deshierbo con pala para controlar malezas que “escaparon” del control preemergente. A los 18 y 33 dds fueron realizados los deshiebos con pala en parcelas donde era el único método de control.

Las aplicaciones de herbicidas se realizaron con una mochila de bomba manual de 16 L de capacidad y 60 lb/pulg<sup>2</sup> como máxima presión de trabajo. La punta de pulverización fue tipo abanico plano uniforme con 80° de ángulo de aspersion y 0.2 gal/minuto de caudal (80EF02).

Los métodos de control en ambos ensayos se aplicaron hasta los 45 dds, que constituye el periodo crítico de interferencia en el cultivo de maíz, el cual es más vulnerable a la competencia de malezas y cuyos rendimientos disminuirían drásticamente si no se aplica algún método de control durante dicho periodo.

### **3.6.8. Cosecha**

Una vez que la planta estuvo completamente madura, con hojas senescentes y el grano presentaba la capa de abscisión (punto de unión del grano a la coronta), se realizó el despanque (retirar brácteas de la mazorca) el 28 de marzo de 2015 (179 dds) utilizando “clavos”, que son puntas de metal que facilitaron dicha labor. Finalmente las mazorcas fueron contadas, pesadas y se tomaron muestras para determinar la humedad de granos.

## **3.7. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS**

Se consideró para las evaluaciones, tanto en malezas como en el cultivo, dos surcos centrales de cada parcela, dejando surcos laterales para evitar el efecto de los tratamientos vecinos.

### Evaluaciones en malezas

Las evaluaciones en malezas se realizaron en un área de 8 m<sup>2</sup> correspondiente a los surcos del centro. De este valor se consideró el 0.5 % (Cerna, 1994) como el área muestreada, la cual tuvo cuatro repeticiones ubicadas en cuatro puntos fijos, donde fue colocado el cuadrado de censo en cada evaluación. Se evaluaron las siguientes características:

**Porcentaje de cobertura:** A los 15 y 30 días después de la aplicación (dda) de cada tratamiento se estimó visualmente el porcentaje del área del suelo cubierta por el total de

malezas y por especie predominante, estableciendo un rango de 0 % (sin malezas) a 100 % (suelo cubierto totalmente por malezas).

**Peso fresco:** En la última evaluación se extrajeron las malezas de los cuatro puntos de muestreo y se determinó el peso fresco, expresando los resultados en 1m<sup>2</sup>.

**Peso seco:** Determinado el peso fresco de malezas, estas fueron llevadas a estufa a 70 °C por 72 horas para obtener el peso seco.

### Evaluaciones en el cultivo

**Número de plantas/m<sup>2</sup>:** Aplicados los tratamientos y después del aporque, se contaron las plantas de cada parcela.

**Altura de planta:** Se midió la altura de 10 plantas al azar en floración, desde el cuello hasta la zona de inserción de la panícula.

**Número de fallas:** Para determinar el número de fallas, se contaron las plantas por golpe y se realizó la siguiente comparación:

0 plantas/golpe = 1 falla

1 planta/golpe = 0.5 fallas

2 plantas/golpe = 0 fallas

**Peso en campo:** Se pesó el total de mazorcas cosechadas de los surcos centrales utilizando una balanza digital de 50 kg de capacidad.

**Índice de mazorca:** Indica el número de mazorcas por planta y se obtuvo mediante la siguiente relación:

$$\text{Índice de mazorca} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de mazorcas cosechadas}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas a la cosecha}}$$

**Porcentaje de humedad de granos a la cosecha:** De las mazorcas cosechadas se escogieron diez al azar y se desgranaron dos hileras de cada una hasta obtener una muestra de 300 g, la cual fue colocada en el determinador de humedad analógico para obtener el porcentaje de humedad de granos.

### 3.8. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el cálculo del rendimiento de grano/ha se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{10 \times Cc \times \%D \times Pchf}{A}$$

Donde:

R = Rendimiento de grano en t/ha

A = Área de la parcela (surcos centrales)

Cc = Coeficiente de contorno (0.971)

%D = Porcentaje de desgrane\*

Pchf = Peso en campo corregido por humedad y fallas

\* Valor utilizado: 81.76%, según Tejada (2013).

Peso en campo corregido: El peso de mazorcas en campo fue corregido por fallas y humedad mediante la expresión:

$$Pchf = Pc \times Fh \times Ff$$

Donde:

Pchf = Peso en campo corregido por humedad y fallas

Pc = Peso en campo

Fh = Factor de corrección por humedad

Ff = Factor de corrección por fallas

Factor de corrección por humedad (Fh): El peso en campo se llevó al 14% de humedad constante del grano utilizando la siguiente fórmula:

$$Fh = \frac{100 - \%H}{86}$$

Donde:

Fh = Factor de corrección al 14% de humedad

%H = Porcentaje de humedad del grano a la cosecha

Factor de corrección por fallas (Ff): El peso de mazorcas fue corregido, debido a las plantas faltantes (fallas) en la parcela, mediante la siguiente relación:

$$Ff = \frac{N - 0.3 F}{N - F}$$

Donde:

Ff = Factor de corrección por fallas

N = Número de golpes por parcela

F = Número de fallas por parcela

### **3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL**

#### **3.9.1. Modelo aditivo lineal**

En el ensayo N°1 se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 4x4, 16 tratamientos y 4 repeticiones.

El modelo aditivo lineal de un ensayo individual fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \tau_k + \alpha\tau_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  =  $ijk$ -ésima observación en el  $i$ -ésimo bloque que contiene el  $j$ -ésimo nivel de nitrógeno del factor Dosis de Nitrógeno y el  $k$ -ésimo control de maleza del factor Método de Control de Maleza.

$\mu$  = media general

$\beta_i$  = efecto del  $i$ -ésimo bloque

$\alpha_j$  = efecto del  $j$ -ésimo nivel de nitrógeno del factor Dosis de nitrógeno

$\tau_k$  = efecto del  $k$ -ésimo control de malezas del factor Método de Control de Maleza

$\alpha\tau_{jk}$  = interacción del  $j$ -ésimo nivel de nitrógeno del factor Dosis de Nitrógeno con el  $k$ -ésimo control de malezas del factor Método de Control de Malezas

$\varepsilon_{ijk}$  = error aleatorio

El ensayo N°2 se condujo en un Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones.

El modelo aditivo lineal de un ensayo individual fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación del  $i$  \_ésimo control de malezas en el  $j$  \_ésimo bloque

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  \_ésimo bloque

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ \_ésimo control de malezas

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio del error

### **3.9.2. Análisis de Variancia**

El Análisis de Variancia, la transformación de datos y la comparación de promedios mediante la prueba de Tukey se realizaron con el software Statistical Analysis System (S.A.S.) versión 9.2.

En ambos ensayos, el Análisis de Variancia se realizó para las siguientes características: peso fresco de malezas, peso seco de malezas, cobertura de malezas, cobertura por especie dominante, número de plantas de maíz, altura de planta, índice de mazorca y rendimiento de grano. Antes de ejecutar dicho análisis se transformaron los datos expresados en porcentaje mediante la transformación de Bliss (arcoseno del la raíz cuadrada del dato observado) y los datos discretos provenientes del conteo de plantas se transformaron mediante la raíz cuadrada de dichos valores.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ENSAYO 1: INTERACCIÓN ENTRE DOSIS DE NITRÓGENO Y CONTROL DE MALEZAS

#### 4.1.1. EVALUACIONES EN MALEZAS

##### 4.1.1.1. Peso fresco

Luego de realizar el análisis de varianza para el peso fresco de malezas (Cuadro 9), se observó que no hubo significancia en la interacción, es decir, la producción de biomasa fresca de malezas no estuvo influenciada por la dosis de nitrógeno y el control de malezas en forma conjunta. La aplicación de los métodos de control produjeron diferencias altamente significativas en el peso fresco de malezas, sin embargo no hubo diferencias en dicha variable al aplicar dosis diferentes de nitrógeno.

**Cuadro 9: Análisis de variancia para peso fresco de malezas**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	134523.46
Dosis de nitrógeno (A)	3	234703.15 n.s.
Control de malezas (B)	3	6608843.41**
Interacción (A*B)	9	278420.55 n.s.
Error	45	223920.04
Total	63	
Promedio (g/m <sup>2</sup> )		456.006
C.V.(%)		54.662

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

n.s.: no significancia

Al comparar los promedios de peso fresco de malezas (Cuadro 10) se obtuvo 419.6 g/m<sup>2</sup> en las parcelas sin fertilización, 615.6 g/m<sup>2</sup> donde se aplicó la dosis baja de nitrógeno, 325.0

g/m<sup>2</sup> con la dosis normal y 463.8 g/m<sup>2</sup> con la dosis alta, resultados estadísticamente similares. Esta similitud podría deberse a la predominancia de *Nicandra physalodes* y *Setaria verticillata*, especies de ciclo corto y eficientes en la absorción de nutrientes, las cuales formaron abundante biomasa fresca incluso sin aplicación de fertilizantes, tal como se reportó en el presente ensayo. Mortimer (1996) menciona que en los trópicos *Setaria verticillata* puede llegar a floración a los 30-45 días, mientras que Ronchi *et al.* (2007) determinaron en Brasil que el periodo de emergencia a floración de *Nicandra physalodes* fue 68 días. Este último resultado difiere del observado en el presente trabajo ya que dicha especie llegó a floración a los 30 días después de instalado el ensayo.

Otra posibilidad en esta respuesta similar, podría deberse al 1.55% de materia orgánica del suelo equivalentes a 40-50 kg/ha de nitrógeno (Castellanos *et al.* 2000, citados por Etchevers, 2008) durante el tiempo que estuvo el cultivo, por lo tanto, el testigo sin fertilización en realidad poseía dicha cantidad de nutriente.

**Cuadro 10: Peso fresco promedio de malezas con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de maleza**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Peso fresco (g/m <sup>2</sup> ) *
Dosis baja (160)	615.6 a
Dosis alta (240)	463.8 a
Testigo sin fertilización	419.6 a
Dosis normal (200)	325.0 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultados de la primera fertilización.

Respecto a los métodos de control de malezas, se observa en el Cuadro 11 que la aplicación de atrazina y posterior deshierbo manual produjo el menor valor de peso fresco (13.30 g/m<sup>2</sup>), mientras que el mayor peso fresco (1404.60 g/m<sup>2</sup>) se observó en el tratamiento sin control de malezas. El tratamiento deshierbo manual propició 115.20 g/m<sup>2</sup> de peso fresco que fue estadísticamente similar a 291.00 g/m<sup>2</sup>, obtenido con la aplicación

de atrazina y nicosulfuron, correspondiendo dicho peso a malezas con síntomas de fitotoxicidad debido a la aplicación del segundo herbicida.

Resultados similares de aplicación de nicosulfuron en maíz fueron publicados por Auskalniené y Auskalnis (2006) quienes evaluaron el efecto de este herbicida y otros ingredientes activos del grupo de las sulfonilureas (primisulfuron y rimsulfuron) sobre malezas y rendimiento del cultivo, obteniendo después de la aplicación de 50 g i.a./ha de nicosulfuron 105.7, 461.2 y 86.7 g/m<sup>2</sup> de peso fresco de malezas en tres ensayos diferentes, respectivamente.

Respecto al deshierbo manual, fue el segundo mejor tratamiento, después de la aplicación de atrazina y posterior desmalezado. En áreas pequeñas el deshierbo manual podría dar buenos resultados en control de malezas pero requiere mayor esfuerzo, mano de obra y es menos eficiente que otros métodos. Gill (1985) menciona que realizando el deshierbo con azadas se necesitan entre 200 a 400 horas-hombre por hectárea en países en desarrollo.

El menor peso fresco fue posible con la aplicación de atrazina y posterior deshierbo. Este último método es conveniente para malezas que no son controladas con atrazina, (*Setaria verticillata* y especies perennes) y cuando no se dispone de herbicidas selectivos postemergentes. En estos casos, el desmalezado sólo se realiza en zonas o “focos” del campo.

**Cuadro 11: Peso fresco promedio de malezas con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Peso fresco (g/m <sup>2</sup> )
Testigo sin ningún control	1404.60 a
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	291.00 b
Deshierbo manual	115.20 b
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	13.30 c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### 4.1.1.2. Peso seco

Respecto al análisis de variancia del peso seco de malezas, el Cuadro 12 muestra que los resultados de dicha característica no estuvieron influenciados por el efecto conjunto de la dosis de nitrógeno y el control de malezas. Asimismo, no hubo diferencias significativas al aplicarse dosis diferentes de nitrógeno pero cuando se aplicaron métodos de control de malezas sí se evidenció diferencias altamente significativas en el peso seco de malezas.

**Cuadro 12: Análisis de variancia para peso seco de malezas.**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	294.304
Dosis de nitrógeno (A)	3	1762.1760 n.s.
Control de malezas (B)	3	68451.6698 **
Interacción (A*B)	9	3901.5505 n.s.
Error	45	2134.1964
Total	63	
Promedio (g/m <sup>2</sup> )		61.255
C.V. (%)		39.660

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

n.s.: no significancia

En la comparación de promedios (Cuadro 13) se observa que las parcelas que no recibieron fertilización produjeron 62.85 g/m<sup>2</sup> de peso seco de malezas, donde se aplicó la dosis baja se obtuvo 71.33 g/m<sup>2</sup>, 46.52 g/m<sup>2</sup> con la dosis normal y 64.32 g/m<sup>2</sup> con la dosis alta, valores estadísticamente similares. Estos resultados refuerzan la idea de la alta eficiencia en la extracción de nutrientes para la producción de materia seca de *Nicandra physalodes* y *Setaria verticillata*, especies predominantes en el ensayo.

Algunos autores encontraron respuestas diferentes a lo observado en este ensayo. Matos (2013) reportó que plantas de *Nicandra physalodes* sembradas en suelos sin aplicación de

nitrógeno produjeron un total de materia seca 168 veces menor que plantas que crecieron en suelo fertilizado. Esta diferencia se debe a que en el presente ensayo se trabajó en condiciones de campo con poblaciones de malezas no controladas.

