

I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L), es uno de los alimentos mas consumidos en el mundo, sobre todo en la parte andina de Sudamérica, región de donde es originaria (*Solanum andigenum*), razón por la cual ocupa un sitio de importancia económica, social y cultural, además de ser la base de subsistencia de muchas familias, sobre todo las más pobres. La importancia de la papa radica en que sus tubérculos son parte de la dieta de millones de personas a nivel mundial, contiene 80% de agua y la materia seca constituida por carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, vitaminas A y C proporcionan una dieta balanceada, además son utilizadas en la industria para la producción de almidón, comidas rápidas, papas a la francesa, chips, hojuelas y puré (INTA 2004).

En nuestro país la papa es parte importante en la seguridad alimentaria de muchos ecuatorianos, en especial de los de escasos recursos en las zonas rurales y urbanas (Carchi, Chimborazo, Cañar, Cotopaxi, Pichincha). Además, los ingresos de cientos de miles de familias, incluyendo productores, comerciantes, procesadores, entre otros dependen del cultivo de la papa. De esta manera, este rubro se constituye como un producto de gran importancia en la economía de la sierra ecuatoriana (Herrera *et al.* 1999).

Ocupa el segundo lugar con un estimado de 55.000 a 60.000 ha sembradas, el cultivo de la papa en la Sierra Ecuatoriana se lo siembra en diferentes épocas del año y sitios geográficos de forma escalonada (Andrade y Oyarzun, 1999). Los rendimientos oficiales históricos oscilan entre 7 y 8 t/ha (Herrera *et al.*, 1999), aunque diagnósticos y trabajos realizados con agricultores en cuatro zonas productoras desde 1992 mencionan rendimientos promedios de 13 ton/ha (Andrade y Oyarzun, 1999), y un consumo per-cápita de 42,9 kg/año (Herrera, Carpio y Chavez, 1999).

La producción de papa en algunas zonas de la sierra se lo realiza en grandes extensiones de siembra debido a la demanda del mercado de la industria, por lo requiere de un manejo semi-tecnificado a tecnificado en donde se utilice métodos de manejo integrados en el control de enfermedades, plagas insectiles y malas hierbas. La participación del uso de elementos químicos como herramientas de control y erradicación fundamenta el uso de los mismos ya que a esto se suma los problemas de disponibilidad de mano de obra, costo de la misma y oportunidad de ejecución de trabajo, por ese motivo el agricultor se le incrementa el costo de producción razón por la cual es la baja productividad y poca rentabilidad económica.

La alta capacidad de reproducción sexual y asexual de algunas malezas, su fácil dispersión y su gran capacidad de persistencia (por su largo período de viabilidad y por su

germinación escalonada), hacen que las malas hierbas se conviertan en un enemigo en potencia importante para el cultivo de la papa.

La maleza que emerge después de la siembra de papa es usualmente controlada con la primera escarda, cuando las condiciones de humedad del suelo lo permiten. Un retraso en la primera escarda podría reducir el rendimiento, debido a que la primera generación de malas hierbas compite con el cultivo durante este periodo crítico de interferencia. La razón más común para retardar la primera escarda en siembras de temporal es la ocurrencia de lluvias continuas durante varios días. Por lo que el uso de herbicidas postemergentes resulta ser una solución para reducir la interferencia de la maleza con el cultivo, sobre todo en el caso de un retraso en la primera escarda.

Si bien las malas hierbas deben manejarse en base a programas integrales que utilicen en forma óptima todos los medios de prevención, erradicación y control disponibles, en el caso particular de algunas malas hierbas es muy importante por ser competidoras de nutrientes, hospedante de patógenos por lo tanto su control constituye la práctica más viable y dentro de ella el control químico con herbicida postemergentes con todas sus posibles limitaciones ambientales, debe ser considerado como una alternativa a corto plazo que pueda ser aplicado en sistemas de producción intensivos con recomendaciones específicas para su manejo eficiente.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Determinar la eficacia de tres herbicidas post-emergentes en el cultivo de papa variedad Ormuz.

1.1.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar el herbicida post-emergente más eficaz en el manejo de la población de malezas tanto mono y dicotiledóneas en el cultivo de la papa
- 2) Evaluar la dosis más apropiada de los herbicidas.
- 3) Identificar la selectividad de las moléculas en estudio.
- 4) Analizar económicamente cada tratamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Cultivo de la Papa

2.1.1. Características generales

Pumisacho y Sherwood (2002), indican que la papa (*Solanum tuberosum*) es una planta herbácea anual y pertenece a la familia de las solanáceas, es una dicotiledónea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Sus raíces son muy ramificadas, finas y largas, dependiendo su desarrollo de que el suelo esté o no mullido. Esta planta presenta las siguientes características:

- El tallo, grueso, fuerte, anguloso, con una altura que varía entre 0,5 y 1 m, se origina en las yemas del tubérculo. Las hojas son imparipinnadas. Consta de nueve o más folíolos, cuyo tamaño es tanto mayor cuanto más alejados se encuentran del nudo de inserción.
- El fruto es una baya redondeada de color verde, que se vuelve amarilla al madurar.
- A la vez que tallos aéreos, la planta tiene tallos subterráneos. Los primeros son de color verde. Contienen un alcaloide tóxico, la solanina, que puede formarse también en los tubérculos cuando éstos se exponen prolongadamente a la luz.
- Los tallos subterráneos, relativamente cortos, se convierten en su extremidad en tubérculos.
- En la superficie de los tubérculos tienen yemas distribuidas en forma helicoidal, abundando sobre todo en la parte opuesta al punto de inserción sobre el estolón.
- Aunque la papa puede multiplicarse en forma sexual o asexual, en la práctica, la multiplicación es siempre vegetativa, haciéndose por medio de los tubérculos que producen brotes en las yemas u ojos.
- La emergencia o brotamiento de la papa, su crecimiento y la producción de tubérculos depende de sustancias químicas elaboradas por la papa, que actúan en dosis muy débiles. Se les conoce con el nombre de “sustancias de tuberización”.
- Se ha demostrado que el vigor del crecimiento de la planta está estrechamente unido al de los brotes de los cuales proceden. Por eso tiene gran interés plantar tubérculos cuyos brotes han alcanzado una fase de crecimiento activo, obteniéndose entonces una nacencia rápida y vigorosa.

- Si los tubérculos se encuentran en una fase de crecimiento lento, entonces, no nace generalmente más que un solo brote en el ápice del tubérculo (dominancia apical).

El Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI) (1994), indican que la clasificación taxonómica de la papa se basa en caracteres florales, lo que ha permitido clasificarla de acuerdo con la siguiente clasificación taxonómica de la papa:

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Tubiflorae
Familia:	Solanácea
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Tuberosum</i>
Sección:	Petota

2.1.2. El problema de malezas en la papa

Según la FAO (2009), en la mayoría de los países la papa se cultiva, con una cantidad significativa de fertilizantes y un manejo de riego, condiciones que también favorecen el crecimiento abundante de las malezas. El cultivo es muy sensible a la competencia de las malezas, especialmente durante sus estadios iniciales de desarrollo, por lo que se pueden reducir marcadamente los rendimientos si no se controlan las malezas. La magnitud de la reducción del rendimiento depende de la densidad y capacidad competitiva de la población específica de malezas y de la disponibilidad de luz, nutrientes y agua. Las reducciones de rendimiento provocadas por las malezas pueden establecerse desde 16 y 76%.

La mayoría de las especies de malezas germinan antes de la emergencia de las plantas de papa, por lo que poseen una ventaja sobre el cultivo. Especies de alto porte y de rápido crecimiento, como *Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Avena* spp., *Chenopodium album* L., *Chenopodium murale* L., *Malva nicaeensis* All, *Malva sylvestris* L., *Sinapis arvensis* L. y *Sonchus oleraceus* L. pueden asfixiar al cultivo, poniendo en riesgo los rendimientos e interfiriendo las operaciones de cosecha. Las malezas de hábitos trepadores tienen un efecto similar, por ej. *Galium aparine* L., *Galium tricomutum* Dandy, *Fumaria officinalis* L. y *Fumaria parviflora* Lam.

Además de su efecto directo a través de la competencia, las malezas son también dañinas al incrementar el número de tubérculos remanente en el suelo, y por ser hospederas de muchas plagas y enfermedades. Un ejemplo es *Myzus persicae* Sulzer, que trasmite algunas enfermedades virales muy dañinas, incluyendo el enrollado de las hojas y el mosaico.

Este áfido puede vivir sobre especies de malezas como *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus, *Chenopodium album*, *Sinapis arvensis* y *Solanum nígrum* L.

Ya se ha dicho que el cultivo es muy sensible a la competencia de las malezas en etapas tempranas de su desarrollo. Una vez que crece, forma un copioso follaje que les da pocas oportunidades a la mayoría de las malezas, aunque *Sorghum halepense* (L.) Pers. y algunas otras especies pueden crecer a través del cultivo. Por lo tanto, las prácticas de manejo tienen que estar dirigidas a mantener al cultivo razonablemente libre de malezas hasta que sus hojas se cierren en el entre-surco.

2.2. Malezas

2.2.1. Generalidades sobre las malezas

La palabra maleza se deriva del latín "malitia" que se traduce como "maldad". en el primer Diccionario general etimológico de la Lengua Española la define así: "Maleza", femenino anticuado de maldad. La abundancia de hierbas malas que perjudican a los sembrados" (Barcia, 1992).

Klingman (1991), define a la maleza como "planta que crece donde no es deseada o planta fuera de lugar". Mercado (1999), señala que la maleza ha sido definida de varias maneras, entre ellas "plantas que interfieren con el hombre o área de su interés"; así mismo, cita a Ralph Waldo Emerson quien las definió así: "maleza es una planta cuyas virtudes aún no han sido descubiertas".

Rincón *et al.* (1977), describe la maleza en forma general como "plantas nocivas, molestas, desagradables a la vista y a la vez inútiles"; igualmente, en el sentido agronómico como "todas aquellas plantas que compiten con los cultivos y reducen tanto los rendimientos como la calidad de la cosecha, obstaculizando además la recolección de la misma". Trujillo (1991), las define como "plantas que interfieren negativamente con las actividades productivas y recreativas del hombre".

Rodríguez (1988), ha señalado "maleza" como "término genérico antrópico, que califica o agrupa aquellas plantas que, en un momento o lugar dado y en un número determinado, resultan molestas, perjudiciales o indeseables en los cultivos o en cualquier otra área o actividad realizada por el hombre".

2.2.2. Daños ocasionados por las malezas

Black *et al.* (1999), mencionan que en la mayoría de las publicaciones sobre malezas, se señala que la competencia entre ellas y los cultivos es por agua, luz y nutrimentos; sin embargo, no hay estudios donde se evidencie el efecto separado de cada factor, debido a la dificultad de analizarlos aisladamente.

Koch *et al.* (1992), señalan que las pérdidas debidas a las malezas varían entre 5 y 25%, de acuerdo con el grado de tecnificación de la producción agrícola, pudiéndose perder totalmente la cosecha cuando no se combaten las malezas, u ocurrir pérdidas severas en rendimiento, de no combatirlas a tiempo. Igualmente, establecen que en ciertos sistemas tradicionales de siembras en el trópico húmedo, hasta un 70% de la mano de obra es usada para combatir malezas.

El término alelopatía fue creado por Molisch en 1937 (citado por Putnam, 1985), se refiere a los efectos detrimentales de una especie de planta superior, o donante, sobre la germinación, crecimiento y desarrollo de otra especie de planta receptora. Sin embargo, el mismo autor señala que algunos investigadores incluyen efectos estimulantes bajo condiciones alelopáticas, asemejándolo al caso de algunos herbicidas en bajas concentraciones, que activan el crecimiento por efectos hormonales, aun cuando continúan siendo clasificados como herbicidas. Alelopatía es un término formado por las raíces griegas allelon, uno de otros, y pathos, sufrimiento, al considerar el daño mutuo o perjuicio de unas plantas a otras. Putnam (1985), la define como la producción de sustancias químicas por una planta, o por la descomposición de sus tejidos, que interfieren con el crecimiento de otras plantas a su alrededor. Otro nuevo término, muy relacionado, es alelospolia, equivalente a competencia, cuya etimología proviene del griego allelon y del latín spoliium. spoliator, que se apropia del bien común.

2.2.3. Malezas residentes en el suelo

Hidalgo (1990), señala que la selección inter-específica de las malezas es inherentemente un reflejo instantáneo de la flora residente latente en el suelo. El tipo de suelo y las condiciones climáticas locales diferencian más la flora de malezas.

Las especies pre-adaptadas a convertirse en maleza esperan el momento oportuno dentro del sistema de producción vegetal y la alteración del hábitat por los manejos agrícolas suele causar rápidos cambios de la abundancia relativa de estas plantas indeseables. Especies consideradas parte de la flora natural se convierten en malezas inminentes. (Mortimer 1990).

2.2.4. Persistencia en el suelo

Rao (1968), afirma que las especies de malezas terrestres persisten en el suelo en virtud de sus estructuras latentes, sean semillas u órganos vegetativos de propagación como rizomas, tubérculos y estolones. En infestaciones densas, los bancos de semillas o meristemas subterráneos, de los cuales las nuevas plantas se incorporan en las poblaciones adultas, pueden ser excepcionalmente grandes. Típicamente los bancos de semillas de las malezas anuales en suelos cultivados contienen de 1000 a 10.000 semillas por m², mientras que en pastizales el límite superior de éste puede alcanzar hasta no menos de 1.000.000 por m².

2.2.5. Germinación de las semillas

Harper (1959), indica que la latencia de las semillas en las malezas está generalmente referida a la latencia innata y refleja la adaptación a ambientes estacionales esperados, o sea semillas que entran adelantadamente en latencia en condiciones adversas, además propicia bancos de semillas persistentes, opuestos a los transitorios.

2.2.6. Producción de semillas

Maillett (1991), menciona que una característica de muchas plantas, pero especialmente de las especies indeseables, es la capacidad para el ajuste fenotípico en los caracteres morfológicos y las respuestas fisiológicas bajo diferentes condiciones del medio.

La consecuencia de esta plasticidad es notablemente evidente en la producción de semillas.

2.2.7. Diseminación de las malezas

Carella (2009), aduce que la distribución de las malezas alrededor del mundo ha sido asociada directamente con la exploración y colonización del hombre. Así, cuando él se muda de un sitio a otro, lleva consigo plantas alimenticias, medicinales, ornamentales, semillas, animales, etc., e involuntariamente, semillas de las malezas comunes en la región de donde procede.

Las malezas son distribuidas o llevadas de un lado a otro por ignorancia o descuido, mediante semilla sexual de especies anuales y perennes, y partes asexuales (bulbos, cormos, raíces, rizomas, estolones, tubérculos, etc.), que son los principales medios de propagación de las malezas perennes. Igualmente, el traslado de animales y maquinarias constituye otro de los medios de diseminación. Finalmente, algunos factores ambientales como el agua, la fauna silvestre y el viento también contribuyen a la diseminación, aun cuando son más limitados. (FAO, 2009)

2.2.8. Principales malezas del cultivo de la papa en Ecuador

INIAP (1986), menciona que las malezas comunes del cultivo son: malezas de hoja ancha como *Abuelaquinoa Galisonga* spp, alfarillo *Spergula arvensis*, alpatazera *Escleranthus annuus*, ashpaquinua *Chenopodium* sp, bledo *Amaranthus* spp, coloradilla *Polygonum aviculare*, corazon herido *Polygonum nepalense*, duraznillo *Polygonum segetum*, forastera *Silene gallica*, llanten *Plantago lanceolata*, malva blanca *Malvastrum peruvianum*, malva morada *Malva silvestris*, nabo *Brassica napus*, pacta *Rumex obtusifolius*, pactilla *Rumex acetosella*, pajarera *Stellaria media*, rabano *Raphanus raphanistrum*, saractaco *Hypochoeris radicata*, tenedor *Frodium moschatum*. Malezas de hoja delgada: cabrestillo, saraquihua y grama, coquito *Cyperus* spp, poa *Poa annua*, kikuyo *Pennisetum clandestinum*.

2.2.9. Métodos de combate de malezas

El manejo integrado de malezas (MIM) es la complementación y utilización en forma racional y oportuna de un conjunto de principios, estrategias, métodos y materiales, para limitar con criterio económico el impacto detrimental de las malezas sobre el agroecosistema. En el MIM deben tomarse en consideración las condiciones agroecológicas, especies de malezas predominantes y sus requerimientos, rotación de cultivos, sistemas de labranza de la tierra y rotación de herbicidas (Rodríguez, 1996).

El control de malezas se refiere a todas aquellas prácticas, medidas, herramientas y productos, tendentes a limitar la infestación de malezas, hasta un grado tal que no afecte o interfiera económicamente con la producción del cultivo en un área determinada:

- Método físico: El fuego es el método físico que ha sido más utilizado por ganaderos y campesinos para combatir las malezas y otras plagas.
- Control manual: Es el método de combate de maleza más antiguo usado por el hombre al hacerse sedentario. Consiste en arrancar las malezas alrededor de las plantas de papa, utilizando las manos o estacas elaboradas con diferentes materiales, o cortarlas con machete, azadón o escardilla.
- Control mecánico: Este método incluye la labranza y el acondicionamiento previo del terreno para la siembra mediante el uso de arados, rastras u otros implementos, así como el pase de segadoras y cultivadoras mecánicas, acopladas al tractor.
- Control químico: El control químico de malezas ha permitido liberar al hombre del enorme esfuerzo que significa limitar la interferencia ejercida por la maleza sobre el cultivo, siendo este método más eficiente y eficaz en muchos casos; además, los herbicidas preemergentes constituyen un seguro contra las futuras condiciones

ambientales adversas, como las lluvias continuas que impedirían el empleo de mano de obra y de maquinarias en labores de desmalezamiento.

En el mundo, el control químico de malezas realmente se inicia en la década de 1940, a pesar de existir referencias anteriores sobre la translocación de sustancias reguladoras de crecimiento.

Después del descubrimiento de la fitotoxicidad selectiva de los derivados químicos del grupo fenoxi, es cuando realmente ocurre el desarrollo del control químico; se inicia así la tecnología moderna con nuevos productos, unidos con nuevas prácticas y técnicas de utilización, que permitieron su extensión en el mundo. Al mismo tiempo, se desarrolló la ciencia de la Malerbología, con especialistas en las diferentes áreas de esta nueva disciplina.

INIAP (1986), menciona que el control de malezas es uno de los factores importantes para elevar la producción de papa. Con un debido control se evitara la infestación y la floración de esta en terrenos en descanso y con la rotación de cultivos se interrumpe su ciclo vegetativo. El INIAP, por intermedio del “Departamento de Control de Malezas” recomienda el control cultural (preparación del suelo, uso de semilla certificada, fertilización, optima densidad de siembra) y el control mecánico (se realiza a los 30 días, y es eficaz siempre y cuando sea un complemento del control cultural). El medio aporque y aporque colaboran eliminando la maleza. En el control químico se emplea herbicidas que permiten obtener altos rendimientos y buena calidad de cosecha al mantener al cultivo libre de competencia de malezas durante los primeros 30 días.

2.3. Herbicidas

2.3.1. Definición

El término herbicida ha sido definido como sustancia química o biológica que mata o retarda significativamente el crecimiento de las plantas. La característica por la cual los herbicidas han sido aceptados, ha sido la de eliminar económicamente algunas especies de plantas, sin causarle daño irreversible a otras; esto es lo que se conoce como selectividad a un cultivo, pudiéndose controlar de esa forma a las especies que son malezas.

La definición original de herbicida hacía mención a productos químicos, pero con la utilización de los microherbicidas para el control de malezas, los herbicidas han sido definidos por la Sociedad Americana de la Ciencia de Malezas (W.S.SA) como sustancias químicas y biológicas creadas para matar o retardar significativamente el crecimiento de las plantas. El factor más importante en el auge de los herbicidas es por la capacidad de muchos de ellos, llamados selectivos, de afectar o matar las plantas indeseables, sin dañar las cultivadas.

Los herbicidas de aplicación foliar pueden dividirse en dos grupos: herbicidas de contacto y sistémicos, según sus características de translocación en la planta. Los principales herbicidas de contacto son paraquat y glufosinato, mientras que los principales herbicidas sistémicos son 2, 4-D, fluzifop, glifosato y sethoxydim. Muchos estudios han sido realizados sobre la efectividad en el control de malezas de los herbicidas de aplicación foliar (De Barreda y De Busto 1981; Jordan 1978; Singh y Tucker 1985).