**Cuadro 13: Peso seco promedio de malezas con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de maleza**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Peso seco (g/m <sup>2</sup> ) *
Dosis baja (160)	71.33 a
Dosis alta (240)	64.32 a
Testigo sin fertilización	62.85 a
Dosis normal (200)	46.52 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultados de la primera fertilización.

En el Cuadro 14 se observa que la menor acumulación de materia seca (5.27 g/m<sup>2</sup>) fue producida con la aplicación de atrazina y posterior deshierbo, resultado diferente al resto de tratamientos. Este tratamiento resultará viable siempre que la extensión del campo no sea considerable y cuando haya disponibilidad de mano de obra. En caso contrario, un buen complemento al control con atrazina es la aplicación de nicosulfuron. Atrio *et al.* (1993), citado por García y Mejía (2005), señalan que no es suficiente la aplicación de herbicidas preemergentes en maíz para lograr un óptimo resultado, siendo recomendable utilizar nicosulfuron en postemergencia para completar el control de malezas.

**Cuadro 14: Peso seco promedio de malezas con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Peso seco (g/m <sup>2</sup> )
Testigo sin ningún control	152.19 a
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	64.04 b
Deshierbo manual	23.52 bc
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	5.27 c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### **4.1.1.3. Cobertura total**

El Cuadro 15 muestra que entre los valores de cobertura de malezas no hubo diferencias significativas al aplicar diferentes dosis de nitrógeno ni al combinarlo con métodos de control de malezas (no hubo interacción) para ambas evaluaciones. Sin embargo, las diferencias fueron altamente significativas en los resultados de cobertura cuando se aplicaron diferentes métodos de control de malezas.

**Cuadro 15: Análisis de variancia para cobertura de malezas**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios	
		15 dda	30 dda
Bloque	3	541.830	29.198
Dosis de nitrógeno (A)	3	153.973 n.s.	10.527 n.s.
Control de malezas (B)	3	6849.025 **	16714.485 **
Interacción (A*B)	9	137.299 n.s.	168.263 n.s.
Error	45	158.924	136.223
Total	63		
Promedio (%)		35.710	44.141
C.V. (%)		35.062	27.477

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

n.s.: no significancia

dda: días después de la aplicación

De acuerdo a los resultados de comparación de promedios de cobertura (Cuadro 16), a los 15 dda el testigo sin fertilización presentó 41.250 %, las parcelas que recibieron la dosis baja 37.203 %, la dosis normal 32.609 % y la dosis alta 31.781 % de cobertura de malezas. A los 30 dda, el testigo presentó en promedio 44.956 %, las parcelas con dosis baja de nitrógeno 43.734 %, con dosis normal 42.906 % y 44.969 % de cobertura mostraron las parcelas aplicadas con dosis alta de nitrógeno. Estos resultados son similares a los de Takahashi (1974), quien no encontró diferencia significativa entre cobertura de malezas y número de malezas/m<sup>2</sup> al aplicar diferentes niveles de fertilización en maíz. Un trabajo realizado por Mendoza (1971) en sorgo también muestra la no significancia en la cobertura de malezas al aplicar tres dosis de nitrógeno.

**Cuadro 16: Cobertura promedio de malezas con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Cobertura (%)	
	15 dda*	30 dda*
Testigo sin fertilización	41.250 a	44.956 a
Dosis baja (160)	37.203 a	43.734 a
Dosis normal (200)	32.609 a	42.906 a
Dosis alta (240)	31.781 a	44.969 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultados de la primera fertilización.

Respecto a los métodos de control de malezas (Cuadro 17), a los 15 dda el testigo tuvo la mayor cobertura (75.953 %), en tanto que la menor cobertura fue en las parcelas deshierbadas manualmente (7.438 %). Asimismo se obtuvieron coberturas estadísticamente similares en los tratamientos atrazina + deshierbo y atrazina + nicosulfuron con 28.547 % y 30.906 %, respectivamente.

A los 30 dda todos los tratamientos resultaron diferentes en porcentajes de cobertura, resaltando la disminución de 28.547 % a 2.159 % producto de la aplicación de atrazina y posterior deshierbo. Además, el testigo tuvo 95.047 % de cobertura, las parcelas deshierbadas manualmente presentaron en promedio 25.016 % y en el tratamiento con atrazina + nicosulfuron hubo 54.344 % de cobertura. Esta última, registrada a los 15 días después de la aplicación de nicosulfuron, fue mayor que en la primera evaluación, pero es importante señalar que tal resultado correspondió a follaje con síntomas de enrojecimiento y clorosis, producto de dicha aplicación. Adames (2008) menciona que los síntomas del daño causado por nicosulfuron se observan de 6 a 10 días después de la aplicación, aunque el crecimiento se detiene de forma inmediata y la muerte de la planta ocurre de manera progresiva.

El uso de nicosulfuron es recomendable como complemento a atrazina, debido a su alta selectividad al cultivo de maíz y buen control de malezas de hoja ancha, gramíneas anuales

y perennes (Beyer *et al.* 1988 y Green y Ulrich, 1993, citados por Hernández *et al.*, 2000) que no controla atrazina como *Setaria verticillata* y *Sorghum halepense*.

**Cuadro 17: Cobertura promedio de malezas con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Cobertura (%)	
	15 dda	30 dda
Testigo sin ningún control	75.953 a	95.047 a
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ ha	30.906 b *	54.344 b
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	28.547 b *	2.159 d
Deshierbo manual	7.438 c	25.016 c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultado solo de la aplicación de atrazina.

#### **4.1.1.4. Cobertura de *Nicandra physalodes***

El análisis de variancia (Cuadro 18) indica que no hubo diferencias significativas en cobertura de *Nicandra physalodes* al aplicar dosis diferentes de nitrógeno pero la significancia fue alta cuando se aplicó diferentes métodos de control de malezas. Asimismo, la interacción entre dosis de nitrógeno y control de malezas fue no significativa.

**Cuadro 18: Análisis de variancia para cobertura de *Nicandra physalodes*.**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios	
		15 dda	30d dda
Bloque	3	156.709	258.124
Dosis de nitrógeno (A)	3	22.822 n.s.	44.549 n.s.
Control de malezas (B)	3	14963.985 **	21673.309 **
Interacción (A*B)	9	26.548 n.s.	455.331 n.s.
Error	45	82.197	286.460
Total	63		
Promedio (%)		18.363	26.091
C.V. (%)		49.370	64.867

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

n.s.: no significancia

Al comparar los promedios de cobertura de *Nicandra physalodes* a los 15 dda (Cuadro 19) el testigo obtuvo 22.375 %, el tratamiento con la dosis baja de nitrógeno produjo 20.656 %, 19.813 % con la dosis normal y 17.234 % con la dosis alta, resultados estadísticamente similares. A los 30 dda el tratamiento con la dosis baja obtuvo 26.469 % de cobertura, con la dosis normal 28.953 % y 25.094 % con la dosis alta de nitrógeno, resultados similares al 27.750 % reportado en el testigo sin fertilización. Esto indica de forma indirecta que dicha especie satisface sus requerimientos de nitrógeno con baja o nula cantidad de fertilizante aplicado y esto tendría relación a su corto ciclo de vida (40-45 días) en verano en costa. Holm *et al.* (1997) hacen referencia a la precocidad de dicha maleza, mencionando que el tiempo desde la germinación a la floración es de 43 a 54 días y hasta la madurez completa de la semilla de 53 a 64 días en condiciones del África Oriental.

**Cuadro 19: Cobertura promedio de *Nicandra physalodes* con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Cobertura (%)	
	15 dda*	30 dda*
Testigo sin fertilización	22.375 a	27.750 a
Dosis baja (160)	20.656 a	26.469 a
Dosis normal (200)	19.813 a	28.953 a
Dosis alta (240)	17.234 a	25.094 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultados de la primera fertilización.

A los 15 dda (Cuadro 20) las coberturas de *Nicandra physalodes* producto del deshierbo manual (3.844 %), atrazina + deshierbo manual (0%) y atrazina + nicosulfuron (0%) fueron estadísticamente similares y diferentes a la cobertura del testigo sin control (76.234 %). A los 30 dda, el testigo presentó 89.688 % de cobertura, el deshierbo manual 12.328 %, atrazina + deshierbo manual 0 % y atrazina + nicosulfuron 6.250 %, los tres últimos resultados similares estadísticamente. Este buen control con atrazina es similar al reportado por Aguirre (2000), quien evaluó en Zamorano, Honduras, cinco dosis de atrazina en maíz dulce de las cuales cuatro (1, 1.5, 2 y 2.5 kg i.a./ha) resultaron en 100 % de control a los 15 días después de la aplicación. Ensayos participativos con pequeños agricultores sobre control de malezas en maíz fueron realizados en Kenya por Muthamia *et al.* (2001), quienes también reportaron el buen control de *Nicandra physalodes* al aplicar atrazina.

El excelente control logrado con 750 g/ha de atrazina coincide con un trabajo realizado por Fanadzo *et al.* (2010), quienes estudiaron el efecto de dosis de atrazina y surcos estrechos en el control de malezas en maíz, encontrando que tanto 0.75 como 1.5 kg i.a./ha de atrazina ocasionaron el 100% de mortandad de *Nicandra physalodes* y de otras especies de hoja ancha.

La aplicación de atrazina permitió un buen control de *Nicandra physalodes*, que mostró clorosis a los siete días y marchitez a los diez días después de la aplicación. Esto ocurrió como resultado de la peroxidación de lípidos de las membranas celulares por la

acumulación de clorofila en estado triplete, debido a la inhibición del Fotosistema II (Kogan y Pérez, 2003).

**Cuadro 20: Cobertura promedio de *Nicandra physalodes* con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Cobertura (%)	
	15 dda	30 dda
Testigo sin ningún control	76.234 a	89.688 a
Deshierbo manual	3.844 b	12.328 b
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	0.000 b *	0.000 b
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	0.000 b *	6.250 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultado solo de la aplicación de atrazina.

#### **4.1.1.5. Cobertura de *Setaria verticillata***

Los resultados del análisis de variancia (Cuadro 21) evidencian que los valores de cobertura, en ambas evaluaciones, no estuvieron influenciados por el efecto conjunto de métodos de control de malezas y dosis de nitrógeno. Asimismo, las dosis de nitrógeno no ocasionaron diferencias significativas en dicha variable. Sin embargo, hubo alta significancia en resultados de cobertura de *Setaria verticillata* al aplicar los métodos de control de malezas.

**Cuadro 21: Análisis de variancia de cobertura de *Setaria verticillata***

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios	
		15 dda	30 dda
Bloque	3	169.397	139.997
Dosis de nitrógeno (A)	3	51.720 n.s.	14.641 n.s.
Control de malezas (B)	3	2928.997 **	4132.285 **
Interacción (A*B)	9	44.673 n.s.	12.869 n.s.
Error	45	52.074	157.483
Total	63		
Promedio (%)		20.649	16.858
C.V. (%)		34.945	74.438

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

n.s.: no significancia

De acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro 22 a los 15 dda, el testigo presentó 18.172 % de cobertura, valor estadísticamente similar a los obtenidos al aplicar la dosis baja (15.844 %), normal (17.734 %) y alta (14.172 %) de nitrógeno. Coberturas similares fueron reportadas a los 30 dda, donde el testigo presentó 13.359 %, las parcelas aplicadas con la dosis baja de nitrógeno 15.703 %, con la dosis normal 13.594 % y con la dosis alta 14.953 %.

Los resultados sugieren que *Setaria verticillata* no sería muy exigente en nitrógeno debido a que produce valores similares de cobertura con o sin aplicación de fertilizante. Sin embargo, no deja de ser importante porque puede disminuir drásticamente los rendimientos debido a su elevada producción de semillas y macollos (120 semillas/panícula y 42 hijuelos por planta) según Dekker (2004).

**Cuadro 22: Cobertura promedio de *Setaria verticillata* con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Cobertura (%)	
	15 dda*	30 dda*
Testigo sin fertilización	18.172 a	13.359 a
Dosis normal (200)	17.734 a	13.594 a
Dosis baja (160)	15.844 a	15.703 a
Dosis alta (240)	14.172 a	14.953 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultados de la primera fertilización.

El Cuadro 23 muestra la variación de cobertura de *Setaria verticillata* como respuesta a métodos de control de malezas y dosis de nitrógeno, observándose a los 15 dda parcelas sin control con 3.422 % de cobertura y parcelas deshierbadas manualmente 3.047 %, resultados estadísticamente similares. Asimismo se obtuvo 28.547 % y 30.906 % de cobertura producto de la aplicación de atrazina, ambos valores también similares.

A los 30 dda se detectaron resultados estadísticamente similares en el testigo (0.578 %), deshierbo manual (11.969 %) y en la aplicación de atrazina y posterior deshierbo (2.109 %). Parcelas donde se aplicó atrazina y luego nicosulfuron presentaron 42.953 % de cobertura. Dicho valor correspondió a follaje con síntomas de aplicación de nicosulfuron, que posteriormente ocasionó la muerte de la maleza. Este buen control de *Setaria verticillata* se puede mejorar aplicando un coadyuvante y cuando la maleza tenga de 2 a 4 hojas (James y Rahman, 1994).

El buen desempeño de nicosulfuron no solo ocurrió con gramíneas anuales, sino también con malezas de hoja ancha como *Nicandra physalodes*, *Coronopus didymus* y *Amaranthus dubius*. Esto coincide con un ensayo de James *et al.* (2000) quienes reportaron a nicosulfuron como un herbicida de amplio espectro en dicho cultivo, controlando de forma excelente malezas de hoja ancha y gramíneas a una dosis de 60 g/ha, impidiendo su crecimiento inmediatamente y secando el follaje de las malezas a las dos semanas después de la aplicación. Esta última afirmación difiere de lo encontrado porque las malezas a los

15 días después de la aplicación de nicosulfuron, aun presentaban síntomas pero no estaban secas, tal vez porque la dosis usada fue la mitad (30 g/ha) de la empleada en el citado ensayo.