Además del tipo de herbicida, muchos otros factores son importantes en la determinación del éxito del programa de control químico. Estos factores son: la formulación, la dosis, el momento, el equipo, la frecuencia y el volumen de aplicación, los coadyuvantes, las mezclas y la incorporación, las malezas resistentes y la tolerancia a los herbicidas y las condiciones del ambiente, tales como la precipitación. También cuando se usa estos herbicidas debe considerarse la persistencia y la lixiviación en el suelo, el efecto sobre la fauna, como abejas, la seguridad de los trabajadores de la finca y la eliminación de los envases (Singh y Tucker 1985).

Los herbicidas se han usado como una de las principales medidas para el control de malezas durante varias décadas en el mundo. La razón de su extenso uso es que los herbicidas controlan las malezas y mejoran la efectividad y economía de la producción, que otras medidas de control en la mayoría de las situaciones. La desventaja del control químico es que necesita no sólo equipos específicos, sino también trabajadores entrenados. El control químico no es tan seguro como otros métodos de manejo de malezas (De Barreda y De Busto 1981).

Existe la necesidad de mejorar las técnicas de uso de herbicidas, de modo que sus efectos adversos sobre el medio ambiente sean reducidos o eliminados sin sacrificio de su efectividad. Un buen ejemplo es la técnica de aplicar los herbicidas solo sobre áreas con malezas objeto del tratamiento, en vez de a todo el campo, mediante el uso de detectores de maleza o tecnología de navegación (FAO, 2009).

2.3.2. Clasificación

FAO (2009), menciona que existen muchas alternativas para clasificar los herbicidas. Se señalan algunas de ellas:

- Herbicidas de contacto: Estos destruyen las malezas en germinación, pero tienen poca o ninguna acción en el suelo para prevenir su posterior germinación. El principal producto químico de este tipo es el paraquat, que destruye las malezas brotadas dentro de uno o dos días y que se inactiva en contacto con el suelo. Se aplica usualmente a una dosis de 200-300 g i.a./ha en 200-300 l de agua, en dependencia del tamaño y tipo de maleza. Es un herbicida poco costoso, efectivo y no selectivo, que puede destruir la población completa de malezas, incluyendo las partes aéreas de muchas malezas

perennes. Diquat es similar a paraquat, pero es más efectivo contra malezas de hoja ancha y tiende a ser más costoso.

- Herbicidas residuales de pre-emergencia: La mayoría tiene un grado variable de acción foliar, por lo que son capaces de destruir plántulas de malezas. Su actividad se afecta por el tipo de suelo. Se necesitan bajas dosis en suelos ligeros, altas dosis superiores en suelos pesados y dosis aún más altas en suelos orgánicos. Las recomendaciones deben basarse en la experiencia local. Se debe notar que no todos los compuestos de esta categoría son apropiados para todas las situaciones y pueden resultar tóxicos bajo algunas circunstancias (Americanos, 1992). Todos los herbicidas con acción residual son más efectivos cuando se aplican sobre suelo saturado de humedad o cuando se produce un riego por aspersión o lluvia poco después de la aplicación.
- Herbicidas de post-emergencia: Hasta ahora los únicos compuestos seguros de esta agrupación para la papa son los graminicidas específicos, como alloxydim-sódico, fluazifop-p-butil, haloxyfop-etoxietil, quizalofop y sethoxydim, los cuales solo controlan gramíneas anuales y perennes, y tienden a ser débiles contra las especies del género Poa. Para el control de malezas de hoja ancha ninguno de estos herbicidas posee selectividad aceptable, aunque investigaciones recientes indican que bentazon a 1,1 kg i.a. más aceite a 0,5% o bentazon solo a 1,5. kg i.a./ha pueden ser bastante satisfactorios bajo ciertas circunstancias (Americanos, datos inéditos).

La comparación de los herbicidas con las prácticas de cultivo sobre suelos de textura ligera a media arrojó que en algunas ocasiones los primeros eran superiores a los segundos en el control de malezas, mientras que en otras ocasiones ocurrió lo contrario (Americanos, 1992). Diferencias significativas en el rendimiento entre labores de cultivo y herbicidas no se registraron.

Las condiciones de suelo y clima afectan la eficacia de los herbicidas. Los herbicidas residuales son más eficientes cuando la superficie del suelo está finamente preparada comparada con el suelo con terrones. Los herbicidas de contacto y de post-emergencia no se deben aplicar cuando hay lluvia inminente. El método de irrigación también puede afectar la actividad del herbicida. Se ha demostrado que los herbicidas residuales actúan mejor bajo riego por aspersión que bajo riego por surcos (Americanos, 1992).

2.3.3. Modo de acción de los herbicidas

Los herbicidas destruyen las malezas interfiriendo los procesos bioquímicos, como la fotosíntesis, que tiene lugar en el simplasto o sistema vivo de la planta. Para que la acción del herbicida tenga lugar deberá haber suficiente cantidad de ingrediente activo del compuesto para que éste entre en la maleza y sea transportado hasta el lugar de acción adecuado. La mayoría de los grupos de herbicidas afectan, bien la fotosíntesis o la división

celular y el crecimiento, pero algunos herbicidas parecen afectar más de un punto (Altieri 1988).

Hance (1980), detalla que la incorporación mecánica de los herbicidas, el contacto con las raíces y partes subterráneas de las plantas depende del movimiento vertical en profundidad del herbicida en el perfil del suelo después de lluvias o irrigación. La cantidad de herbicida que se lixivia a través del suelo depende de su solubilidad y persistencia, del volumen de agua que esté pasando a través del suelo y de la relación de adsorción entre el herbicida y el suelo. A través de los macroporos, se produce un movimiento más rápido en profundidad del perfil de suelo, donde el herbicida se transporta tanto en solución como unido a partículas finas de suelo.

2.3.4. Época de aplicación - control

El estado de desarrollo de las plantas (malezas) afecta los niveles de absorción de muchos herbicidas, siendo que plantas con hojas más jóvenes absorberán más herbicida aplicado a su aparato foliar. Las hojas jóvenes presentan una cubierta cerosa más delgada y más humectante, además metabólicamente son más activas lo que podría tener efectos sobre los mecanismos de transporte activo. También afirma que plantas favorables de balance hídrico tendrán ritmo de absorción más intenso que las sometidas a estrés hídrico. Las plantas con buen balance hídrico, tendrán las cutículas epidérmicas en mayor grado de hidratación, lo que las hace más permeables a los solutos acuosos y tendrán un ritmo más activo de transporte de solutos, aumentando el gradiente de concentración y por supuesto el proceso de difusión de los solutos (Moya 1990).

2.3.5. Detoxificación de los herbicidas y tolerancia (selectividad).

La base para la selectividad de los herbicidas es la capacidad que tienen las plantas de cultivo a tolerar o sobrevivir la aplicación de un herbicida, en una dosis en la cual la maleza es afectada o muere. Esto puede ser debido a diferencia de absorción y traslocación; velocidad y naturaleza con la cual es activado o detoxificado el herbicida, y las diferencias intrínsecas en sensibilidad en los sitios donde actúa el herbicida.

Para que un herbicida sea efectivo debe llegar al sitio donde la planta es más sensible a ese tóxico a la concentración correspondiente, causando daño severo y afectando su normal crecimiento y desarrollo. El metabolismo del herbicida resulta en detoxificación, un efectivo mecanismo para reducir la concentración del herbicida, incrementando de esa forma la tolerancia de la planta al químico (Rodríguez, 2000).

Devine (1988), menciona que los tratamientos selectivos destruyen las malezas con poco o ningún daño al cultivo. La selectividad puede ser a causa de las propiedades del herbicida, de atributos de la planta, del momento de la aplicación del herbicida, de la técnica de

aplicación o una combinación de estos factores. Los tratamientos no selectivos o totales persiguen destruir todas las especies presentes y se usan antes de la siembra del cultivo, inmediatamente antes de la cosecha o en áreas no cultivables. Sin embargo, con frecuencia se observan respuestas diferentes de distintas especies a bajas dosis de los herbicidas.

Mine (1985), señala que el metabolismo de los herbicidas en las plantas constituye el mecanismo más importante de selectividad de los herbicidas entre malezas y cultivos o entre malezas susceptibles y tolerantes. Las plantas tolerantes detoxifican al herbicida con suficiente rapidez como para evitar que cantidades fitotóxicas del ingrediente activo se acumulen en el simplasto. El metabolismo de los herbicidas involucra transformaciones que aumentan la solubilidad en agua y esto regularmente es seguido por la conjugación con azúcares o aminoácidos.

2.3.6. Resistencia tolerancia de las malezas a los herbicidas

Gressel (1985), indica que los diferentes niveles de tolerancia de los cultivos y malezas a un herbicida específico se basan en la selectividad de los herbicidas. Señala que muchas malezas, que previamente son controladas por herbicidas específicos, evolucionan, produciendo nuevos biotipos con incremento en su tolerancia. La resistencia a los herbicidas sólo ocurre cuando año tras año se siembra el mismo cultivo y se usa el mismo herbicida.

2.4. Modos y mecanismos de acción de los ingredientes en estudio

2.4.1. Haloxifop Metil y Quizalofop - P – Etil

Pertencen a la familia química ariloxifenoxi propionicos y son inhibidores de la acetil coenzima A carboxilasa). Son típicamente antigramíneos, comprende dos familias de productos, los ácidos ariloxifenoxipropiónicos y las ciclohexanodionas (Dow AgroSciences, 2012).

Normalmente se formulan como ésteres de cadena corta, por lo cual, deben ser transformados a forma ácida, por medio de hidrólisis. Estos herbicidas afectan la síntesis de lípidos a través de la inhibición de la enzima carboxilasa de la acetil coenzima A, localizada en el protoplasto. Los tejidos jóvenes en expansión y los meristemos resultan ser los más sensibles. Se afecta esencialmente el sistema interno de membranas, de manera que las enzimas oxidativas e hidrolíticas del comportamiento lisosomal, son liberadas y actúan sobre los constituyentes citoplasmáticos, por esto, ocurre una completa destrucción de la célula (Edifarm, 2011).

2.4.2. Metribuzin

La formulación del herbicida Metribuzin presentada en forma de suspensión concentrada acuosa resulta efectivo en el control de malezas de hoja ancha y angosta aplicado tanto en pre-emergencia y post-emergencia precoz de los mismos en cultivos como la papa, tomate, arveja, maíz, soya y esparrago, en dosis que varían de 800 a 1250 cc/ha considerándose hacer evaluaciones de fitotoxicidad a partir de los 60 días de la emergencia en variedades susceptibles de papa (Terralia, 2012).