De acuerdo a lo observado a los 15 dda, atrazina no controló *Setaria verticillata* (“bristly foxtail”) porque dicha especie presenta tolerancia debida a la habilidad para metabolizar el herbicida a productos inactivos. Shukla y Devine (2008) y Thompson (1972) aseveran que varias especies del género *Setaria* y *Panicum* metabolizan atrazina a sus derivados hidroxílicos y péptidos conjugados. En Invasive Species Compedium publicado por Centre for Agriculture and Biosciences International (2015) se menciona que “bristly foxtail” es algo tolerante a simazina y atrazina y el uso por un largo periodo de estos compuestos ha resultado en la acumulación de malezas en países como Portugal, Francia, Suiza y Alemania.

**Cuadro 23: Cobertura promedio de *Setaria verticillata* con cuatro métodos de control y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Cobertura (%)	
	15 dda	30 dda
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	30.906 a *	42.953 a
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	28.547 a *	2.109 b
Testigo sin ningún control	3.422 b	0.578 b
Deshierbo manual	3.047 b	11.969 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultado solo de la aplicación de atrazina.

## 4.1.2. EVALUACIONES EN EL CULTIVO

### 4.1.2.1. Altura de planta

De acuerdo al Cuadro 24 la altura de plantas de maíz no estuvo influenciada por el efecto conjunto de la dosis de nitrógeno y el control de malezas, sino cada uno ejerce efecto de manera independiente, provocando diferencias muy significativas al aplicar controles de maleza y diferencias significativas al aplicar diferentes dosis de nitrógeno.

**Cuadro 24: Análisis de variancia para la altura de plantas de maíz**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	2124.493
Dosis de nitrógeno (A)	3	1230.701 *
Control de malezas (B)	3	5077.120 **
Interacción (A*B)	9	255.881 n.s.
Error	45	299.935
Total	63	
Promedio (cm)		223.924
C.V. (%)		7.734

\* Significancia estadística al 0.05 de probabilidad

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

n.s.: no significancia

Los resultados mostrados en el Cuadro 25 evidencian que la mayor altura de planta (235.073 cm) se obtuvo en las parcelas donde se aplicó la dosis normal, resultado similar al obtenido con la dosis baja y alta (219.729 cm y 226.135 cm, respectivamente). Asimismo, la menor altura (214.760 cm) fue registrada en las parcelas donde no se fertilizó.

Es evidente el efecto positivo del nitrógeno en el desarrollo vegetativo del cultivo, sin embargo, si aplicamos dosis mayores a las recomendadas, las malezas aprovecharán mejor los fertilizantes por ser más eficientes en la absorción de nutrientes y tener mayor densidad que el cultivo. Funes (2008) menciona que las malezas absorben nutrientes más rápido que el cultivo de maíz porque son más competitivas o “hábiles” para lograrlo. Esa es la explicación al observar que la altura de planta disminuyó al aplicar la mayor dosis de nitrógeno, en tanto la biomasa y cobertura de malezas se incrementó en dicho tratamiento, tal como fue reportado en los Cuadros 10 y 16.

**Cuadro 25: Altura promedio de plantas de maíz con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Altura de planta (cm)
Dosis normal (200)	235.073 a
Dosis alta (240)	226.135 ab
Dosis baja (160)	219.729 ab
Testigo sin fertilización	214.760 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

El Cuadro 26 muestra que en las parcelas donde no se controló malezas, es evidente la menor altura del cultivo debido a la interferencia que ocasionaron dichas plantas, sobre todo *Nycandra physalodes* que forma abundante follaje y puede alcanzar hasta 1.2 m de altura en la costa norte peruana (Sagástegui, 1973), sombreando al cultivo.

Por otro lado, se comprueba que cualquier método de control de malezas favorece el crecimiento del cultivo el cual aprovecha mejor el espacio e insumos para su desarrollo, siendo notable la mayor altura de plantas en parcelas tratadas con atrazina y nicosulfuron. Estos tratamientos también propiciaron los dos mayores rendimientos de maíz como se detallará posteriormente, por lo tanto habría una relación directa entre la altura de planta y el rendimiento del híbrido P30F35. Tejada (2013) evaluó el comportamiento de 16 híbridos de maíz en La Molina, encontrando que P30F35 ocupó el tercer lugar en altura de planta y también tuvo uno de los mayores rendimientos. Sin embargo en otros híbridos la relación

puede ser inversa, tal como lo reportó Velásquez (1999), quien evaluó en el valle de Cañete 8 genotipos de maíz amarillo duro los cuales tuvieron altos rendimientos y fueron plantas de porte bajo.

**Cuadro 26: Altura promedio de plantas de maíz con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Altura de planta (cm)
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	238.781 a
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	234.781 a
Deshierbo manual	222.958 a
Testigo sin ningún control	199.177 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### 4.1.2.2. Número de plantas

En el análisis de variancia presentado en el Cuadro 27 es notorio que no hubo significancia estadística en el número de plantas de maíz luego de aplicarse las dosis de nitrógeno ni tampoco hubo interacción entre las dosis y el control de malezas. Sin embargo, la significación fue alta en el número de plantas cuando se aplicaron métodos de control de malezas.

**Cuadro 27: Análisis de variancia para el número de plantas de maíz**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	0.534
Dosis de nitrógeno (A)	3	0.406 n.s.
Control de malezas (B)	3	3.675 **
Interacción (A*B)	9	0.236 n.s.
Error	45	0.290
Total	63	
Promedio (plantas/m <sup>2</sup> )		6.787
C.V. (%)		7.309

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

n.s.: no significancia

Los resultados mostrados en el Cuadro 28 corresponden al número promedio de plantas/m<sup>2</sup> con cuatro tipos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno. Como se observa, el efecto de la dosis de nitrógeno no influye significativamente en el número de plantas ya que su principal función está relacionada al desarrollo vegetativo. Las mínimas diferencias encontradas podrían deberse a la preparación del suelo, profundidad de siembra, calidad de la semilla, humedad del suelo o golpes no sembrados por el operario.

**Cuadro 28: Número promedio de plantas de maíz/m<sup>2</sup> con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Número de plantas /m <sup>2</sup>
Dosis alta (240)	7.133 a
Dosis normal (200)	6.933 a
Testigo sin fertilización	6.567 a
Dosis baja (160)	6.523 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

Según lo reportado en el Cuadro 29, en el tratamiento sin control de malezas se detectó el menor número de plantas (44.719) que en parcelas donde se hizo deshierbo manual (56.771), donde se aplicó atrazina + deshierbo manual (55.445) y en el tratamiento atrazina + nicosulfuron (60.935), estos tres últimos, estadísticamente similares. Las parcelas que no fueron deshierbadas tuvieron gran cantidad de malezas sobre todo *Nicandra physalodes*, las que desarrollaron y crecieron tanto o más que el cultivo, apoyándose en plantas de maíz y provocando su tumbado, afectando así el número de plantas. Además, al pasar el implemento aporcadador, muchas malezas fueron llevadas cerca al cultivo, propiciando el quiebre de tallos del mismo.

**Cuadro 29: Número promedio de plantas de maíz/m<sup>2</sup> con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Número de plantas/ m <sup>2</sup>
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	7.616 a
Deshierbo manual	7.096 a
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	6.930 a
Testigo sin ningún control	5.589 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### 4.1.2.3. Índice de mazorca

Según los resultados mostrados en el Cuadro 30, no hubo interacción entre el control de malezas y la dosis de nitrógeno para el número de mazorcas por planta o índice de mazorca. Por otro lado, tampoco hubo significancia estadística en dicha variable al aplicar diferentes dosis de nitrógeno ni al variar los métodos de control de malezas.

**Cuadro 30: Análisis de variancia para el índice de mazorca**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	0.004
Dosis de nitrógeno (A)	3	0.005 n.s.
Control de malezas (B)	3	0.002 n.s.
Interacción (A*B)	9	0.004 n.s.
Error	45	0.005
Total	63	
Promedio (mazorcas/planta)		0.961
C.V. (%)		7.690

n.s.: no significancia

Se observa en el Cuadro 31 que, aunque los resultados son similares, el mayor índice de mazorca (0.980) se obtuvo con la dosis baja de nitrógeno, resultado que difiere a lo publicado por Tanaka y Yamaguchi (1981) quienes concluyeron que a dosis bajas de nitrógeno, la prolificidad no se expresa en maíces híbridos.

Estos resultados similares de índices de mazorca, coinciden con la investigación realizada por Cervantes *et al.* (2013), quienes estudiaron el efecto de la densidad y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz, reportando que tres dosis de nitrógeno no tuvieron efectos significativos en los índices de prolificidad de un maíz de cruza simple.

**Cuadro 31: Índice de mazorca promedio con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Índice de mazorca
Dosis baja (160)	0.980 a
Dosis alta (240)	0.969 a
Testigo sin fertilización	0.950 a
Dosis normal (200)	0.944 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

Según el Cuadro 32 la mayor producción de mazorcas por planta fue posible con atrazina + nicosulfuron y atrazina + deshierbo manual (0.967 y 0.971 plantas/mazorca, respectivamente), debido a la menor competencia de malezas con el cultivo. Asimismo, un buen control de malezas mejora el aprovechamiento del agua por el cultivo lo cual incrementa el índice de mazorca y el llenado de granos, características vinculadas al rendimiento. Sánchez y Nakahodo (1990) reportaron en Tarapoto que la deficiencia de humedad produjo la más baja relación mazorca/planta (0.3) y afectó tanto el llenado del grano como el rendimiento de maíces duros.

**Cuadro 32: Índice promedio de mazorca con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Índice de mazorca
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	0.971 a
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	0.967 a
Testigo sin ningún control	0.964 a
Deshierbo manual	0.941 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### 4.1.2.4. Rendimiento de grano

Según lo reportado en el análisis de variancia (Cuadro 33), las dosis de nitrógeno y control de malezas ocasionaron diferencias altamente significativas en el rendimiento de maíz grano, pero no hubo significancia en la interacción, es decir, el control de malezas y la dosis de nitrógeno influyen en el rendimiento de forma independiente. Esta no interacción entre fertilización o dosis de nitrógeno y control de malezas ha sido también reportada en los trabajos de Mendoza (1971), Ramírez (1972), Takahashi (1974), Casas (1979) y Barrios *et al.* (2010).

**Cuadro 33: Análisis de variancia para el rendimiento de grano**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	8.612
Dosis de nitrógeno (A)	3	21.533 **
Control de malezas (B)	3	72.122 **
Interacción (A*B)	9	2.678 n.s.
Error	45	3.380
Total	63	
Promedio (t/ha)		11.395
C.V. (%)		16.133

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

n.s.: no significancia

El Cuadro 34 muestra los valores de rendimientos promedio por cada control de maleza a una determinada dosis de nitrógeno. Con la dosis normal se obtuvo 12.414 t/ha y con la dosis alta 11.888 t/ha, resultados no significativamente diferentes.

La competencia por nutrientes es mayor cuando éstos son escasos, siendo mayormente beneficiadas las malezas porque se encuentran en alta densidad y son muy eficientes en la absorción. De acuerdo a lo expuesto, la alta cobertura de malezas en el testigo y la baja disponibilidad de nutrientes, propiciaron el menor rendimiento del cultivo (9.741 t/ha). Esta falta de nutrientes durante todo el ciclo del cultivo es perjudicial principalmente en la

etapa de crecimiento acelerado (10-12 hojas). Violic (2001) menciona que la etapa de 12 hojas (V12) es crítica en el manejo de la fertilidad ya que este es el período en que se determina el tamaño de la mazorca del maíz.

Tal como se observó en el Cuadro 25, la dosis normal de nitrógeno favoreció el desarrollo vegetativo de la planta lo que contribuyó a tener el mayor rendimiento de grano.

**Cuadro 34: Rendimiento promedio de grano con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento (t/ha)*
Dosis normal (200)	12.414 a
Dosis alta (240)	11.888 a
Dosis baja (160)	11.537 a
Testigo sin fertilización	9.741 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultados detallados se muestran en el Anexo 3.

Según lo reportado en el Cuadro 35, se obtuvo 8.864 t/ha con el testigo y 10.443 t/ha con el deshierbo manual, ambos sin diferencias significativas. Los tratamientos que produjeron los mayores rendimientos fueron atrazina + deshierbo manual (13.403 t/ha) y atrazina + nicosulfuron (12.870 t/ha), ambos no significativamente diferentes. La diferencia entre los rendimientos del deshierbo y los tratamientos con atrazina se debe a los 18 días de competencia de las malezas con el cultivo hasta realizar el control manual, algo que no sucedió con la aplicación de atrazina que mantuvo el campo libre de malezas de hoja ancha hasta antes del aporque.

Es evidente que el control químico, ya sea como único método o combinado con el deshierbo, disminuye la interferencia de malezas sobre todo durante la etapa crítica del maíz (desde la siembra hasta antes del aporque o los primeros 40-45 días), lo que posibilita un buen crecimiento y desarrollo del cultivo y mejores rendimientos. En un estudio sobre la interacción entre fertilización y control de malezas en tomate, Casas (1979) reportó que

los mejores promedios de rendimiento por dosis de fertilización se obtuvieron con la aplicación de metribuzin (29.735 t/ha) y con cuatro deshierbos manuales (20.741t/ha). Takahashi (1974) obtuvo los mayores rendimientos de maíz grano con cuatro niveles de fertilización aplicando atrazina y con deshierbo a lampa (7.733 y 7.443 t/ha, respectivamente).

Los altos rendimientos en los tratamientos con atrazina se debieron al excelente control de *Nicandra physalodes*, entre otras dicotiledóneas, logrado durante las seis primeras semanas, lo cual favoreció el desarrollo vegetativo del cultivo observándose las mayores alturas de planta e índices de mazorca. Esta última característica está relacionada directamente al rendimiento de grano (Vásquez *et al.*, 2003; Torres y Rodríguez, 1993).

**Cuadro 35: Rendimiento promedio de grano con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Rendimiento (t/ha) *
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	13.403 a
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	12.870 a
Deshierbo manual	10.443 b
Testigo sin ningún control	8.864 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

\* Resultados detallados se presentan en el Anexo 4.