Inhiben el proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II. En general, se da un cambio en la secuencia de aminoácidos serina por glicina lo que conlleva a la destrucción por foto-oxidación de los carotenoides, por lo tanto, de la clorofila. Pueden ser degradados por plantas superiores, existiendo diferencias entre ellas en cuanto a la tasa y velocidad de metabolización y pueden ser a través de algunos procesos como la dealquilación, conjugación o absorción.

Cuando se aplican al suelo son absorbidos por el sistema radical y rápidamente transportados hacia las hojas, vía apoplasto (xilema). Cuando se aplican al follaje se comportan como herbicidas de contacto, al no poder moverse vía simplasto (floema), puede darse un significativo movimiento vía apoplasto funcionando como herbicida de contacto (Edifarm, 2011).

2.4.3. Quizalofop P Etil

Es un herbicida sistémico en concentrado emulsionable al 5%, contra gramíneas anuales y vivaces en postemergencia precoz, selectivo en muchos cultivos de hoja ancha

Su Modo de acción radica en que una vez aplicado es rápidamente absorbido por el follaje de las malezas y se transloca hacia los puntos de crecimiento y el sistema radicular de las malezas gramíneas susceptibles. Ejerce su acción sobre los meristemas, inhibiendo la biosíntesis de los ácidos alifáticos.

Las plantas afectadas presentan una clorosis progresiva y manchas violáceas o rojizas que lentamente se van tornando necróticas hasta finalmente producir la muerte de las mismas. Esto sucede en aproximadamente dos o tres semanas luego de la aplicación (Tragusa, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y Descripción del Área Experimental

La presente investigación se realizó en el sector San Francisco de Pisquer en el cantón Mira, provincia del Carchi, cuya ubicación geográfica es de 0° 56' de Latitud Norte y 78° 04' de Longitud Occidental, a una altura de 2.400 msnm.

Los valores meteorológicos promedios al año se presentan de acuerdo al registro del centro meteorológico más cercano al campo experimental (Portada de Mira) cuyos valores son los siguientes: temperatura 18 °C, precipitación 636 mm, humedad relativa 75,9 %, nubosidad 28,2 % y velocidad del viento 10,7 km/h.

Los suelos presentan una característica textural franco – arenoso con un pH ligeramente ácido.

De acuerdo a la clasificación de Holdridge el piso altitudinal se lo clasifica como bosque de neblina Montano (bnM)

3.2. Material de Siembra

Se utilizó la variedad de papa “ORMUZ” que tiene las siguientes características:

- Altura de planta: 0,60 m.
- Días a floración: 60 días
- Ciclo vegetativo: 135 días.
- Peso del tubérculo: 200 – 400 gr.

3.3. Factores en estudio

Se estudiaron los siguientes factores:

3.3.1 Cultivo de papa variedad Ormuz

3.3.2 Tres dosis de los herbicidas (Metribuzin, Haloxifop Metil y Quisalofop-P-Etil)

3.4. Tratamientos

Los tratamientos se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos efectuados en el estudio de “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos	Ingrediente activo	Dosis cc /ha*	Dosis cc/l de H ₂ O
T 1	Metribuzin	400	1,00
T 2	Metribuzin	800	2,00
T 3	Metribuzin	1200	3,00
T 4	Haloxifop Metil	500	1,25
T 5	Haloxifop Metil	1000	2,50
T 6	Haloxifop Metil	1500	3,75
T 7	Quizalofop - P - Etil	400	1,00
T8	Quizalofop - P - Etil	800	2,00
T9	Quizalofop - P - Etil	1200	3,00
T10 (Testigo)	-	-	-

* La dosis por volumen de agua por hectárea es de 400 l/ha.

3.5. Métodos

Se empleó los métodos teóricos: Inductivo-deductivo, análisis síntesis y el empírico llamado experimental.

3.6. Diseño Experimental.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones y diez tratamientos. Las variables fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

3.6.1. Características del lote experimental

El área total del experimento fue de 2.111,40 m², un área útil de 11,52 m² por parcela experimental y una distancia entre bloques y tratamientos de 1,50 m.

3.7. Manejo del Ensayo

3.7.1. Preparación de suelo

Se realizaron dos cruces de rastra a una profundidad de 0,30 m hasta desmenuzar el suelo y dejar una capa "mullida" sin terrones, una vez preparado el terreno se procedió a delimitar las parcelas con sus respectivos surcos ubicando las áreas de separación con sus respectivas dimensiones.

3.7.2. Siembra.

Se colocó un tubérculo semilla (de aproximadamente 60 gramos) en cada sitio, a distancia de 30 centímetros. Los surcos sembrados se taparon con azadón.

3.7.3. Aporque

Se realizaron en forma manual (azadón):

- Medio aporque: 30 días de la siembra.
- Aporque: 45 días después de la siembra.

3.7.4. Estudio de las malezas predominantes en el ensayo.

Se clasificó y se ordenó de acuerdo a su orden en su género y especie de las principales malezas (Anexo 1). De este inventario se tomó como referencia el porcentaje de control de los herbicidas sobre cada una de las especies predominantes (Anexo 2).

3.7.5. Aplicación de herbicidas

Se efectuó las aplicaciones de los herbicidas respectivamente de acuerdo a lo establecido en los tratamientos a partir de la presencia de malas hierbas luego del segundo aporque.

Para esta labor se utilizó un equipo manual de pulverización marca Royal Cóndor con capacidad de 20 L con boquilla de abanico plano rango extendido (Lu 120-04C), con un ángulo de pulverización de 120° y presión de 1,5 bares.

3.7.6. Fertilización

Para la fertilización se utilizó la relación de N-P-K (1-1,5-1,25) con compensaciones de abonos simples dosificados en función de las necesidades kg/ha (N-P₂O₅-K₂O de 200, 300 y 250 respectivamente) para una producción estimada de 30 t/ha, la compensación se la realizó utilizando una fertilización de fondo con 18-46-00 en dosis de 653 kg/ha al

momento de la siembra y 00-00-60 + 46-00-00 en dosis de 417 y 71 kg/ha respectivamente a los 25 días después de la siembra.

3.7.7. Riego

Para compensar las necesidades hídricas del cultivo durante sus etapas de desarrollo y engrose de tubérculos, se realizaron seis riegos por aspersión durante la época de verano (tres desde la siembra a inicio de floración y tres durante el ciclo de engrose).

3.7.8. Controles fitosanitarios

Los hongos que se presentaron fueron *Oidium* sp, *Alternaría solani* y una baja incidencia de *Phytophthora infestans*, el control se lo realizó mediante fungicidas protectantes y sistémicos (Daconil 2,5 cc/ l + Difenconazol 0,5 cc/l) cada 12 días; para la presencia de insectos como *Trialeurodes vaporariorum*, *Myzus* sp, *Liriomyza* spp, fue necesario la aplicación de los insecticidas Imidacloprid y Lambdacialotrina en dosis de 0,5 cc y 0,5 cc/l respectivamente en forma rotativa cada 12 días durante el ciclo del cultivo. Los insectos de suelo como *Tecia solanivora* y *Premnotrypes vorax* se controlaron con Fipronil en dosis de 0.15 g/l dirigido al cuello de la planta en dos aplicaciones durante el ciclo del cultivo (primer aporque y formación de tubérculos).

3.7.9. Cosecha

Se realizó manualmente en cada una de la parcelas considerándose la producción total y categorización respectiva tanto de primera, segunda y tercera.

3.8. Datos Evaluados

Las evaluaciones de las moléculas (herbicidas) en estudio se realizaron en base de los efectos fisiológicos (fito-incompatibilidad), grado de selectividad (fitotoxidad) y el grado de eficacia sobre las malezas, dispuestos de la siguiente manera:

3.8.1. Evaluación herbicidas

3.8.1.1. Número de malezas.

Se contó el número de malezas de hoja ancha y hoja angosta en 1 m² de un lugar tomado al azar dentro del área neta de cada parcela experimental, el primer conteo se lo realizó antes de la aplicación de los herbicidas con la presencia de hojas verdaderas de las malezas y a los 30 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas post-emergentes.

3.8.1.2. Eficacia de control de malezas

Del valor obtenido en el número de malezas de hojas anchas y gramíneas a los 30 y 60 días, se relacionó la cobertura de malezas de los tratamientos químicos con la cobertura de malezas presente en el testigo absoluto con el siguiente esquema:

- a. Número de malezas de hoja ancha y/o gramíneas por m²

$$\text{variable corriente de la maleza} = \frac{\text{número de malezas de la especie a contar}}{1 \text{ m}^2}$$

- b. Eficacia en porcentaje

El porcentaje de eficacia se determinó mediante la fórmula de Henderson y Tylton, la cual permitió comparar el ataque uniforme antes de la aplicación con la obtenida en las parcelas tratadas con relación al testigo.

$$\text{Eficacia (\%)} = \left(1 - \left(\frac{B_n \times U_v}{B_v \times U_n} \right) \right) \times 100$$

U_v = Número de malezas antes del tratamiento

B_v = Número de malezas en el tratado antes del tratamiento

U_n = Número de malezas en el testigo después del tratamiento

B_n = Número de malezas en el tratado después del tratamiento

3.8.1.3. Selectividad de herbicidas

Diez días en post-aplicación de los tratamientos, se realizó la evaluación de selectividad de los herbicidas sobre el cultivo. Se utilizó el método de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Método de evaluación (efecto herbicida sobre el cultivo) en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Índice	Nombre del efecto	Disminución del crecimiento	Clase de daño
0	Ninguno	0 %	Ninguno
1	Ligero	1 - 4 %	Daño muy débil. Leve amarillamiento.
2	Moderado	5 - 10 %	Daño parcial. Hojas cloróticas
3	Moderado	11 - 20 %	Daño parcial. Clorosis general. Puntos necróticos
4	Grave	11 - 30 %	Daño generalizándose. Necrosis marcada en hojas. Afecta rendimiento.
5	Grave	31 - 40 %	Daño general. Necrosis parcial. Hojas deformadas. Limite de peligro.
6	Grave	41 - 60 %	Daño general. Necrosis general. Sin recuperación
7	Muy grave	61 - 80 %	Daño general. Moderada mortandad de plantas
8	Casi destructivo	81 - 99 %	Daño permanente. Alta mortandad en plantas.
9	Destruccion total	100 %	Destrucción total del cultivo

3.8.1.4. Porcentaje de control de malezas.

Se realizó en función del área cubierta a los 30 y 60 días después de la aplicación. Para esto se determinó en el área efectiva de cada parcela (específicamente en el surco de riego), el área libre de infestación, lo cual permitirá de acuerdo a lo sugerido por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), calcular el control relativo (comparados con los testigos limpio y enmalezado) de los tratamiento con herbicidas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Esquema de estimación visual del efecto herbicida sobre malezas en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Índice	Estimación porcentual	Descripción del control
0	0 %	Ninguno
1	1 - 10 %	Pobre
2	11 - 25 %	Regular
3	26 - 50 %	Moderado
4	51 - 75 %	Satisfactorio
5	76 - 99 %	Severo o Muy Bueno
6	100 %	Total o Excelente

3.8.2. Evaluación efectos fisiológicos

3.8.2.1. Altura de planta

Para determinar la altura de planta se consideró a partir de los 30, 60 y 90 días después de aplicación de los herbicidas, esta variable se realizó en diez plantas tomadas al azar en cada parcela experimental, considerándose la altura a partir del nudo vital hasta la última inserción floral del tallo principal.

3.8.2.2. Días a la floración

Se contó los días a partir de la siembra hasta la presencia de los primeros brotes florales de las plantas de los surcos centrales en cada unidad experimental.

3.8.2.3. Número de tubérculos por planta

Se evaluó en 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta al momento de la cosecha utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{No. Tubérculos por planta} = \frac{\text{Número total de tubérculo a la cosecha}}{\text{Número de plantas}}$$

Fórmula propuesta por Hibón y señalada por Layedra, 1996.

3.8.2.4. Peso de tubérculos por planta

Luego de contabilizarlas se realizó el pesaje respectivo esto es para cada parcela demostrativa.

3.8.2.5. Rendimiento

Se pesaron los tubérculos de diez plantas tomadas al azar, en cada parcela del ensayo, la producción de estas plantas se relacionó hacia una hectárea cuyo valor se expresó en kg/ha considerada en tres categorías (primera, segunda y tercera).

3.8.3. Análisis económico

Se efectuó en función del rendimiento en peso de tubérculos por kg/ha, la venta y el costo en cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de la eficacia de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa

4.1.1. Número de malezas dicotiledóneas por metro cuadrado.

En el Cuadro 4, se presentan los valores promedios del número de malezas dicotiledóneas por metro cuadrado antes y después de aplicación de los herbicidas.

Realizado el conteo respectivo antes de la primera aplicación, se registró como promedio en los tratamientos 147,5 malezas/m².

Para los promedios de número de malezas por m² treinta días después de la aplicación, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística en tratamientos, el coeficiente de variación fue de 8,11 %.

Realizada la prueba funcional de Tukey al 5 % para los tratamientos, se encontró cuatro rangos de significación estadística. En el primero se ubico tres tratamientos, de los cuales el herbicida Quizalofop - P - Etil en dosis de 1200 cc/ha con una población de 180,67 malezas dicotiledóneas/m², fue superior estadísticamente a los demás tratamientos; mientras en el cuarto rango se presenta los tres tratamientos de Metribuzin sin diferencias estadísticas donde la dosis 1200 cc/ha obtuvo un promedio de 3,00 malezas dicotiledóneas/m² como menor población.

Sesenta días después de la aplicación, el análisis de varianza determinó alta significancia en los tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,70 %.

La prueba funcional de Tukey al 5 %, determinó cuatro rangos de significación. En el primer rango se ubicaron tres tratamientos sin diferencia estadística con el testigo en el cual el herbicida Quizalofop - P – Etil en dosis de 1200 cc/ha, obtuvo 183,00 malezas dicotiledóneas/m². superior estadísticamente a los demás tratamientos; En el cuarto se ubicaron los tratamientos con Metribuzin sin diferencias estadísticas de los cuales la dosis de 1200 cc/ha alcanzó el menor número de población con 0,67 malezas dicotiledóneas/m².

Cuadro 4. Valores promedios de número de malezas dicotiledóneas en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Malezas dicotiledóneas /m ²		
#	Ingredientes activos	cc /ha	Población inicial	30 días después de la aplicación	60 días después de la aplicación
1	Metribuzin	400	155,67	11,00 d	2,33 d
2	Metribuzin	800	172,33	12,00 d	1,00 d
3	Metribuzin	1200	130,67	3,00 d	0,67 d
4	Haloxifop Metil	500	158,67	160,67 a	162,00 a
5	Haloxifop Metil	1000	127,33	129,00 b	129,67 c
6	Haloxifop Metil	1500	116,33	119,33 c	122,67 c
7	Quizalofop - P - Etil	400	133,33	137,67 b	141,33 b
8	Quizalofop - P - Etil	800	146,33	150,67 b	155,67 b
9	Quizalofop - P - Etil	1200	176,00	180,67 a	183,00 a
10	Testigo	0	158,33	163,00 a	167,00 a
Promedio			147,5	106,70	106,53
CV (%)				8,11	7,70
Significancia Estadística				**	**

Letras distintas indican dentro de cada columna diferencias significativas entre herbicidas según la prueba de Tukey (P = 0.05).

CV Coeficiente de variación

** Significativo 1 %

4.1.2. Número de malezas monocotiledóneas por metro cuadrado

Los valores de número de malezas monocotiledóneas por metro cuadrado antes y después de la aplicación de los herbicidas en el control de la población de malezas dicotiledóneas se presentan en el Cuadro 5.

Los valores promedios del número de malezas monocotiledóneas antes de la aplicación de los herbicidas, establece un promedio de 6,70 malezas/m².

A los 30 días después de la aplicación, se detectó alta significancia estadística en tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 12,97 %.

La prueba funcional de Tukey al 5 %, determinó cuatro rangos de significación, en el primero se ubicó el tratamiento Testigo con 9,00 malezas monocotiledóneas/m², superior estadísticamente a los demás tratamientos. El cuarto ocupó el tratamiento del herbicida Metribuzin en la dosis de 1200 cc/ha con 2,00 malezas monocotiledóneas/m² como menor promedio.

Después de 60 días de la aplicación, el análisis de varianza reportó alta significancia en los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 26,03 %.

La prueba funcional de Tukey al 5 %, determinó tres rangos de significación. El primero ubicó a dos tratamientos de los cuales el Testigo alcanzó 12,00 malezas monocotiledóneas/m², superior estadísticamente a los demás tratamientos; el tercero fue para seis tratamientos de los cuales el menor promedio lo obtuvo Haloxifop Metil en dosis de 1000 cc/ha con 0 malezas monocotiledóneas/m².

4.1.3. Eficacia en malezas dicotiledóneas

En el Cuadro 6, se presentan los valores promedios de la eficacia alcanzada con los tratamientos durante las aplicaciones en el control de la población de malezas dicotiledóneas comparando los promedios del testigo versus los tratamientos de herbicidas.

A los treinta días después de la aplicación el tratamiento con el herbicida Metribuzin en la dosis de 1200 cc/ha obtuvo el mejor porcentaje con el 97,77 % de eficacia, mientras que el tratamiento de Quizalofop - P - Etil en la dosis de 400 cc/ha promedió una eficacia frente al testigo de -0,29 como menor porcentaje.

En la segunda evaluación a los sesenta días de la aplicación; el tratamiento que alcanzó el mejor promedio fue el herbicida Metribuzin en dosis de 1200 cc/ha con un 99,52 de

eficacia, mientras que el herbicida Quizalofop - P – Etil en dosis de 800 cc/ha con -0,86 fue menos eficiente que los demás herbicidas evaluados.

Cuadro 5. Valores promedios de malezas monocotiledóneas en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Malezas monocotiledóneas /m ²		
#	Población inicial	cc /ha	Población inicial	30 días después de la aplicación	60 días después de la aplicación
1	Metribuzin	400	6,67	5,00 b	4,33 b
2	Metribuzin	800	8,33	5,33 b	2,67 b
3	Metribuzin	1200	6,33	2,00 d	1,00 c
4	Haloxifop Metil	500	4,33	3,33 c	1,33 c
5	Haloxifop Metil	1000	6,33	3,67 c	0,00 c
6	Haloxifop Metil	1500	8,67	3,67 c	1,00 c
7	Quizalofop - P - Etil	400	8,67	3,00 c	1,67 c
8	Quizalofop - P - Etil	800	5,33	3,33 c	2,33 b
9	Quizalofop - P - Etil	1200	7,33	4,67 b	1,33 c
10	Testigo	0	5,00	9,00 a	12,00 a
Promedio			6,70	4,30	2,77
CV (%)				12,97	26,03
Significancia Estadística				**	**

Letras distintas indican dentro de cada columna diferencias significativas entre herbicidas según la prueba de Tukey (P = 0.05).

CV Coeficiente de variación

** Significativo 1 %

Cuadro 6. Valores promedios de eficacia en el control de malezas dicotiledóneas en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Eficacia en el control de malezas dicotiledóneas (%)	
#	Población inicial	cc /ha	30 días después de la aplicación	60 días después de la aplicación
1	Metribuzin	400	93,14	98,58
2	Metribuzin	800	93,24	99,45
3	Metribuzin	1200	97,77	99,52
4	Haloxifop Metil	500	1,64	3,20
5	Haloxifop Metil	1000	1,59	3,45
6	Haloxifop Metil	1500	0,36	0,03
7	Quizalofop - P - Etil	400	-0,29	-0,50
8	Quizalofop - P - Etil	800	-0,01	-0,86
9	Quizalofop - P - Etil	1200	0,29	1,42

4.1.4. Eficacia en malezas monocotiledóneas

En el Cuadro 7, se presentan los valores promedios de la eficacia alcanzada con los tratamientos durante las aplicaciones en el control de la población de malezas monocotiledóneas comparando los promedios del testigo versus los tratamientos de herbicidas.

A los treinta días después de la aplicación, el tratamiento del herbicida Metribuzin en dosis de 1200 cc/ha obtuvo el mejor porcentaje con 82,46 %, mientras que Haloxifop Metil en dosis de 500 cc/ha promedió una eficacia frente al testigo de 57,26 % como menor porcentaje.

En la segunda evaluación a los sesenta días de la aplicación; el tratamiento que alcanzó el mejor promedio fue Haloxifop Metil en dosis de 1000 cc/ha con 100,00 %, mientras que Metribuzin en dosis de 400 cc/ha con 72,92 % fue menos eficiente que los demás herbicidas evaluados.