Comparando los Cuadros 34 y 35 se observa que el máximo rendimiento fue 13.403 t/ha, logrado con 750 g/ha de atrazina + deshierbo y con cuatro dosis de nitrógeno, lo que significa que es muy importante controlar malezas y aplicar nitrógeno que no controlar malezas y fertilizar o sobrefertilizar. En este último caso, las malezas aprovecharán mejor los nutrientes por encontrarse en mayor número, lo que perjudicará al cultivo.

### 4.1.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el Cuadro 36 se evidencia que entre la fertilización y el control de malezas, la primera representa mayores gastos en el manejo agronómico de maíz grano, costando S/. 1849.8 la dosis alta y S/. 1605 la dosis baja. Estos valores se deben al alto costo de los fertilizantes (Anexo 5).

En cuanto al control de malezas, el mayor gasto lo originó el deshierbo manual (S/. 600), mientras que el uso de atrazina y nicosulfuron resultaron en un menor desembolso (S/. 262). El costo de la mano de obra es variable porque depende de la destreza del personal, la cobertura de malezas y las especies predominantes en el campo. Así tenemos que en el tratamiento de atrazina y deshierbo se utilizaron menos jornales en el control manual (Anexo 6) porque la cobertura de malezas, luego de aplicar dicho herbicida, estaba formada principalmente por *Setaria verticillata*.

Observando los costos por tratamiento, notamos que el mayor desembolso de dinero (S/. 2449.80) ocurrió al utilizar la mayor dosis de nitrógeno y el deshierbo manual, debido al alto costo que representa la mayor cantidad de úrea sumado al mayor gasto en personal. Además, como se verá más adelante en el Cuadro 37, esta mayor inversión no se tradujo en un incremento sustancial del rendimiento, por lo tanto, el ingreso y la utilidad no fueron los mejores respecto a los demás tratamientos.

**Cuadro 36: Costo de tratamientos y costo de producción sin considerar la fertilización ni el control de malezas, expresado en S/./ha**

Tratamientos	Control de malezas*	Dosis de nitrógeno*	Costo de tratamientos**	Costo de producción sin tratamientos***
<b>Sin control de malezas</b>				
Sin fertilización	0	0	0	3609.484
160 kg de N/ha (dosis baja)	0	1605	1605	3623.614
200 kg de N/ha (dosis normal)	0	1741	1741	3691.709
240 kg de N/ha (dosis alta)	0	1849.8	1849.8	3654.639
<b>Deshierbo manual</b>				
Sin fertilización	600	0	600.00	3651.964
160 kg de N/ha (dosis baja)	600	1605	2205.00	3678.888
200 kg de N/ha (dosis normal)	600	1741	2341	3708.911
240 kg de N/ha (dosis alta)	600	1849.8	2449.8	3690.018
<b>atrazina 750 g/ha y deshierbo manual</b>				
Sin fertilización	342	0	342	3707.260
160 kg de N/ha (dosis baja)	342	1605	1947	3791.937
200 kg de N/ha (dosis normal)	342	1741	2083	3752.116
240 kg de N/ha (dosis alta)	342	1849.8	2191.8	3760.284
<b>atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g /ha</b>				
Sin fertilización	262	0	262	3694.246
160 kg de N/ha (dosis baja)	262	1605	1867	3739.494
200 kg de N/ha (dosis normal)	262	1741	2003	3764.677
240 kg de N/ha (dosis alta)	262	1849.8	2111.8	3762.454

\* Los costos detallados se presentan en los Anexos 5 y 6.

\*\* Incluye el costo de la mano de obra e insumos utilizados (fertilizantes y/o herbicidas).

\*\*\* Costos variables debido al costo del tiempo de desgrane (depende del rendimiento) en la desgranadora mecánica.

De acuerdo al Cuadro 37 y en las condiciones del ensayo, con el tratamiento sin fertilización pero con control de malezas se obtuvo mayor utilidad mensual (S/. 637.709) que aplicando la menor y la mayor dosis de nitrógeno (S/. 602.550 y S/. 607.221 de utilidad mensual, respectivamente). Casas (1979) también registró la disminución de la utilidad al aplicar fertilizantes respecto al testigo sin fertilización en el cultivo de tomate, es decir, encontró que hay mayor utilidad sin fertilizar pero aplicando tres métodos de control de malezas que aplicando la dosis mínima de fertilizantes. De manera similar Takahashi (1974) reportó que al incrementar la dosis de nitrógeno de 180 kg/ha a 240 kg/ha, la utilidad disminuyó 24.7 % en el cultivo de maíz amarillo con control manual de malezas.

Hubo un ahorro de S/. 1647.744 en los costos del tratamiento sin fertilización, respecto a la dosis baja de nitrógeno y S/. 1900.91, comparado con la dosis alta de nitrógeno. Este ahorro fue posible ya que no se gastó en mano de obra ni fertilizantes, los cuales representan el 47.2 % de los costos de producción de maíz grano (Dirección General de Información Agraria del Ministerio de Agricultura, 2008). Si bien al fertilizar con la dosis baja y alta se incrementaron los rendimientos e ingresos, también hubo mayor gasto en la fertilización, por lo tanto los costos fueron mayores y la utilidad menor. Según Sánchez (2004) en maíz amarillo los mayores ingresos y utilidades se alcanzan con 180 kg de nitrógeno/ha, considerado el nivel óptimo de fertilización. De acuerdo a lo presentado en el Cuadro 37, el mayor beneficio económico se logró con 200 kg de nitrógeno/ha, valor cercano al óptimo mencionado.

**Cuadro 37: Utilidad por campaña y mensual con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro tipos de control de maleza**

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso (S./ha)	Costo de producción (S./ha)*	Utilidad (S./ha)	Utilidad mensual (S./mes/ha)
Sin fertilización	9741.243	7792.994	3966.739	3826.255	637.709
Dosis baja (160)	11537.234	9229.787	5614.483	3615.303	602.550
Dosis normal (200)	12414.128	9931.302	5771.353	4159.949	693.324
Dosis alta (240)	11888.725	9510.980	5867.649	3643.331	607.221

\* El costo de producción se obtuvo sumando el costo de cada tratamiento y el costo sin tratamientos del Cuadro 36.

Si bien el costo promedio de aplicar atrazina + nicosulfuron fue menor que el de atrazina + deshierbo manual, el rendimiento del primero fue menor que del segundo (Cuadro 38), lo que explica la reducción del ingreso y de la utilidad. No obstante, las mayores utilidades se consiguieron con el control químico de malezas (S/. 888.152 y S/. 832.554 mensual al aplicar atrazina + deshierbo y atrazina + nicosulfuron, respectivamente).

Comparando los Cuadros 37 y 38, se nota en el primero que el tratamiento sin fertilización pero con cuatro formas de control de malezas produjo mayor rendimiento y utilidad mensual que el testigo sin control de maleza con cuatro dosis de nitrógeno (Cuadro 38). Desde el punto de vista económico, no fertilizar pero emplear cualquier método de control de maleza sería más conveniente que fertilizar sin controlar malezas porque, en el primer caso, ahorramos el costo de la fertilización (con ello el costo de producción es menor) y obtenemos rendimientos relativamente aceptables producto del mejor aprovechamiento de nutrientes del cultivo sin malezas y con ello la utilidad mensual es mayor.

**Cuadro 38: Utilidad por campaña y mensual con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno**

Control de malezas	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso (S./ha)	Costo de producción (S./ha)*	Utilidad /campaña (S./ha)	Utilidad mensual (S./mes/ha)
Testigo sin ningún control	8864.050	7091.240	4943.812	2147.428	357.904
Deshierbo manual	10443.208	8354.567	5581.395	2773.171	462.195
atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	13403.454	10722.763	5393.849	5328.913	888.152
atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha	12870.617	10296.494	5301.168	4995.326	832.554

\* El costo de producción se obtuvo sumando el costo de cada tratamiento y el costo de producción sin tratamientos del Cuadro 36.

## 4.2. ENSAYO 2: COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS

### 4.2.1. EVALUACIONES EN MALEZAS

#### 4.2.1.1. Peso fresco

El Cuadro 39 muestra diferencias altamente significativas en el peso fresco de malezas, lo que significa que hubo diferencias marcadas en dicha característica, como respuesta a la aplicación de diferentes métodos de control.

**Cuadro 39: Análisis de variancia para peso fresco de malezas**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	806247.290
Tratamiento	10	1150129.960 **
Error	30	326720.440
Total	43	
Promedio (g/m <sup>2</sup> )		1117.344
C.V. (%)		51.156

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

De acuerdo al Cuadro 40 parcelas sin control de malezas presentaron en promedio 2591.1 g/m<sup>2</sup> de masa fresca, resultado estadísticamente diferente al resto de tratamientos. Esto significa que se redujo la producción de biomasa fresca de malezas en todas las parcelas donde se aplicó un método de control. Al aplicar atrazina 500, 750 y 1000 g i.a./ha se obtuvo pesos frescos de 1139.4, 1107.7 y 832.3 g/m<sup>2</sup>, respectivamente. Resultados similares fueron reportados por Fanadzo *et al.* (2010) quienes evaluaron tres dosis de atrazina en tres localidades y obtuvieron pesos frescos decrecientes con dosis de 0.75, 1.5 y 2.25 kg i.a./ha de atrazina aplicada en maíz.

De acuerdo a lo observado, al incrementar la dosis de atrazina de 750 a 1000 g/ha el peso fresco disminuyó 275.4 g/m<sup>2</sup>. Sin embargo dicha disminución no fue significativa, por lo

tanto se puede utilizar 750 g/ha de atrazina, lograr buenos resultados en producción de masa fresca de malezas, ahorrar herbicida y con ello dinero. Además, como se verá más adelante en los resultados de rendimiento, este buen control de malezas con 750 g/ha de atrazina propició uno de los mayores rendimientos de grano.

El control manual, atrazina 1000 g/ha y metribuzin 240 g/ha generaron los menores valores de peso fresco de malezas con 401.7, 832.3 y 941.6 g/m<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados se deben a que ambos herbicidas controlaron malezas dicotiledóneas, de las cuales *Nicandra physalodes* fue la más abundante. La aplicación de 1000 g/ha de pendimetalin produjo también uno de los menores pesos frescos (925.5 g/m<sup>2</sup>), sobre todo de *Setaria verticillata*, respecto al testigo sin control. Este herbicida controla mejor gramíneas que dicotiledóneas anuales (Washington State Department of Agriculture, 2004) y presenta buena selectividad en el cultivo de maíz, tanto para grano como para consumo fresco (Violic, 2001), lo cual se comprobó al no observarse fitotoxicidad en el cultivo.

**Cuadro 40: Peso fresco promedio de malezas aplicando diferentes métodos de control**

Control de malezas	Peso fresco (g/m <sup>2</sup> )
Ningún control	2591.1 a
pendimetalin 1200 g/ha	1246.6 ab
atrazina 500 g/ha	1139.4 b
atrazina 750 g/ha	1107.7 b
metribuzin 144 g/ha	1083.9 b
metribuzin 192 g/ha	1034.2 b
pendimetalin 800 g/ha	986.9 b
metribuzin 240 g/ha	941.6 b
pendimetalin 1000 g/ha	925.5 b
atrazina 1000 g/ha	832.3 b
Control manual	401.7 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### 4.2.1.2. Peso seco

De acuerdo al Cuadro 41 no hubo diferencias significativas en los tratamientos evaluados, es decir, la materia seca formada por las malezas fue similar luego de aplicarse diferentes formas de control.

**Cuadro 41: Análisis de variancia para peso seco de malezas**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	11552.426
Tratamiento	10	7226.564 n.s.
Error	30	5011.079
Total	43	
Promedio (g/m <sup>2</sup> )		140.426
C.V. (%)		50.410

n.s.: no significancia

Respecto a la comparación de promedios de peso seco (Cuadro 42), no se observaron diferencias significativas al aplicar los métodos de control de malezas. Esto significa que la acumulación de materia seca de las malezas fue afectada por la acción de los tratamientos sin distinción, excepto el testigo que presentó el mayor peso seco (230.94 g/m<sup>2</sup>) aunque fue similar al resto de tratamientos. Estos resultados coinciden con los de Pérez *et al.* (2014), quienes evaluaron en México nueve herbicidas preemergentes en tomate, obteniendo resultados de materia seca de malezas (g/m<sup>2</sup>) estadísticamente similares, sin embargo, resaltaron los menores y mayores valores.

Esta similitud en resultados se debería a que la especie de mayor cobertura en el testigo fue *Nicandra physalodes* (capulí), la cual no sería altamente extractiva en nutrientes pero si demandante de agua, por tanto la mayor interferencia la ocasiona por la formación de abundante biomasa fresca pero poca materia seca. Radosevich y Holt (1984) estudiaron los

requerimientos de agua de malezas y encontraron que algunas de las especies más demandantes son de la familia solanaceae, a la cual pertenece el “capulí”.

**Cuadro 42: Peso seco promedio de malezas aplicando diferentes métodos de control**

Control de malezas	Peso seco (g/m <sup>2</sup> )
Ningún control	230.94 a
atrazina 750 g/ha	170.32 a
atrazina 500 g/ha	168.75 a
pendimetalin 1200 g/ha	152.82 a
metribuzin 144 g/ha	143.28 a
atrazina 1000 g/ha	137.50 a
metribuzin 192 g/ha	126.57 a
pendimetalin 1000 g/ha	121.57 a
pendimetalin 800 g/ha	118.75 a
metribuzin 240 g/ha	112.66 a
Control manual	61.56 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### 4.2.1.3. Cobertura

Al realizar el análisis de variancia de los datos de cobertura (Cuadro 43), se observaron diferencias altamente significativas para los tratamientos en las dos evaluaciones, lo cual significa que al menos con uno de los tratamientos se obtuvo una cobertura de malezas diferente.