Cuadro 7. Valores promedios de eficacia en el control de malezas monocotiledóneas en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Eficacia en el control de malezas monocotiledóneas (%)	
#	Población inicial	Población inicial	30 días después de la aplicación	60 días después de la aplicación
1	Metribuzin	400	58,33	72,92
2	Metribuzin	800	64,44	86,67
3	Metribuzin	1200	82,46	93,42
4	Haloxifop Metil	500	57,26	87,18
5	Haloxifop Metil	1000	67,84	100,00
6	Haloxifop Metil	1500	76,50	95,19
7	Quizalofop - P - Etil	400	80,77	91,99
8	Quizalofop - P - Etil	800	65,28	81,77
9	Quizalofop - P - Etil	1200	64,65	92,42

4.1.5. Selectividad de herbicidas

Los valores promedios de selectividad causado por los herbicidas Cuadro 8 se presenta a partir de los 60 días después de la aplicación, basado en la clase de daño que oscila desde ninguno a destrucción total del cultivo, es una estimación (0-100%).

Sesenta días después de la aplicación de herbicidas, el tratamiento Metribuzin en dosis de 1200 cc/ha con un 3,00 % presentó un daño muy débil resultado que fue superior frente a los demás tratamientos, mientras que Quizalofop - P - Etil en dosis de 400 cc/ha con un 0,32 % presentó ninguno a muy débil daño.

Cuadro 8. Valores promedios de selectividad de herbicidas en el estudio de eficacia de herbicidas post-emergentes en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Selectividad (%)	
#	Ingredientes activos	cc /ha		
1	Metribuzin	400	0,55	Ninguno - muy débil
2	Metribuzin	800	1,83	Daño muy débil
3	Metribuzin	1200	3,00	Daño muy débil
4	Haloxifop Metil	500	0,48	Ninguno - muy débil
5	Haloxifop Metil	1000	2,00	Daño muy débil
6	Haloxifop Metil	1500	2,40	Daño muy débil
7	Quizalofop - P - Etil	400	0,32	Ninguno - muy débil
8	Quizalofop - P - Etil	800	2,00	Daño muy débil
9	Quizalofop - P - Etil	1200	2,23	Daño muy débil

4.1.6. Porcentaje de control de malezas.

En el Cuadro 9, se presentan los valores promedios de porcentaje de control de malezas a partir de los 30 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas, basado en una estimación (0-100%), cuya descripción va desde ningún control hasta excelente.

En la primera evaluación a los 30 días después de aplicación, el tratamiento Metribuzin 1200 cc/ha con 86,03 % alcanzó un resultado de control muy bueno frente a los demás tratamientos, mientras que Haloxifop Metil en dosis de 500 cc/ha con 22,50 % de control descrito como regular fue menor a los demás tratamientos.

Los tratamientos de herbicidas a los sesenta días después de aplicación se obtuvo que Metribuzin tanto en las dosis de 800 y 1200 cc/ha con 100,00 % alcanzaron un control excelente, mientras que el porcentaje más bajo fue para Haloxifop Metil en dosis de 500 cc/ha con 74,53 % de control descrito como satisfactorio.

Cuadro 9. Valores promedios de porcentaje de control de malezas en el control de malezas monocotiledóneas en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Porcentaje de control de malezas			
#	Ingredientes activos	cc /ha	30 días después de la aplicación (%)		60 días después de la aplicación (%)	
1	Metribuzin	400	57,53	Satisfactorio	94,33	Muy bueno
2	Metribuzin	800	64,77	Satisfactorio	100,00	Excelente
3	Metribuzin	1200	86,03	Muy bueno	100,00	Excelente
4	Haloxifop Metil	500	22,50	Regular	74,53	Satisfactorio
5	Haloxifop Metil	1000	29,03	Moderado	87,70	Muy bueno
6	Haloxifop Metil	1500	35,43	Moderado	98,40	Muy bueno
7	Quizalofop - P - Etil	400	23,60	Regular	81,23	Muy bueno
8	Quizalofop - P - Etil	800	31,57	Moderado	95,67	Muy bueno
9	Quizalofop - P - Etil	1200	39,97	Moderado	99,40	Excelente

4.2. Evaluación efectos fisiológicos

4.2.1. Altura de planta

Los valores promedios de altura de planta en el estudio de la evaluación de tres herbicidas post-emergentes en el control de malezas del cultivo de papa se presentan en el Cuadro 10.

A los 30 días después de la aplicación, se detectó alta significancia estadística en tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 6,81 %.

La prueba funcional de Tukey al 5 %, determinó dos rangos de significación, en el primero se ubicaron ocho tratamientos de los cuales el mayor promedio lo obtuvo Metribuzi -400 cc/ha con un 48,37 cm de altura, superior estadísticamente a los demás tratamientos. El segundo rango ocuparon dos tratamientos logrando el menor promedio Haloxifop Metil 500 cc/ha con 36,24 cm de altura.

Luego de 60 días después de la aplicación, el análisis de varianza reportó significancia estadística en los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 5,67 %.

Realizada las comparaciones mediante Tukey al 5 %, se determinó dos rangos de significación. El primero ubicó a ocho tratamientos de los cuales el mayor promedio fue Metribuzin 400 cc/ha con 60,00 cm de altura, superior estadísticamente a los demás tratamientos; el segundo fue para tres tratamientos de los cuales el menor promedio lo obtuvo Haloxifop Metil 500 cc/ha con 48,48 cm de altura.

A los 90 días después de la aplicación de herbicidas, se observó diferencia altamente significativa en los tratamientos. Se registró un coeficiente de variación de 4,45 %.

Según la prueba de Tukey al 5 %, se determinó dos rangos de significación. En el primer rango se ubicaron ocho tratamientos de los cuales el mayor promedio fue Metribuzin 400 cc/ha con 68,86 cm de altura, superior estadísticamente a los demás tratamientos; el segundo rango lo obtuvieron tres tratamientos dentro de los cuales el menor promedio alcanzado fue para Haloxifop Metil 500 cc/ha con 59,81 cm de altura.

4.2.2. Días a la floración

En los valores promedios de número de vainas por planta Cuadro 11, el análisis de varianza no determinó significancia estadística en tratamientos. El coeficiente de variación fue de 1,04 % .

Matemáticamente podemos determinar que los promedios analizados en esta variable no presentaron diferencia, oscilando entre 45 a 46 días.

Cuadro 10. Valores promedios de altura de planta en el estudio de la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Altura de planta (cm)		
#	Ingredientes activos	cc /ha	30 dda	60 dda	90 dda
1	Metribuzin	400	48,37 a	60,00 a	68,86 a
2	Metribuzin	800	44,40 a	56,23 a	66,02 a
3	Metribuzin	1200	43,40 a	54,52 a	63,90 a
4	Haloxifop Metil	500	36,24 b	48,48 b	59,81 b
5	Haloxifop Metil	1000	45,73 a	57,54 a	68,46 a
6	Haloxifop Metil	1500	42,60 a	54,22 a	64,00 a
7	Quizalofop - P - Etil	400	45,73 a	56,33 a	67,03 a
8	Quizalofop - P - Etil	800	38,63 b	50,33 b	59,82 b
9	Quizalofop - P - Etil	1200	44,63 a	55,73 a	65,62 a
10	Testigo	0	44,07 a	55,86 a	67,05 a
Promedio			43,38	54,92	65,06
CV (%)			6,81	5,67	4,45
Significancia Estadística			**	*	**

Letras distintas indican dentro de cada columna diferencias significativas entre herbicidas según la prueba de Tukey (P = 0.05).

CV Coeficiente de variación

** Significativo 1 %

* Significativo 5 %

dda Días después de la aplicación

4.2.3. Número de tubérculos por planta

Realizado el análisis de varianza con los valores promedios de número de tubérculos por planta Cuadro 11, presentó significancia estadística en los tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,87 %.

La prueba funcional de Tukey al 5 %, determinó dos rangos de significación. En el primer se destacaron los nueve tratamientos de herbicidas en sus diferentes dosis, de los cuales el mayor promedio lo obtuvo Metribuzin 400 cc/ha con 26,17 tubérculos/planta, superior estadísticamente a los demás tratamientos. El segundo rango lo alcanzó el testigo con el menor promedio, que fue de 20,13 tubérculos/planta.

4.2.4. Peso de tubérculos por planta

En el Cuadro 11, se presenta los valores promedios del peso de tubérculos por planta evaluados al momento de la cosecha.

Los promedios del peso de tubérculos, el análisis de varianza no presentó significancia estadística en tratamientos, el coeficiente de variación fue de 22,42 %.

Los resultados obtenidos en esta variable, si bien es cierto no se presentó una diferencia estadística, matemáticamente expresan que Quizalofop - P – Etil en dosis de 1200 cc/ha obtuvo un valor más alto frente a los demás tratamientos alcanzando un promedio de 1,80 kg/planta. El tratamiento Metribuzin en dosis de 1200 cc/ha presentó el menor promedio con 1,16 kg/planta.

4.2.5. Rendimiento

Los valores de rendimiento de cada tratamiento en kg/ha clasificados en las tres categorías (primera, segunda y tercera) al momento de la cosecha se presentan en el Cuadro 12.

El análisis de variancia detectó alta significancia para tratamientos en la categoría de tubérculos de primera; cuyo coeficiente de variación fue de 9,96 %.

La prueba de significación Tukey al 5 %, determinó dos rangos. El primer rango lo obtuvieron cuatro dosis de herbicidas de los cuales Metribuzin en dosis de 400 cc/ha alcanzó el mayor promedio con 27.684 kg/ha, superior estadísticamente a los demás tratamientos. El segundo rango lo alcanzan cuatro tratamientos donde el tratamiento testigo alcanza el menor promedio de 19.444 kg/ha de rendimiento de tubérculos de primera.

Al analizar los valores promedios de tubérculos de segunda categoría, el análisis de variancia determinó alta significancia; cuyo coeficiente de variación fue de 9,02 %.

Cuadro 11. Valores promedios de días a la floración, días del ciclo vegetativo y número de tubérculos por planta en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Días a la floración	Número de tubérculos por planta	Peso de tubérculos por planta (kg)
#	Ingredientes activos	cc /ha			
1	Metribuzin	400	45,47	26,17 a	1,71
2	Metribuzin	800	45,53	22,50 a	1,42
3	Metribuzin	1200	45,57	21,13 a	1,16
4	Haloxifop Metil	500	45,03	22,93 a	1,21
5	Haloxifop Metil	1000	45,20	22,67 a	1,26
6	Haloxifop Metil	1500	45,53	22,30 a	1,53
7	Quizalofop - P - Etil	400	45,60	25,30 a	1,60
8	Quizalofop - P - Etil	800	45,63	24,47 a	1,48
9	Quizalofop - P - Etil	1200	46,20	22,87 a	1,80
10	Testigo	0	46,27	20,13 b	1,45
Promedio			45,60	23,05	1,46
CV (%)			1,04	7,87	22,42
Significancia Estadística			ns	*	ns

Letras distintas indican dentro de cada columna diferencias significativas entre herbicidas según la prueba de Tukey (P = 0.05).