**Cuadro 43: Análisis de variancia para la cobertura**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios	
		15 dda	30 dda
Bloque	3	302.925	374.075
Tratamiento	10	227.436 **	1107.969 **
Error	30	35.041	151.059
Total	43		
Promedio (%)		21.179	39.035
C.V. (%)		27.950	31.486

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

Luego de realizar la comparación de promedios de cobertura a los 15 dda (Cuadro 44), se observa que el menor valor (3.938%) se obtuvo con pendimetalin 1200 g/ha, el cual fue estadísticamente similar al obtenido con metribuzin 240 g/ha (5.063 %) entre otros herbicidas. En general, el control de malezas con 1000 y 1200 g/ha de pendimetalin, 240 g/ha de metribuzin y 750 g/ha de atrazina originaron las menores coberturas tanto a los 15 dda como a los 30 dda, mostrando pendimetalin y metribuzin, buen control de *Setaria verticillata* a las dosis mencionadas y atrazina tuvo buen desempeño sobre *Nicandra physalodes*, tal como se detallará más adelante.

**Cuadro 44: Cobertura promedio de malezas aplicando diferentes métodos de control**

Control de malezas	Cobertura total (%)	
	15 dda	30 dda
Ningún control	32.688 a	93.63 a
Control manual	22.313 ab	14.06 b
pendimetalin 800 g/ha	20.813 abc	37.06 b
atrazina 1000 g/ha	20.688 abc	51.94 ab
atrazina 500 g/ha	17.750 abc	54.51 ab
atrazina 750 g/ha	16.625 abc	45.94 b
pendimetalin 1000 g/ha	10.125 bc	27.81 b
metribuzin 144 g/ha	9.375 bc	24.00 b
metribuzin 192 g/ha	6.875 bc	31.33 b
metribuzin 240 g/ha	5.063 c	30.94 b
pendimetalin 1200 g/ha	3.938 c	19.00 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### **4.2.1.4. Cobertura de *Nicandra physalodes***

Luego de realizar el análisis de varianza a la cobertura de *Nicandra physalodes* (“capulí”) a los 15 y 30 dda (Cuadro 45), se encontraron diferencias altamente significativas en los tratamientos, es decir, la aplicación de los métodos de control ocasionaron diferencias en la cobertura de dicha especie.

**Cuadro 45: Análisis de variancia para la cobertura de *Nicandra physalodes***

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios	
		15 dda	30 dda
Bloque	3	97.375	229.272
Tratamiento	10	252.599 **	1557.213 **
Error	30	32.967	150.397
Total	43		
Promedio (%)		9.177	25.366
C.V. (%)		62.566	48.345

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

De acuerdo a la comparación de promedios de cobertura de “capulí” (Cuadro 46), se evidencia que el mayor valor le corresponde a parcelas sin control (22.688 %), siendo estadísticamente similar al deshierbo manual (10.750 %), ambos diferentes del resto de tratamientos, a los 15 dda.

Debido al buen efecto que tiene atrazina sobre malezas dicotiledóneas, se registró uno de los menores valores de cobertura de “capulí” en ambas evaluaciones. Este buen control también ha sido reportado por Aguirre (2000), quien estudió la residualidad y el control de cinco dosis de atrazina en maíz dulce, encontrando que con 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 kg i.a./ha se logró el 100 % de control de *Nicandra physalodes* a las dos y cuatro semanas después de la aplicación.

Se detectó un buen desempeño de pendimetalin, obteniendo 0 % de cobertura a los 15 dda y 6.06 % a los 30 dda a una dosis de 1200 g/ha, aunque PLM Perú (2013) recomienda 800 g i.a./ha para controlar “capulí”, pero en otros cultivos. Las menores dosis de dicho herbicida (800 g/ha y 1000 g/ha), propiciaron los mayores valores de cobertura (23.81 % y 19.38 %, respectivamente) a los 30 dda, incrementándose respecto a la primera evaluación. Esto significa que a los 30 días después de la aplicación, la cantidad de herbicida no fue suficiente para controlar bien a la maleza, por lo tanto su cobertura se incrementó.

De acuerdo a lo reportado en el presente ensayo, el control de dicotiledóneas con pendimetalin, mejoró al incrementar la dosis recomendada a 1200 g/ha sin afectar al cultivo. También es factible mezclarlo con herbicidas compatibles como atrazina, metribuzin y linuron (Weed Science Society of America, 1983). Ampong (1996) recomendó la mezcla de 1 kg/ha de atrazina con 1.5-2 kg/ha de pendimetalin para lograr un excelente control de malezas en maíz.

**Cuadro 46: Cobertura promedio de *Nicandra physalodes* aplicando diferentes métodos de control**

Control de malezas	Cobertura (%)	
	15 dda	30 dda
Ningún control	22.688 a	93.63 a
Control manual	10.750 ab	6.31 b
pendimetalin 800 g/ha	5.438 b	23.81 b
atrazina 500 g/ha	4.563 b	17.88 b
metribuzin 192 g/ha	2.938 b	16.06 b
metribuzin 240 g/ha	2.375 b	24.13 b
metribuzin 144 g/ha	1.813 b	9.50 b
pendimetalin 1000 g/ha	1.500 b	19.38 b
atrazina 750 g/ha	0.938 b	9.31 b
atrazina 1000 g/ha	0.125 b	6.81 b
pendimetalin 1200 g/ha	0.000 b	6.06 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### **4.2.1.5. Cobertura de *Setaria verticillata***

De acuerdo al Cuadro 47 la aplicación de métodos de control provocaron diferencias altamente significativas en la cobertura de *Setaria verticillata* (“cola de zorro”) a los 15 y 30 dda.

**Cuadro 47: Análisis de variancia para la cobertura de *Setaria verticillata***

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios	
		15 dda	30 dda
Bloque	3	129.500	89.670
Tratamiento	10	167.990 **	624.436 **
Error	30	35.156	93.280
Total	43		
Promedio (%)		14.652	20.305
C.V. (%)		40.465	47.563

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

Al realizar la comparación de promedios de cobertura (Cuadro 48), se evidencia que el mejor control de “cola de zorro” se logró con 1000 g/ha de pendimetalin, obteniendo 1.875 % y 3.125 % de cobertura para cada evaluación. Estos resultados se esperaban ya que dicha especie es susceptible a pendimetalin entre otros herbicidas tales como linuron, metobromuron, prometrin, trifluralin, setoxidim, fenoxaprop, haloxifop, fluazifop y glifosato (Centre for Agriculture and Biosciences International, 2015).

A los 30 dda, 0 % de cobertura en el tratamiento sin control no indica la ausencia de la especie, sino que refleja el sombreado por *Nicandra physalodes*, especie con mayor producción de follaje. Asimismo, los mayores valores de cobertura de “cola de zorro” se obtuvieron con la aplicación de atrazina, herbicida que no controla dicha especie. A los 15 dda, con 500 g/ha se obtuvo 12.938 %, 15.438 % con 750 g/ha y 20.563 % de cobertura con 1000 g/ha. Resultados similares se observaron a los 30 dda. Este escaso control también ha sido publicado por Muller (2008) quien asevera que la poca eficacia de atrazina en el control de malezas de los géneros *Panicum* y *Setaria* ha sido reportada desde 1958 en Estados Unidos y Suiza. Gast (1970) coincide al referir que atrazina muestra una tendencia a seleccionar especies de géneros relativamente tolerantes como *Panicum* y *Setaria*.

En general, el control de *Setaria verticillata* fue aceptable con metribuzin, sobre todo utilizando la mayor dosis (240 g/ha), con la cual se lograron las menores coberturas (2.688

% y 6.813 %) para cada evaluación. Este buen control es similar al reporte de James y Rahman (2009), quienes obtuvieron el segundo mejor control de *Setaria verticillata* (5.6 plántulas en promedio por maceta) con metribuzin a una dosis de 0.53 kg/ha y 2.1 kg/ha de acetoclor en maíz a las ocho semanas después de la aplicación.

Este buen desempeño de metribuzin en la maleza fue publicado por Simoneaux y Gould (2008) quienes aseguran que, aplicado en preemergencia o postemergencia temprana, controla gramíneas y dicotiledóneas anuales en maíz y en otros cultivos tales como soya, papa, caña de azúcar, cereales. Asimismo, otros autores reafirman el buen control sobre gramíneas, aunque a dosis mayores que las utilizadas en maíz amarillo duro. Lewis (1981), citado por Coats *et al.* (2008), reportó que una dosis de 0.8 kg i.a./ha de metribuzin aplicado en preemergencia en *Cynodon dactylon* (“pasto bermuda”) controló las gramíneas anuales *Digitaria sanguinalis* y *Digitaria ischaemum*, en fase de pleno crecimiento.

**Cuadro 48: Cobertura promedio de *Setaria verticillata* aplicando diferentes métodos de control**

Control de malezas	Cobertura (%)	
	15 dda	30 dda
atrazina 1000 g/ha	20.563 a	45.000 a
atrazina 750 g/ha	15.438 ab	36.625 ab
atrazina 500 g/ha	12.938 ab	35.875 ab
Control manual	11.563 ab	6.688 bc
metribuzin 144 g/ha	7.438 ab	14.500 bc
pendimetalin 800 g/ha	6.688 ab	7.625 bc
Ningún control	4.938 b	0.000 c
metribuzin 192 g/ha	3.750 b	14.125 bc
metribuzin 240 g/ha	2.688 b	6.813 bc
pendimetalin 1200 g/ha	2.125 b	5.313 c
pendimetalin 1000 g/ha	1.875 b	3.125 c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

En resumen, es posible utilizar solo la mayor dosis de pendimetalin (1200 g/ha) para obtener un buen control tanto de *Nicandra physalodes* como de *Setaria verticillata* en el cultivo de maíz amarillo duro o sino disminuir la dosis de pendimetalin a 1000 g/ha, pero mezclándolo con 750 g/ha de atrazina, para ampliar el control a “capulí”. La decisión de mezclarlos también dependerá de la evaluación de costos, beneficios económicos y los efectos positivos en la producción de materia seca del cultivo, tal como lo mencionan algunos estudios. Un ensayo de García y Mejía (2005), quienes evaluaron la eficacia y periodo de control de malezas con herbicidas y sus mezclas, evidenció que 30 g i.a./ha de nicosulfuron + 1000 g i.a./ha de atrazina y 1320 g i.a./ha de pendimetalin + 1500 g i.a./ha de atrazina incrementaron el peso seco y el rendimiento de maíz.

#### 4.2.2. EVALUACIONES EN EL CULTIVO

##### 4.2.2.1. Altura de planta

Los métodos de control de malezas ocasionaron diferencias altamente significativas en la altura de plantas de maíz, tal como se observa en el Cuadro 49.

**Cuadro 49: Análisis de variancia para la altura de plantas de maíz**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	213.877
Tratamiento	10	343.700 **
Error	30	105.651
Total	43	
Promedio (cm)		243.363
C.V. (%)		4.223

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

En la comparación de promedios de altura de plantas del híbrido Pioneer 30F35 (Cuadro 50), los tratamientos que permitieron el mayor desarrollo vegetativo del cultivo fueron el

control manual, pendimetalin 1200 g/ha y atrazina 750 g/ha, llegando a 253.917, 251.292 y 251.333 cm de altura de planta, respectivamente. Asimismo no afectaron el normal crecimiento del cultivo, ya que dichos valores se encuentran dentro del rango de 250 a 270 cm de altura de planta registrada en diversos valles maiceros de la costa (Dupont, 2015). Esta característica de la planta es importante porque, sumada a un óptimo manejo agronómico, determina la máxima expresión del rendimiento en el híbrido en mención.

Por otro lado, se puede afirmar que el escaso efecto de los herbicidas en el crecimiento del cultivo se debe a que no ocasionaron fitotoxicidad, desarrollándose el cultivo normalmente a las dosis aplicadas.

**Cuadro 50: Altura promedio de plantas de maíz al aplicar diferentes métodos de control de malezas**

Control de malezas	Altura de planta (cm)
Control manual	253.917 a
atrazina 750 g/ha	251.333 a
pendimetalin 1200 g/ha	251.292 a
pendimetalin 1000 g/ha	248.250 a
atrazina 1000 g/ha	245.375 ab
atrazina 500 g/ha	245.042 ab
metribuzin 144 g/ha	243.750 ab
metribuzin 192 g/ha	242.917 ab
metribuzin 240 g/ha	238.042 ab
pendimetalin 800 g/ha	236.375 ab
Ningún control	220.708 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### 4.2.2.2. Número de plantas

Luego de realizar el análisis de variancia (Cuadro 51), no se reportaron efectos significativos en el número de plantas de maíz/m<sup>2</sup> en parcelas que fueron tratadas con diferentes métodos de control de malezas.

**Cuadro 51: Análisis de variancia para el número de plantas de maíz/m<sup>2</sup>**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	0.008
Tratamiento	10	0.187 n.s.
Error	30	0.127
Total	43	
Promedio (plantas/m <sup>2</sup> )		53.278
C.V. (%)		4.899

n.s.: no significancia

Se aprecia en el Cuadro 52 que el número de plantas de maíz no fue afectado por el tipo de control de malezas, sin embargo, el menor número promedio de plantas/m<sup>2</sup> (5.674) se obtuvo en el tratamiento sin control, lo cual se debe al “tumbado” del cultivo por plantas muy desarrolladas de *Nicandra physalodes*.

Este efecto en el número de plantas fue posible porque el cultivo presentó selectividad a los herbicidas y dosis utilizadas, por lo tanto, la densidad de siembra no se vio alterada. Sin embargo, la variación en el número de plantas se debió a fallas en la siembra y a la calidad de la semilla, y no a los herbicidas aplicados.

**Cuadro 52: Número promedio de plantas de maíz/m<sup>2</sup> al aplicar diferentes métodos de control de malezas**

Control de malezas	Número de plantas/m <sup>2</sup>
metribuzin 192 g/ha	7.126 a
atrazina 1000 g/ha	6.962 a
pendimetalin 1200 g/ha	6.928 a
atrazina 500 g/ha	6.806 a
pendimetalin 1000 g/ha	6.802 a
metribuzin 240 g/ha	6.775 a
metribuzin 144 g/ha	6.735 a
atrazina 750 g/ha	6.559 a
pendimetalin 800 g/ha	6.487 a
Control manual	6.457 a
Ningún control	5.674 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### **4.2.2.3. Índice de mazorca**

En el Cuadro 53 se observa que ningún método de control de maleza ocasionó efectos significativos en el número de mazorcas por planta, es decir, los índices de mazorca de cada tratamiento no fueron alterados significativamente al aplicarse los métodos de control de malezas.