CV Coeficiente de variación

* Significativo 5 %

ns No significativo

Aplicada la prueba de Tukey al 5 %, se determinó en esta categoría dos rangos de significación. El primer rango como mayor producción de papa de segunda lo obtuvieron cuatro dosis de herbicidas donde el tratamiento con Metribuzin en dosis 400 cc/ha alcanza el mayor promedio de 13.426 kg/ha, superior estadísticamente a los demás tratamientos. El segundo rango ubica a seis tratamientos donde el menor promedio fue para el herbicida Quizalofop - P – Etil en dosis de 800 cc/ha con 8.703 kg/ha de tubérculos de segunda categoría.

En los valores promedios de rendimiento de tubérculos de tercera categoría, el análisis de variancia detectó alta significancia estadística en los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 11,02 %.

Mediante la prueba de Tukey se determinó dos rangos de significación en tubérculos de tercera categoría. El primer rango se ubican cinco tratamientos donde el herbicida Quizalofop - P – Etil en dosis de 800 cc/ha alcanza el mayor promedio de 7.129 kg/ha de tubérculos, superior estadísticamente a los demás tratamientos; el segundo rango lo obtienen cinco tratamientos en los cuales el menor promedio lo alcanza el herbicida Metribuzin en dosis de 1200 cc/ha con un promedio 4.514 kg/ha de tubérculos.

5. Análisis económico

El análisis económico del rendimiento en tubérculos en función del costo de cada tratamiento Cuadro 12. Se observa que el tratamiento con Metribuzin en dosis de 400 cc/ha se obtuvo una utilidad económica de 6.565 USD por hectárea, valor por el cual se identificó como mucho mayor a los demás tratamientos. En cambio el tratamiento Testigo apenas alcanzó una utilidad económica de 3.682 USD por hectárea.

Cuadro 12. Valores promedios de rendimiento en categorías por ha en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Primera (kg/ha)	Segunda (kg/ha)	Tercera (kg/ha)
#	Ingredientes activos	cc /ha			
1	Metribuzin	400	27.684 a	13.426 a	6.389 a
2	Metribuzin	800	24.629 a	11.574 a	5.046 b
3	Metribuzin	1200	19.999 b	10.185 b	4.514 b
4	Haloxifop Metil	500	20.185 b	8.935 b	6.574 a
5	Haloxifop Metil	1000	20.370 b	8.796 b	5.741 a
6	Haloxifop Metil	1500	25.277 a	11.111 a	5.509 a
7	Quizalofop - P - Etil	400	24.999 a	11.759 a	5.000 b
8	Quizalofop - P - Etil	800	25.647 a	8.703 b	7.129 a
9	Quizalofop - P - Etil	1200	23.577 a	9.398 b	5.324 b
10	Testigo	0	19.444 b	10.463 b	4.722 b
Promedio			23.181	10.435	5.595
CV (%)			9,96	9,02	11,02
Significancia Estadística			**	**	**

CV Coeficiente de variación

** Significativo 1 %

Cuadro 13. Análisis económico en el estudio de la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos.			Rendimiento por categorías (kg/ha)			Producción (USD)	Costo Trat. (USD)	Utilidad económica (USD)	Utilidad y pérdida (%)
#	Ingredientes activos	cc /ha	Primera	Segunda	Tercera				
1	Metribuzin	400	27.684	13.426	6.389	10.337	3.772	6.565	174
2	Metribuzin	800	24.629	11.574	5.046	9.104	3.794	5.310	140
3	Metribuzin	1200	19.999	10.185	4.514	7.537	3.816	3.720	97
4	Haloxifop Metil	500	20.185	8.935	6.574	7.510	3.766	3.744	99
5	Haloxifop Metil	1000	20.370	8.796	5.741	7.496	3.782	3.714	98
6	Haloxifop Metil	1500	25.277	11.111	5.509	9.243	3.798	5.445	143
7	Quizalofop	400	24.999	11.759	5.000	9.236	3.760	5.476	146
8	Quizalofop	800	25.647	8.703	7.129	9.068	3.770	5.298	141
9	Quizalofop	1200	23.577	9.398	5.324	8.483	3.780	4.703	124
10	Testigo	0	19.444	10.463	4.722	7.432	3.750	3.682	98

* Costo USD kilo (gruesa= 0,44, primera=0,38, segunda=0.38, tercera=0,22)

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudió la evaluación del efecto de tres herbicidas en post-emergencia y su control de malezas en el cultivo de la papa variedad Ormuz, comparado con un tratamiento testigo sin herbicida. Con los resultados obtenidos se puede deducir que los tratamientos difirieron significativamente en cada una de las variables evaluadas.

El menor promedio de número de malezas dicotiledóneas/m² así como el porcentaje de eficacia frente al testigo en la última evaluación fue para Metribuzin en la dosis de 1200 cc/ha. Según Terralia 2012, la formulación del herbicida Metribuzin presentada en forma de suspensión concentrada acuosa resulta efectivo en el control de malezas de hoja ancha aplicado tanto en pre-emergencia y post-emergencia precoz de los mismos en cultivos como la papa en dosis que varían de 800 a 1250 cc/ha considerándose hacer evaluaciones de fitotoxicidad a partir de los 60 días de la emergencia en variedades susceptibles. La eficacia radica en la inhibición del proceso fotosintético interferido en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II de la maleza es decir en general, se da un cambio en la secuencia de aminoácidos serina por glicina lo que conlleva a la destrucción por foto-oxidación de los carotenoides, por lo tanto, de la clorofila.

El menor promedio y la mayor eficacia en el control de la población de malezas monocotiledóneas en la última evaluación realizada a partir de los sesenta días después de aplicación fue para el herbicida Haloxifop Metil en dosis de 1000 cc/ha. Estos resultados pueden atribuirse debido a la acción sistémica y específica de la fórmula en el control de malezas gramíneas en los cultivos de hoja anchas y en las dosis que recomendadas por el fabricante 1000 cc/ha (Dow AgroSciences, 2012). Su acción se debe a que este ingrediente activo afectan la síntesis de lípidos a través de la inhibición de la enzima carboxilasa de la acetil coenzima A, localizada en el protoplasto es decir los tejidos jóvenes en expansión y los meristemos resultan ser los más sensibles siendo afectados esencialmente en el sistema interno de las membranas, de manera que las enzimas oxidativas e hidrolíticas del comportamiento lisosomal, son liberadas y actúan sobre los constituyentes citoplasmáticos, por esto, ocurre una completa destrucción de la célula en la maleza gramínea (Edifarm, 2011).

El mayor porcentaje de control a los sesenta días después de aplicación considerada como última evaluación, el tratamiento Metribuzin tanto en las dosis de 800 y 1200 cc/ha presentó el mayor efecto residual con un control muy bueno ante los demás tratamientos, estos resultados analizados en forma visual sobre el control de malezas se atribuyen a su eficiencia en malezas mono y dicotiledóneas permitiendo de esta manera la disminución de la población de malezas en cultivos donde el producto es selectivo (Terralia 2012).

Los tratamientos de herbicidas, no presentaron ningún efecto de fitotoxicidad con valores no representativos, estos resultados obtenidos pueden atribuirse a que estos ingredientes resultaron ser selectivos con el cultivo de papa.

El mayor promedio de altura, número de tubérculos por plantas y rendimiento lo alcanzó Metribuzin en dosis de 400 cc/ha. La respuesta positiva de este ingrediente es gracias al poco efecto fitotóxico alcanzado en su aplicación por su selectividad con el cultivo y su alta eficacia en el control de malezas competitivas con el cultivo de la papa (Terralia, 2012).

Para los valores de días a floración y peso de tubérculos no se presentaron efectos fisiológicos por lo que podemos atribuir a la selectividad de los ingredientes en el cultivo de la papa. Estos resultados pueda deberse a que la base de estos ingrediente es la selectividad al no interferir en estos procesos fisiológicos del cultivo de la papa y tolerar o sobrevivirla a la aplicación de estos ingredientes, en una dosis en la cual la maleza es afectada o muere sin afectar el cultivo, debido a la diferencia de absorción y translocación; velocidad y naturaleza con la cual es activado o detoxificado el herbicida, y las diferencias intrínsecas en sensibilidad en los sitios donde actúa el herbicida (Rodríguez, 2000).

En el análisis económico del rendimiento de kg/ha de acuerdo a las categoría de clasificación de los tubérculos de papa, en función a la venta y costo de producción de cada tratamiento, Metribuzin en dosis de 400 cc/ha, obtuvo la mayor utilidad económica. Estos resultados se deben a que la eficacia y selectividad de estos herbicidas permite limitar la infestación de malezas, hasta un grado tal que no afecte o interfiera económicamente con la producción del cultivo en un área determinada (Rodríguez, 1996). Por lo que el ingrediente Metribuzin al actuar sobre una población masiva de malezas permitió un mayor rendimiento con una mayor utilidad económica.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se plantean las siguientes conclusiones:

- 1) Los mejores resultados significativos frente al testigo en el manejo de la población de malezas dicotiledóneas fue para el herbicida Metribuzin en la dosis de 1200 cc/ha, mientras que en monocotiledóneas Haloxifop Metil en dosis de 1000 cc/ha.
- 2) Los tratamientos de herbicidas en sus diferentes dosis, no presentaron valores significativos en el efecto de fitotoxicidad siendo selectivos para el cultivo de la papa.
- 3) Los tratamientos herbicidas alcanzaron utilidades económicas entre 97 a 174 % donde el Testigo obtuvo 98 %.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

- 1) Considerar el control químico como parte alternativa en el manejo integrado de malezas analizando el impacto en el medio ambiente.
- 2) Emplear el control químico en post-emergencia en el manejo de la población de malezas dicotiledóneas con el herbicida Metribuzin en dosis de 400 a 1200 cc/ha considerándose una evaluación previa en variedades susceptibles que se pretenda aplicar sobre los 60 días después de la emergencia.
- 3) El control químico de malezas monocotiledóneas en post-emergencia con la aplicación de Haloxifop Metil en dosis de 1000 cc/ha.
- 4) Realizar pruebas de eficacia en la mezcla de los ingredientes Metribuzin + Haloxifop Metil para aumentar el espectro de control sobre la población de malezas del cultivo de la papa.