**Cuadro 53: Análisis de variancia para el índice de mazorca**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	0.001
Tratamiento	10	0.002 n.s.
Error	30	0.001
Total	43	
Promedio (mazorcas/planta)		0.979
C.V. (%)		4.563

n.s.: no significancia

En el Cuadro 54 se registran los promedios de índices de mazorca por tipo de control de maleza. Estos resultados son similares a los que reportó Ramírez (1972) quien evaluó el efecto del control de malezas en rendimiento y sus componentes en dos híbridos de maíz amarillo, no encontrando diferencias significativas en el índice de mazorca al utilizar cinco tipos de control de maleza.

En el presente ensayo no varió el número de mazorcas por planta con el control de maleza, sin embargo puede cambiar con otras labores culturales. Sánchez, (2004) asevera que aunque la prolificidad es característica de cada híbrido, puede variar con el manejo del cultivo, especialmente con la densidad de siembra. Espinosa *et al.* (2004) evaluaron poblaciones prolíficas de maíz duro y encontraron que con 30000 plantas/ha el índice fue 1.7 mazorcas/planta, pero si aumentaba la densidad a 65000 plantas/ha, el índice era 1.4 mazorcas/planta. Arca (1964) asevera que en poblaciones altas, disminuye la capacidad de las plantas de producir más de una mazorca, aumentando el número de plantas que presentan mazorcas vanas.

Si bien el número de mazorcas por planta del testigo fue similar al resto de tratamientos, dichas mazorcas desarrollaron menos, producto de la interferencia de malezas, por lo tanto el rendimiento fue afectado, tal como se tratará más adelante.

**Cuadro 54: Índices de mazorca promedio al aplicar diferentes métodos de control de malezas**

Control de malezas	Índice de mazorca
metribuzin 240 g/ha	1.017 a
pendimetalin 1000 g/ha	1.011 a
pendimetalin 1200 g/ha	1.009 a
atrazina 1000 g/ha	0.987 a
Control manual	0.985 a
atrazina 500 g/ha	0.973 a
atrazina 750 g/ha	0.969 a
metribuzin 144 g/ha	0.966 a
Ningún control	0.955 a
metribuzin 192 g/ha	0.949 a
pendimetalin 800 g/ha	0.943 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

#### **4.2.2.4. Rendimiento de grano**

De acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro 55, existieron diferencias significativas en el rendimiento de las parcelas de maíz tratadas con los diferentes tipos de control.

**Cuadro 55: Análisis de variancia para rendimiento de grano**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios
Bloque	3	1.992
Tratamiento	10	3.314 **
Error	30	0.794
Total	43	
Promedio (t/ha)		13.163
C.V. (%)		6.769

\*\* Significancia estadística al 0.01 de probabilidad

De acuerdo al Cuadro 56 cualquier método de control de maleza fue mejor que el testigo sin control, sin embargo los máximos rendimientos se obtuvieron con el control manual, pendimetalin 1000 g/ha y atrazina 750 g/ha, con valores de 14.218, 13.871 y 14.119 t/ha, respectivamente. El rendimiento ligeramente superior del control manual sobre atrazina 750 g/ha se debió a que el tratamiento con deshierbo presentó tanto el menor peso fresco como la menor cobertura de malezas durante los primeros 45 días del ciclo del cultivo. Aun así el uso de 750 g/ha de atrazina propició uno de los mayores rendimientos debido al excelente control de *Nicandra physalodes* (entre otras malezas de hoja ancha), permitiendo que las plantas desarrollen con poca competencia los primeros 45 días, favoreciendo el desarrollo vegetativo del cultivo (mayor altura de planta). Por esta razón dicha dosis de atrazina fue la mejor, lo que coincide con los fabricantes, quienes recomiendan la aplicación de 500 a 1000 g/ha de atrazina por campaña de maíz. Fanadzo *et al.* (2010), evaluaron el efecto de tres dosis de atrazina en maíz, reportando que uno de los mayores rendimientos de grano se obtuvo con 500 g i.a./ha. Resultados similares fueron publicados por Aguirre (2000) quien reportó que las dosis de 0.5 kg y 1 kg /ha de atrazina produjeron los mayores rendimientos en maíz.

Tal como se indica en los Cuadros 46 y 48, pendimetalin 1000 g/ha controló mejor a *Setaria verticillata* que a *Nicandra physalodes*, por lo tanto el menor rendimiento mostrado

respecto al control manual y 750 g/ha de atrazina, se debió a la mayor competencia de “capulí”.

En cuanto al efecto de metribuzin, se observó un mejor resultado (13.283 t/ha) con la aplicación de 144 g/ha. Estos resultados son similares a los publicados por Hamill y Zhang (1995) quienes evaluaron el efecto en maíz de dosis reducidas de metribuzin y encontraron que aplicado en postemergencia temprana 0.10 kg/ha combinado con 0.28 kg/ha de 2, 4 D se obtuvo el mayor rendimiento (12 t/ha).

En general, la similitud entre rendimientos se debió principalmente al no alterarse significativamente el índice de mazorcas, característica directamente relacionada al rendimiento de maíces híbridos.

**Cuadro 56: Rendimiento promedio de grano al aplicar diferentes métodos de control de malezas**

Control de malezas	Rendimiento (t/ha)
Control manual	14.218 a
atrazina 750 g/ha	14.119 a
pendimetalin 1000 g/ha	13.871 a
pendimetalin 1200 g/ha	13.355 a
metribuzin 144 g/ha	13.283 a
atrazina 1000 g/ha	13.194 a
metribuzin 192 g/ha	13.163 a
atrazina 500 g/ha	13.129 a
metribuzin 240 g/ha	13.088 a
pendimetalin 800 g/ha	12.510 ab
Ningún control	10.866 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad).

### 4.2.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se reporta en el Cuadro 57 que el control manual fue el de mayor costo (S/.600) en el manejo agronómico del maíz grano, mientras que las aplicaciones de tres dosis de atrazina fueron los métodos de control más económicos, siendo la dosis 500 g/ha la de menor costo (S/.328). Además, comparando sólo el control químico, se observó que la aplicación de pendimetalin fue la más costosa, aunque la dosis 1000 g/ha produjo la tercera mayor utilidad mensual (Cuadro 58).

Estos resultados reafirman que el control manual solo se debe realizar en campos de poca extensión o de manera localizada, debido a que cada vez la mano de obra para el deshierbo es más escasa y costosa.

**Cuadro 57: Costo de tratamientos y costo de producción sin considerar el control de malezas**

Control de malezas	Costo por tratamiento*	Costo de producción sin tratamientos**
Ningún control	0	5642.428
Control manual	600	5722.206
pendimetalin 800 g/ha	418	5681.555
pendimetalin 1000 g/ha	447,5	5713.947
pendimetalin 1200 g/ha	477	5701.666
atrazina 500 g/ha	328	5696.287
atrazina 750 g/ha	342	5719.849
atrazina 1000 g/ha	356	5697.834
metribuzin 144 g/ha	348.6	5699.953
metribuzin 192 g/ha	364.8	5697.097
metribuzin 240 g/ha	381	5695.312

\* Incluye el costo de la mano de obra (aplicación y un deshierbo posterior) y los herbicidas utilizados. En el Anexo 7 se detallan dichos costos.

\*\* Costos variables debido a la cantidad de grano procesado por la desgranadora mecánica.

Los resultados del Cuadro 58 muestran que el máximo beneficio económico (S/.872.225 mensual) se logró con la aplicación de 750 g/ha de atrazina, seguido del control manual (S/.842.032) y pendimetalin 1000 g/ha (S/.822.558). Si bien dicha dosis de atrazina no produjo mayor rendimiento que el control manual, el costo de producción (S/ 6061.849 /ha) fue menor que el deshierbo (S/.6322.206 /ha), por lo tanto la utilidad por campaña fue mayor.

**Cuadro 58: Ingreso y utilidad mensual al aplicar diferentes tipos de control de malezas**

Control de malezas	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso (S./ha)	Costo de producción (S./ha)*	Utilidad /campaña (S./ha)	Utilidad mensual (S./mes/ha)
Ningún control	10866	8692.8	5642.428	3050.371	508,395
Control manual	14218	11374.4	6322.206	5052.194	842.032
pendimetalin 800 g/ha	12510	10008	6099.555	3908.444	651.407
pendimetalin 1000 g/ha	13871	11096.8	6161.447	4935.352	822.558
pendimetalin 1200 g/ha	13355	10684	6178.666	4505.333	750.888
atrazina 500 g/ha	13129	10503.2	6024.287	4478.912	746.485
atrazina 750 g/ha	14119	11295.2	6061.849	5233.350	872.225
atrazina 1000 g/ha	13194	10555.2	6053.834	4501.365	750.227
metribuzin 144 g/ha	13283	10626.4	6048.553	4577.847	762.974
metribuzin 192 g/ha	13163	10530.4	6061.897	4468.503	744.750
metribuzin 240 g/ha	13088	10470.4	6076.312	4394.088	732.348

\* El costo de producción se obtuvo sumando el costo de cada tratamiento y el costo sin tratamientos del Cuadro 57.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las condiciones del presente trabajo, se llegaron a las siguientes conclusiones:

En el ensayo sobre interacción entre dosis de nitrógeno y control de malezas no se encontró interacción entre el control de malezas y la dosis de nitrógeno para ninguna característica evaluada, tanto del cultivo como de malezas, por lo que cada factor influyó en las características de forma independiente.

No se obtuvo diferencias significativas en el peso fresco, peso seco, cobertura total y por especie de maleza al aplicar cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas por cada dosis. También en el cultivo se reportó no significancia en el número de plantas de maíz/m<sup>2</sup> y en el número de mazorcas por planta o índice de mazorca, aplicando los tratamientos mencionados.

La aplicación de la dosis normal de nitrógeno (200 kg/ha) con cuatro métodos de control de malezas, propició la mayor altura de planta de maíz y el mayor rendimiento de grano.

El tratamiento atrazina 750 g/ha + deshierbo manual aplicado con cuatro dosis de nitrógeno generó el menor peso fresco, peso seco y cobertura de malezas, especialmente de *Nicandra physalodes*. Además, propició la menor cobertura de *Setaria verticillata* debido al deshierbo manual.

En el cultivo, los más altos valores de altura de planta se lograron con la aplicación de atrazina 750 g/ha + nicosulfuron 30 g/ha y atrazina 750 g/ha + deshierbo manual junto con cuatro dosis de nitrógeno. Con estos mismos tratamientos se obtuvo los mayores rendimientos de grano.

Tanto el número de plantas de maíz/m<sup>2</sup> como el índice de mazorca no se vieron significativamente afectados al aplicar cada método de control de maleza con cuatro dosis de nitrógeno cada uno. Sin embargo, el menor número de plantas de maíz fue reportado en las parcelas sin deshierbo.

Los máximos beneficios económicos mensual y por campaña se lograron utilizando la dosis normal de nitrógeno (200 kg/ha) con cuatro formas de control de maleza y aplicando 750 g/ha de atrazina + deshierbo manual con cuatro dosis de nitrógeno.

En el ensayo sobre la comparación de métodos de control de malezas, las aplicaciones de herbicidas produjeron valores similares de peso fresco de malezas. Sin embargo, los menores pesos se lograron con el control manual, atrazina 1000 g/ha y pendimetalin 1000 g/ha. Asimismo, ningún método de control resultó en diferencias significativas en el peso seco de malezas.

En la cobertura total de malezas, los tratamientos que favorecieron los menores valores fueron pendimetalin 1200 g/ha, las tres dosis de metribuzin y el deshierbo manual. Respecto al control de especies predominantes, *Nicandra physalodes* fue mejor controlada con 1200 g/ha de pendimetalin, 750 y 1000 g/ha de atrazina, mientras que la menor cobertura de *Setaria verticillata* se obtuvo con la aplicación de 1000 y 1200 g/ha de pendimetalin y 240 g/ha de metribuzin.

La mayor altura de planta de maíz fue posible con el control manual, resultado similar al que se produjo con la aplicación de atrazina 750 g/ha y pendimetalin 1200 g/ha. Asimismo, estos tratamientos propiciaron los tres mayores rendimientos de grano.

Tanto el número de plantas/m<sup>2</sup> como el índice de mazorcas, no fueron significativamente diferentes al aplicar diferentes métodos de control de malezas.

Los tratamientos con los que se obtuvo los mayores ingresos/mes y por campaña fueron atrazina 750 g/ha, seguido del control manual y pendimetalin 1000 g/ha.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Replicar los ensayos en diferentes épocas en las regiones de mayor superficie sembrada de maíz amarillo duro como San Martín, La Libertad y/o Lambayeque, utilizando los híbridos y herbicidas habituales, con el objeto de otorgarle al productor alternativas económicas y eficaces de control de malezas.

Evaluar los efectos de mezclas y dosis de herbicidas en el cultivo y malezas, comparando los costos y beneficios económicos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMES, S. 2008. Evaluación del efecto del herbicida nicosulfuron sobre diferentes materiales genéticos de maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Cabudare, Venezuela. 60 p.
- AGUIRRE, D. 2000. Evaluación técnica y económica del control de malezas con atrazina en maíz dulce y su residualidad en el suelo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 46 p.
- ALDRICH, S. y LENG, E. 1974. Producción Moderna del Maíz. Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur S.R.L. Buenos Aires, Argentina. 310 p.
- AMPONG, K. 1996. Manejo de malezas en cereales tropicales: maíz, sorgo y mijo. En: Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. FAO. Roma. p 280-286.
- ARCA, M. N. 1964. Rendimientos obtenidos en maíces híbridos bajo diferentes densidades de siembra y dosis de abonamiento en la región de la Costa Peruana. Anales Científicos 2 (4): 387-389.
- AUSKALNIENĒ, O. and AUSKALNIS, A. 2006. Effect of sulfonylurea herbicides on weeds and maize. Agronomy Research 4 (Special issue): 129-132.
- BARRIOS, A.; LÓPEZ, A.; NIETO, V.; BURGOS, N.; YAYA, M. y GONZÁLEZ, I. 2010. Efecto del control de malezas y fertilización sobre el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb en el Departamento del Tolima, Colombia. Colombia Forestal 14(1): 31-40.
- BEINGOLEA, L.; MANRIQUE, A.; FEGAN, W.; SÁNCHEZ, H.; NORIEGA, V.; BORBOR, M.; CHURA, J.; CASTILLO, J. y SARMIENTO, J. 1993. Manual del maíz para la costa. Primera Edición. Publicación de la Coordinación General de la Actividad Difusión de Tecnología del Proyecto TTA. Lima, Perú. 93 p.
- BOOTH, B.; MURPHY, S. and SWANTON, C. 2003. Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems. CABI Publishing. Oxfordshire, UK. 303 p.

BUNTING, A. 1960. Some reflections on the ecology of weeds. In: The Biology of Weeds. A Symposium of The British Ecological Society. Edited by John Harper. Oxford, UK. p. 11-26.

CARBONELL, E. y CELIS, J. 1992. Cultivo del maíz amarillo duro. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. Guía didáctica N° 1. Chiclayo, Perú. 58 p.

CASAS, A. 1979. Interrelación entre control de malezas y fertilización en el cultivo de tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 106 p.

CENTRE FOR AGRICULTURE AND BIOSCIENCES INTERNATIONAL (CABI). 2015. *Setaria verticillata* (bristly foxtail). In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK. En línea. Consultado el 13 de marzo de 2015. Disponible en <http://www.cabi.org/isc/datasheet/49775>

CERNA, L. 1994. Manejo Mejorado de Malezas. Primera edición. Editorial Libertad. Trujillo, Perú. 320 p.

CERNA, L. 2013. Ciencia y Tecnología de Malezas. Primera edición. Fondo Editorial UPAO. Trujillo, Perú. 429 p.

CERVANTES, F.; COVARRUBIAS, J.; RANGEL, J.; TERRÓN, A.; MENDOZA, M. y PRECIADO, R. 2013. Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 24(1):101-110.

COATS, G.; TAYLOR, J. and KELLY, S. 2008. Benefits of Triazine Herbicides in Turf. In: The Triazine Herbicides. 50 Years Revolutionizing Agriculture. Edited by H. M. LeBaron, J. E. McFarland and O. C. Burnside. First Edition. Amsterdam. p 235-242.

DEKKER, J. 2004. Evolutionary biology of the foxtail (*Setaria*) species-group. In: *Weed Biology and Management*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. p. 65-113.

DIRECCIÓN GENERAL DE INFORMACIÓN AGRARIA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2008. Costos de producción y rentabilidad del maíz amarillo duro. Segundo Semestre 2008 (en línea). Consultado el 20 de julio de 2015. Disponible en [http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/costo\\_de\\_produccion\\_de\\_maiz\\_amarillo.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/costo_de_produccion_de_maiz_amarillo.pdf)

DOLL, J. 1972. Labores realizadas durante el año 1972. Programa de Control de Malezas del Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 48 p.

DONOSO, J.; GERDING, V.; UTEAU, D.; SOTO, D.; THIERS, O. Y DONOSO, C. 2007. Efecto de fertilización y cobertura de malezas en el crecimiento inicial y la mortalidad de una plantación de *Nothofagus dombeyi* en la Cordillera de Los Andes. Revista Bosque 28(3): 249-255.

DUPONT. 2015. Maíz Amarillo Duro Híbrido Pioneer 30F35 (en línea). Consultado el 20 de julio de 2015. Disponible en <http://www.pioneer.com/web/site/peru/productos/maiz/30f35/>

ESPINOSA, E.; MENDOZA, M. y ORTIZ, J. 2004. Rendimiento de grano y sus componentes en poblaciones prolíficas de maíz, en dos densidades de siembra. Revista Fitotecnia Mexicana 27 (39): 39- 41.

ETCHEVERS, J. 2008. El Cultivo del Maíz. Temas Selectos. Colegio de Postgraduados. Primera edición. Mundi-Prensa México. p. 1-27.

FANADZO, M.; CHIDUZA, C. and MNKENI, P. 2010. Reduced dosages of atrazine and narrow rows can provide adequate weed control in smallholder irrigated maize (*Zea mays* L.) production in South Africa. African Journal of Biotechnology 9(45): 7660-7666.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS DE COLOMBIA. 2010. El Cultivo del Maíz, Historia e Importancia (en línea). Consultado

15 de agosto de 2014. Disponible en [http://www.observatorioedsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el\\_cultivodel\\_maiz\\_historia\\_e\\_importancia.pdf](http://www.observatorioedsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_cultivodel_maiz_historia_e_importancia.pdf)

FUNES, C. 2008. El Cultivo del Maíz. Temas Selectos. Colegio de Postgraduados. Primera edición. Mundi-Prensa México. p. 63-88.

GARCÍA, L. y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. 1991. Fundamentos sobre Malas Hierbas y Herbicidas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. 348 p.

GARCÍA, P. y MEJÍA, J. 2005. Control químico de malezas en maíz en un sistema de siembra directa. *Agronomía Tropical* 55(3): 363-380.

GAST, A. 1970. Use and performance of triazine herbicides on major crops and major weeds throughout the world. *Residue Rev.*, 32: 11–18.

GILL, H. 1985. La función de la escarda manual y mecánica en el control de malezas en los países en desarrollo. En: *Mejoramiento del Control de Malezas. Acta de consulta de expertos FAO/IWWSS sobre mejoramiento del control de malezas en países en desarrollo.* p. 21-32.

HAMILL, A. and ZHANG, J. 1995, Herbicide reduction in metribuzin-based weed control programs in corn. *Canadian Journal of Plant Science*, 75: 927-933.

HELFGOTT, S. 1977. Control de Malezas. Biblioteca Agropecuaria del Perú. NETS, Ed. Lima, Perú. 64 p.

HELFGOTT, S. 1996. *Pennisetum clandestinum* Hoechst. ex Choiv. En: *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo.* FAO. Roma. p. 81 y 82.

HERNÁNDEZ, M.; MEJIA, J. y LAZO, J. 2000. Evaluación de nicosulfuron (4% SC) en el control de malezas en maíz (*Zea mays* L.). *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 26:1-13.

HOLM, L. 1971. The role of weeds in human affairs. *Weed Science* 19: 485-490.

HOLM, L.; DOLL, J.; HOLM, E.; PANCHO, J. and HERBERGER, J. 1997. World Weeds. Natural Histories and Distribution. Wiley and Sons. New York, USA. 1115 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. 2013 a. Producción Nacional: Agosto 2013. Informe Técnico N° 10 - Octubre 2013 (en línea). Consultado 15 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-produccion-nacional-agosto-2013.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. 2013 b. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (en línea). Consultado 20 de mayo de 2014. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=1378&verPor=&idTipoElemento=&idTipoFuente=>

JAMES, T. and RAHMAN, A. 1994. Effect of adjuvants and stage of growth on the efficacy of three sulfonylurea herbicides to grass weeds. Proceedings of the Forty Seventh New Zealand Plant Protection Conference, Waitangi, New Zealand: 11-16.

JAMES, T. and RAHMAN, A. 2009. Efficacy of pre-emergence herbicides on three annual grass weeds in different soils. New Zealand Plant Protection 62: 356-362.

JAMES, T., RAHMAN, A. and MELLISOP, J. 2000. Weed competition in maize crop under different timings for post-emergence weed control. New Zealand Plant Protection 53:269-272

KOCH, W.; BESHIR, M. y UNTERLADSTATTER, R. 1985. Pérdidas de cultivos causadas por malezas. En: Mejoramiento del Control de Malezas. Acta de consulta de expertos FAO/IWWSS sobre mejoramiento del control de malezas en países en desarrollo. p. 265-285.

KOGAN, M. 1992. Malezas: Ecofisiología y Estrategias de Control. Primera Edición. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 402 p.

KOGAN, M. y PÉREZ, A. 2003. Herbicidas: Fundamentos Fisiológicos y Bioquímicos del Modo de Acción. Primera Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 333 p.

LABRADA, R.; CASELEY, J. y PARKER, C. 1996. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. FAO. Roma, 1996. 403 p.

LAFITTE, H. 2001. Estreses abióticos que afectan al maíz. En: El Maíz en los Trópicos. Mejoramiento y Producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 28. Roma. 350 p.

LAYNEZ, J. y MÉNDEZ, J. 2007. Efectos de extractos acuosos de la maleza *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031. Rev. Peru. Biol. 14(1): 055- 060.

MARTÍNEZ, G.; MEDINA, J.; TASISTRO, A. y FISCHER, A. 1982. Sistemas de control de malezas en maíz (*Zea mays* L.): Efecto de métodos de control, densidad y distribución del cultivo. Planta Daninha V (2): 46-56.

MATOS, C. 2013. Crescimento e nutrição mineral de *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. Tesis Magister Scientiae. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Minas Gerais, Brasil. 74 p.

MENDOZA, R. 1971. Fertilización nitrogenada y control químico de malezas en sorgo Sordan 67. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 110 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2014. Sector Agrario. Cultivos de Importancia Nacional. Maíz (en línea). Consultado 18 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/cultivos-de-importancia-nacional/ma%C3%ADz/ma%C3%ADz31?start=2>

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2012. Maíz amarillo duro: principales aspectos de la cadena agroproductiva. Primera edición. Lima, Perú. 31 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA-OFICINA GENERAL DE PLANIFICACIÓN AGRARIA Y DIRECCIÓN GENERAL DE PROMOCIÓN AGRARIA. 2003. Plan Estratégico de la Cadena Productiva de Maíz Amarillo Duro Avícola, Porcícola (en línea). Consultado 15 de agosto de 2014. Disponible en [http://www.planeamientoygestion.com.pe/consultoria/images/stories/herramientas/documentos/maz\\_amarillo\\_duro.pdf](http://www.planeamientoygestion.com.pe/consultoria/images/stories/herramientas/documentos/maz_amarillo_duro.pdf)

MORTIMER, A. 1990. The biology of weeds. In: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), Weed Control Handbook: Principles, p. 1-42. 8th edition. Blackwell Scientific Publications.

MORTIMER, A. 1996. La clasificación y ecología de las malezas. En: Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. FAO. Roma. p. 13-30.

MULLER, G. 2008. History of the Discovery and Development of Triazine Herbicides. In: The Triazine Herbicides. 50 Years Revolutionizing Agriculture. Edited by H. M. LeBaron, J. E. McFarland and O. C. Burnside. First Edition. Amsterdam. p. 13-29.

MUTHAMIA, J.; MUSEMBI, F.; MAINA, J.; OKURO, J.; AMBOGA, S.; MURIITHI, F.; MICHENI, A.; TERRY, J.; OVERFIELD, D.; KIBATA, G. and MUTURA, J. 2001. Participatory on-farms trial on weed control in smallholder farms in maize-based cropping systems. In: Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference. D.K. Friesen and A. F. E. Palmer (eds.). p: 468-473.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). 2016. Estadísticas. FAOSTAT- Producción (en línea). Consultado 27 de enero de 2016. Disponible en <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>

PALIWAL, R. 2001. El Maíz en los Trópicos. Mejoramiento y Producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 28. Roma. 350 p.

PÉREZ, L.; CASTAÑEDA, C.; RAMOS, M.; y TAFOYA, J. 2014. Control químico preemergente de la maleza en tomate de cáscara. Interciencia 39 (6): 422-427.

PLM Perú. 2013. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Séptima edición. Lima, Perú. 968 p.

RADOSEVICH, S. and HOLT, J. 1984. Weed Ecology. Implications for Vegetation Management. John Wiley and Sons. New York, USA. 265 p.

RAMÍREZ, R. 1972. Efecto de diferentes métodos de control de malezas sobre el rendimiento del maíz. *Agronomía Tropical* 22(2): 169-180.

RAO, V. 2000. Principles of Weed Science. Second Edition. Science Publishers. New Hampshire, USA. 543 p.

RONCHI, C.; TERRA, A. and SILVA, .A. 2007. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. *Planta Daninha*, 25 (4): 679-687.

SAGÁSTEGUI, A. 1973. Manual de las Malezas de la Costa Norperuana. Primera edición. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 480 p.

SÁNCHEZ, H. 2004. Manual Tecnológico del Maíz Amarillo Duro y de Buenas Prácticas Agrícolas para el Valle de Huaura, Departamento de Lima. Juan Chávez y Freddy Rojas Editores. Lima, Perú. 139 p.

SÁNCHEZ, H. y NAKAHODO, J. 1990. Densidad de siembra y potencial de rendimiento de poblaciones foráneas de maíz amarillo duro en la selva peruana. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 18 pp.

SHUKLA, A. and DEVINE, M. 2008. Basis of Crop Selectivity and Weed Resistance to Triazine Herbicides. In: *The Triazine Herbicides. 50 Years Revolutionizing Agriculture*. Edited by H. M. LeBaron, J. E. McFarland and O. C. Burnside. First Edition. Amsterdam. p. 111-118.

SIMONEAUX, B. and GOULD, T. 2008. Plant uptake and metabolism of triazine herbicides. In: The Triazine Herbicides. 50 Years Revolutionizing Agriculture. Edited by H. M. LeBaron, J. E. McFarland and O. C. Burnside. First Edition. Amsterdam. p. 73-99.

TAKAHASHI, R. 1974. Interrelación entre el grado de enmalezamiento y niveles de fertilización en el cultivo de maíz grano (híbrido PM-204). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 115 p.

TANAKA, A. y YAMAGUCHI, J. 1981. Producción de materia seca, componentes de rendimiento y rendimiento de grano en maíz. Segunda impresión. Trad. por J. Kohashi. Rama de Botánica, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 124 p.

TEJADA, J. 2013. Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 104 p.

TERRA, J.; SCAGLIA, G. y GARCÍA, F. 2000. Moha: Características del Cultivo y Comportamiento en Rotaciones Forrajeras con Siembra Directa. Serie Técnica N° 111. Editado por la Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA. Montevideo, Uruguay. 62 p.

THOMPSON, L. 1972. Metabolism of chloro s-triazine herbicides by *Panicum* and *Setaria*. Weed Science 20 (6): 584-587.

TOLLENAAR, M.; DIBO, A.; AGUILERA, A.; WEISE, S. and SWANTON, C.J. 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. Agronomy Journal 86(4): 591-595.

TORRES, C. y RODRÍGUEZ, A. 1993. Evaluación de las diferencias de rendimiento entre híbridos y variedades de maíz (*Zea mays* L.). En: Memoria XXXIX Reunión Anual de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. Guatemala. p 43-46.

TOSI, J. 1960. Zonas de vida natural en el Perú: Memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú. Boletín Técnico N° 5 del Instituto Interamericano de Ciencia Agrícolas de la OEA, Zona Andina. 271 p.

VÁSQUEZ, V.; MEDINA, A. y PAREDES, J. 2003. Ensayos de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) tropicales de grano amarillo de madurez precoz en Paján, La Libertad. Revista Caxamarca, 11 (2): 45-47.

VELÁSQUEZ, E. 1999. Estudio del rendimiento en grano y de las correlaciones entre caracteres biométricos en ocho genotipos de maíz. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 55 p.

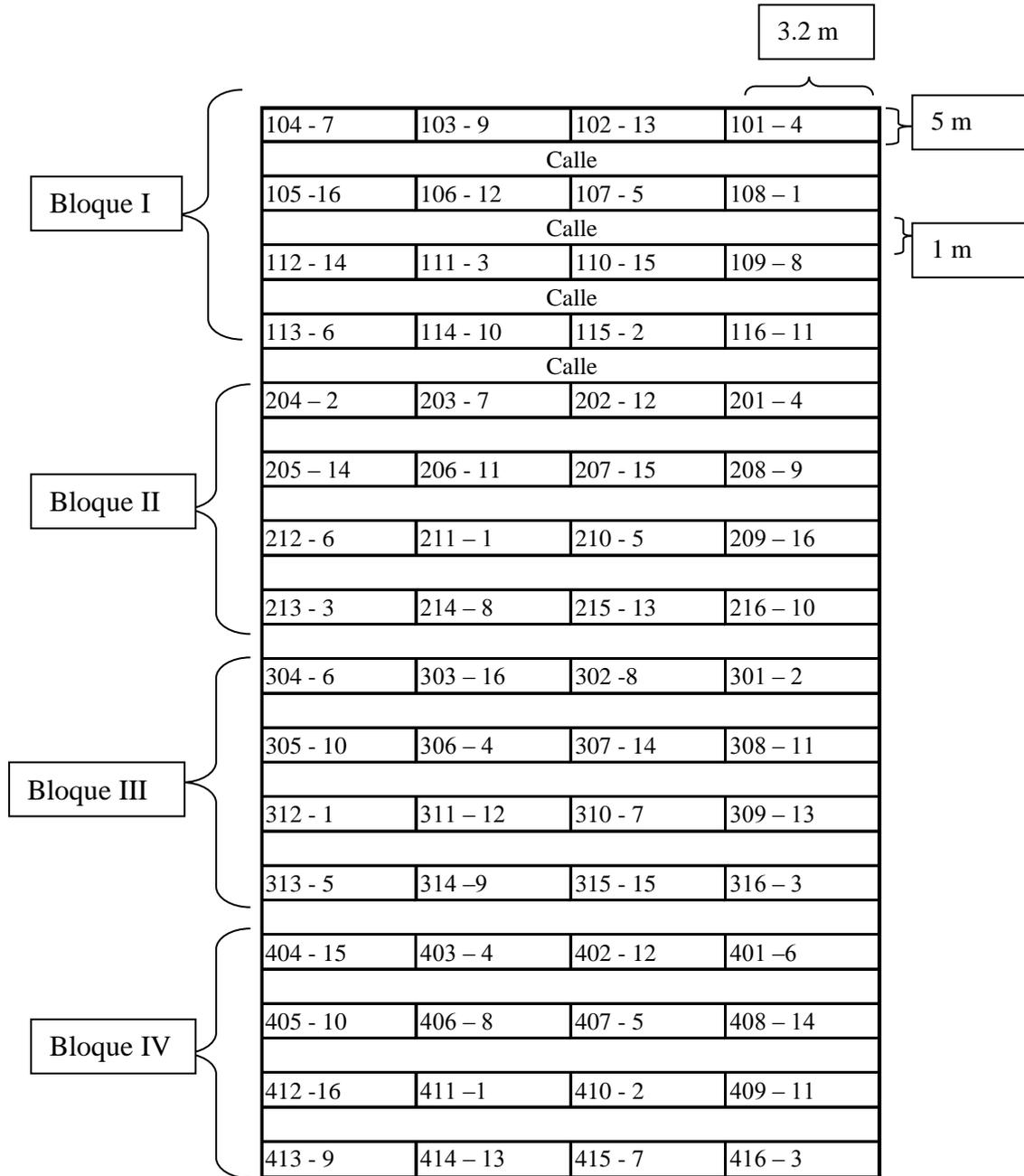
VIOLIC, A. 2001. Manejo integrado de cultivos. En: El Maíz en los Trópicos. Mejoramiento y Producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 28. Roma. 350 p.

WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE/ENDANGERED SPECIES PROGRAM. 2004. Pendimethalin Use Summary (en línea). Consultado 15 de agosto de 2015. Disponible en <http://www.epa.gov/espp/litstatus/effects/pendimeth/attach-b.pdf>

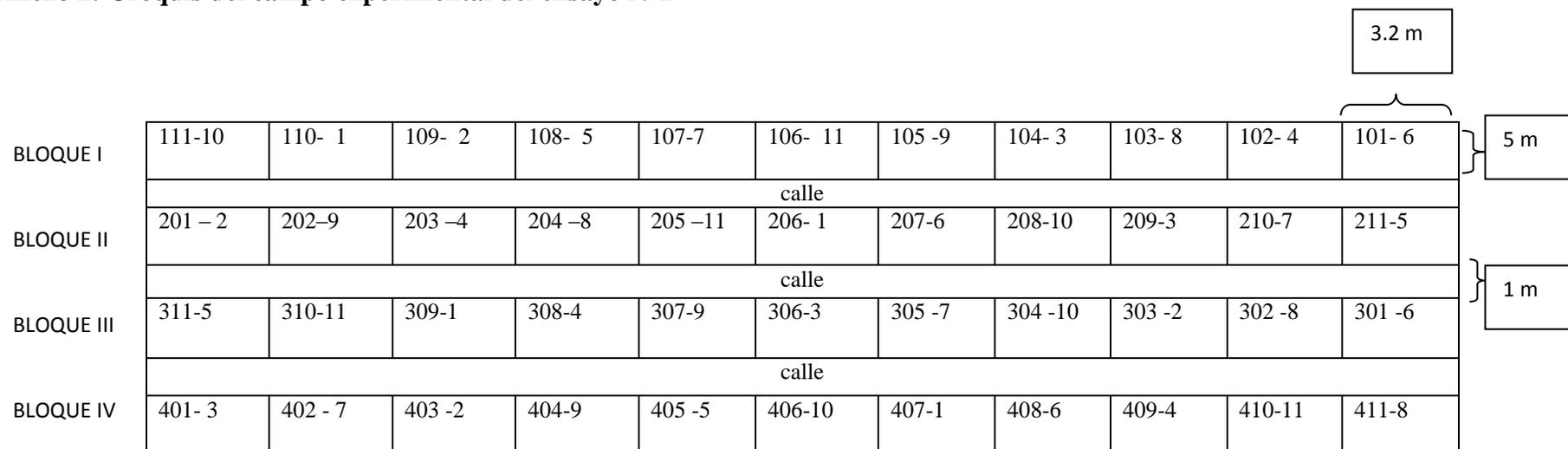
WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1983. Herbicide Handbook. Fifth Edition. Illinois, USA. 515 p.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Croquis del campo experimental del ensayo N°1



**Anexo 2: Croquis del campo experimental del ensayo N°2**



**Anexo 3: Rendimiento promedio de grano con cuatro dosis de nitrógeno y cuatro métodos de control de malezas**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>
<b>Sin fertilización</b>	
Sin control de malezas	7377.6199
Deshierbo manual	9162.4894
Atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	11485.8308
Atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g /ha	10939.0342
<b>Dosis baja (160 kg de N/ha)</b>	
Sin control de malezas	7971.286
Deshierbo manual	10293.7467
Atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	15043.6999
Atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g /ha	12840.2047
<b>Dosis normal (200 kg de N/ha)</b>	
Sin control de malezas	10832.438
Deshierbo manual	11555.1977
Atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	13370.5519
Atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g /ha	13898.3272
<b>Dosis alta (240 kg de N/ha)</b>	
Sin control de malezas	9274.8589
Deshierbo manual	10761.4018
Atrazina 750 g/ha y deshierbo manual	13713.7352
Atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g /ha	13804.9057

**Anexo 4: Rendimiento promedio de grano con cuatro métodos de control de malezas y cuatro dosis de nitrógeno**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>
<b>Sin control de malezas</b>	
Sin fertilización	7377.6199
160 kg de N/ha	7971.286
200 kg de N/ha	10832.438
240 kg de N/ha	9274.8589
<b>Deshierbo manual</b>	
Sin fertilización	9162.4894
160 kg de N/ha	10293.7467
200 kg de N/ha	11555.1977
240 kg de N/ha	10761.4018
<b>Atrazina 750 g/ha y deshierbo manual</b>	
Sin fertilización	11485.8308
160 kg de N/ha	15043.6999
200 kg de N/ha	13370.5519
240 kg de N/ha	13713.7352
<b>Atrazina 750 g/ha y nicosulfuron 30 g/ha</b>	
Sin fertilización	10939.0342
160 kg de N/ha	12840.2047
200 kg de N/ha	13898.3272
240 kg de N/ha	13804.9057

### Anexo 5: Costos de la aplicación de fertilizantes en el ensayo N°1

ESTRUCTURA DE COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
* PRIMER ABONAMIENTO	JORNAL	3	30.00	90.00
* SEGUNDO ABONAMIENTO	JORNAL	3	30.00	90.00
<b>INSUMOS</b>				
Dosis baja (160-161-150)				
* UREA	BOLSA	4	68.00	272.00
* FOSFATO DIAMÓNICO	BOLSA	7	104.00	728.00
* CLORURO DE POTASIO	BOLSA	5	85.00	425.00
<b>TOTAL DOSIS BAJA</b>				<b>1605.00</b>
Dosis media (200-161-150)				
* UREA	BOLSA	6	68.00	408.00
* FOSFATO DIAMÓNICO	BOLSA	7	104.00	728.00
* CLORURO DE POTASIO	BOLSA	5	85.00	425.00
<b>TOTAL DOSIS MEDIA</b>				<b>1741.00</b>
Dosis alta (240-161-150)				
* UREA	BOLSA	7.6	68.00	516.80
* FOSFATO DIAMÓNICO	BOLSA	7	104.00	728.00
* CLORURO DE POTASIO	BOLSA	5	85.00	425.00
<b>TOTAL DOSIS ALTA</b>				<b>1849.80</b>

## Anexo 6: Costos de métodos de control de malezas en el ensayo N°1

ESTRUCTURA DE COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
* APLICACIÓN DE HERBICIDA	JORNAL	2	30.00	60.00
* DESHIERBO	JORNAL	8	30.00	240.00
<b>INSUMOS</b>				
* HERBICIDA RAYO (ATRAZINA)	LITRO	1.5	28.00	42.00
<b>TOTAL ATRAZINA + DESHIERBO</b>				<b>342.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
* APLICACIÓN DE HERBICIDAS	JORNAL	4	30.00	120.00
<b>INSUMOS</b>				
* HERBICIDA RAYO (ATRAZINA)	LITRO	1.5	28.00	42.00
* HERBICIDA ACCENT (NICOSULFURON)	GRAMOS	40.00	2.50	100.00
<b>TOTAL ATRAZINA + NICOSULFURON</b>				<b>262.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
* DESHIERBO	JORNAL	20	30.00	600.00
<b>TOTAL DESHIERBO MANUAL</b>				<b>600.00</b>

## Anexo 7: Costos de métodos de control de malezas en el ensayo N°2

ESTRUCTURA DE COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
* DESHIERBOS (2)	JORNAL	20	30.00	600.00
<b>TOTAL DESHIERBO</b>				<b>600.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
* APLICACIÓN DE HERBICIDA	JORNAL	2	30.00	60.00
* DESHIERBO	JORNAL	8	30.00	240.00
<b>INSUMOS</b>				
* SELLADOR (PENDIMETALIN)	LITRO	2	59.00	118
<b>TOTAL PENDIMETALIN 800 g/ha</b>				<b>418.00</b>
<b>INSUMOS</b>				
* SELLADOR (PENDIMETALIN)	LITRO	2.5	59.00	147.5
<b>TOTAL PENDIMETALIN 1000 g/ha</b>				<b>447.50</b>
<b>INSUMOS</b>				
* SELLADOR (PENDIMETALIN)	LITRO	3	59.00	177
<b>TOTAL PENDIMETALIN 1200 g/ha</b>				<b>477.00</b>
<b>INSUMOS</b>				
* RAYO (ATRAZINA)	LITRO	1	28.00	28
<b>TOTAL ATRAZINA 500 g/ha</b>				<b>328.00</b>
<b>INSUMOS</b>				
* RAYO (ATRAZINA)	LITRO	1.5	28.00	42
<b>TOTAL ATRAZINA 750 g/ha</b>				<b>342.00</b>
<b>INSUMOS</b>				
* RAYO (ATRAZINA)	LITRO	2	28.00	56
<b>TOTAL ATRAZINA 1000 g/ha</b>				<b>356.00</b>
<b>INSUMOS</b>				
* SENCOR (METRIBUZIN)	LITRO	0.3	162.00	48.6
<b>TOTAL METRIBUZIN 144 g/ha</b>				<b>348.60</b>
<b>INSUMOS</b>				
* SENCOR (METRIBUZIN)	LITRO	0.4	162.00	64.8
<b>TOTAL METRIBUZIN 192 g/ha</b>				<b>364.80</b>
<b>INSUMOS</b>				
* SENCOR (METRIBUZIN)	LITRO	0.5	162.00	81
<b>TOTAL METRIBUZIN 240 g/ha</b>				<b>381.00</b>