VII. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de tres herbicidas post-emergentes en el cultivo de papa variedad Ormuz en el sector San Francisco de Pisquer en el cantón Mira, provincia del Carchi, cuya ubicación geográfica es de 0° 56' de Latitud Norte y 78° 04' de Longitud Occidental, a una altura de 2.400 msnm, con la finalidad de determinar la eficacia de los herbicidas post-emergentes en el cultivo de la papa, evaluar la dosis más apropiada de los herbicidas, identificar la selectividad de las moléculas en estudio y analizar económicamente cada tratamiento.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones y diez tratamientos. El área total del experimento fue de 2.111,40 m², un área útil de 11,52 m² por parcela experimental y una distancia entre bloques y tratamientos de 1,50 m.

Las evaluaciones de las moléculas (herbicidas) en estudio se realizaron en base de los efectos fisiológicos (fito-incompatibilidad), grado de selectividad (fitotoxicidad) y el grado de eficacia sobre las malezas, dispuestos de la siguiente manera: número de malezas (dicotiledóneas y monocotiledóneas), eficacia de control de malezas, selectividad de herbicidas, porcentaje de control de malezas. Evaluación efectos fisiológicos: altura de planta, días a la floración, número de tubérculos por planta, peso de tubérculos por planta, rendimiento. Se efectuó el análisis económico en función del rendimiento (kg/ha) y el costo de cada tratamiento. Las variables fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Los resultados experimentales determinaron que: Los mejores resultados significativos frente al testigo en el manejo de la población de malezas dicotiledóneas fue para el herbicida Metribuzin en la dosis de 1200 cc/ha, mientras que en monocotiledóneas Haloxifop Metil en dosis de 1000 cc/ha. Los tratamientos de herbicidas en sus diferentes dosis, no presentaron valores significativos en el efecto de fitotoxicidad. Los tratamientos de herbicidas alcanzaron utilidades económicas entre 97 a 174 % donde el Testigo obtuvo 98 %.

SUMMARY

In the present study aimed to examine the effect of three post-emergent herbicides in potato variety Hormuz in the San Francisco de Pisquer in the canton Mira, Carchi, whose location is 0 ° 56 'North Latitude and 78 ° 04 'West Longitude, at an altitude of 2.400 meters, in order to determine the effectiveness of post-emergent herbicides in the cultivation of potatoes, assess the most appropriate dose of herbicide, identify the selectivity of the molecules economic study and analyze each treatment. The design was randomized complete block (RCBD) with three replications and ten treatments. The total area of 2111,40 m² experiment was a useful area of 11,52 m² per experimental plot and distance between blocks and treatments of 1,50 m. The evaluations of the molecules (herbicides) under study were based on the physiological effects (phyto-incompatibility), degree of selectivity (phytotoxicity) and the degree of efficacy on weeds, arranged as follows: number of weeds (dicots and monocots), effectiveness of weed control, herbicide selectivity, percentage of weed control. Assessment physiological effects: plant height, days to flowering, number of tubers per plant, weight of tubers per plant, yield. Economic analysis was conducted based on the yield (kg / ha) and the cost of each treatment. The variables were subjected to analysis of variance and to determine the statistical difference between treatment means, we used the Tukey test at 5% level. The experimental results determined that: The best results significant compared to the control in handling dicotyledonous weed population was for the herbicide Metribuzin in the dose of 1200 cc / ha, while in monocots Haloxifop Methyl dose of 1000 cc / ha. Herbicide treatments at different doses, showed no significant values in the effect of phytotoxicity. Herbicide treatments economic profit reached between 97 to 174% where the witness was 98%.

VIII. LITERATURA CITADA




- Americanos, P.G. 1992. Chemical Weed Control in Potatoes. Technical Paper No.1, Agricultural Research Institute, Chipre, 16 pp. (en línea). Consultado: 24 de noviembre de 2009. Disponible en: www.springerlink.com/index/2500524745374558.pdf -
- Altieri, M & Liebmann, F. (1988). Weed management in Agroecosystems: Ecological Approaches. CRC.
- Andrade, H. y Oyarzun, P. 1999. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Rubro Papa: Plan Estratégico. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-Papa-INIAP, Quito.
- Barcia, D R .1992. Primer Diccionario Etimológico de la Lengua Española. Barcelona, España Tomo III, p 601.
- Black, C.C.; T.M. Chen Y R.H. Brown. 1999. "Biochemical basis for plant competition". Weed Sci. 17: 334338 (en línea). Consultado: 24 de noviembre de 2009. Disponible en: doi.wiley.com/10.1002/9780470290224.ch4
- Carella C. 2009. Métodos de Manejo de Malezas. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (en línea). Consultado: 23 de noviembre de 2009. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/Santacruz/info/documentos/agri/horti/5Manejo_organico_malezas.htm
- Devine M.D. (1988). Environmental influences on herbicide performance: a critical evaluation of experimental techniques. Proceedings EWRS Symposium 'Factors affecting herbicidal activity and selectivity'. Wageningen, Holanda. pp 219-226. (en línea). Consultado: 11 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0e.htm#TopOfPage>.
- Dow Agro Sciencis. 2012. Haloxifop Metil. (en línea). Consultado: 31 de mayo de 2012. Disponible en: http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_0472/0901b80380472023.pdf?file_path=ec/noreg/013-30324.pdf&fromPage=GetDoc
- FAO, 2009. Manejo de malezas para países en desarrollo. Capítulo 2. La clasificación y ecología de las malezas. (en línea). Consultado: 23 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm>
- Hance R.J. (1980). Interactions between herbicides and the soil. Academic Press, Londres, Reino Unido, 349 pp. (en línea). Consultado: 11 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0e.htm#TopOfPage>




- Harper J.L. (1959). The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. Proceedings, 4th International Conference Crop Protection pp 415-520. (en línea). Consultado: 11 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>.
- Herrera, M., Carpio, H. y Chávez, G. (1999). “Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador,” Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, Quito - Ecuador., 140 p.
- Hidalgo B., M. Saavedra y L. Garcia-Torres (1990). Weed flora of dryland crops in the Cordoba region (Spain). Weed Research 30: 309-318. (en línea). Consultado: 11 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>
- INIAP, 1986. Informes Técnicos Anuales. Memorias del cuarto curso sobre tecnología del cultivo y manejo de semilla de papa (Conferencia). (en línea). Consultado: 23 de noviembre de 2009. Disponible en: http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/view_detail.php?mfn=208&qtype=query&dbinfo=PADIPR&words=M ALEZAS
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2004. Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de la papa.
- Koch, W.M.E. et al. 1992. Crop loss due to weeds. FAO. Boletín Fitosanitario. Vol. 30 (3/4).
- Klingman, G.C. 1996. Weed control as a science. John Wiley and Sons, Inc. New York, USA. (en línea). (traducción) Consultado: 23 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.amazon.com/Weed-Control-Science-Glenn-Klingman/dp/0471491705>.
- Maillet J. (1991). Control of grassy weeds in tropical cereals. In: F.W.G. Baker and P.J. Terry (Eds.) Tropical Grassy Weeds, pp 112-143. C.A.B. International, Wallingford R.U. (en línea). Consultado: 11 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>
- Mercado, B. 1999. Introduction to weed Science. Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture. SEARCA. College Laguna, Philippines. (en línea). (traducción) Consultado: 23 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.cropsi.illinois.edu/classes/cpsc226/Lecture/seedbanks2/seedbanktext.cfm&ei=rfELS8HxAtOOIAfKvY2ZBA&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CBEQ7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3DIntroduction%2Bto%2Bweed%2BScience.%26hl%3Des%26sa%3DG>
- Mine A., Miyakado M Y Matsunaka S.(1975). The mechanism of bentazon selectivity. Pesticide Biochemistry and Physiology 5: 566-576. (en línea). Consultado: 11 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0e.htm#TopOfPage>

- Moya J.C (1990). Manejo de herbicidas. (en líneas). Consultado: 28/10/12. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>
- Mortimer A. M. (1990). The biology of weeds. En: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), Weed control handbook: Principles, pp 1-42. 8va edn. Blackwell Scientific Publications. Consultado: 10 de junio de 2012. Disponible en: Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>
- Pumisacho, M. y Sherwood, S.2002. La Papa En Ecuador. p. 21, 33
- Puricelli, E. 2003. Control con distintas dosis de herbicidas postemergentes. (en línea). Consultado: 28/10/2012. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Investigacion/revista/rev4/4.htm>
- Rao J. (1968). Studies on the development of tubers in nutgrass and their starch content at different soil depths. Madras Agricultural Journal 55: 19-23. Consultado: 10 de junio de 2012. Disponible en: Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>
- Rodríguez, T., E. 1988. Inventario de malezas y su problemática en siembras de maíz (*Zea mays* L.) en seis localidades del estado Aragua, Trabajo, de Ascenso. Fac. Agronomía, UCV. Maracay, Venezuela 101 pp.
- Rodríguez T. 2000. Combate y Control de Malezas. (en línea). Consultado: 23 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.plagas-agricolas.info.ve/doc/html/tineo.html>
- Terralia. 2012. Metribuzin. (en línea). Consultado: 31 de mayo de 2012. Disponible en:
http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=5462&id_marca=1799&base=2012
- Tragusa. 2012. Quizalofop P Etil. (en línea). Consultado: 31 de mayo de 2012. Disponible en:
<http://www.tragusa.com/es/catalogo/ficha.php?producto=201>
- Trujillo, B. 1991. "Ecología de las malezas (Conferencia)". I Jornadas Técnicas de Especialistas en Control de Malezas, Maracay, Venezuela, 5-7 Ago. 1981. Conferencias SOVECOM: 13-49.

ANEXOS

Anexo 1. Estudio de malezas predominantes en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Malezas	Características botánicas
Taxonomía (Hoja Angosta: Monocotiledóneas)	
	<p>Nombre común: Kikuyo Familia: Gramineae Nombre científico: <i>Pennisetum clandestinum</i> Ciclo de vida: Anual a bianual.</p>
	<p>Nombre común: Ray grass Familia: Gramineae Nombre científico: <i>Lolium perenne</i> Ciclo de vida: Anual a bianual.</p>
	<p>Nombre común: Pelo de indio Familia: Gramineae Nombre científico: <i>Cynodón dactylon</i> Ciclo de vida: Perenne</p>

Malezas	Características botánicas
Taxonomía (Hoja Ancha: Dicotiledóneas)	
	<p>Nombre común: Ashpa quinua Familia: Chenopodiaceae Nombre científico: <i>Chenopodium album</i> Ciclo de vida: Anual</p>
	<p>Nombre común: Bledo Familia: Amaranthaceae Nombre científico: <i>Amaranthus sp</i> Ciclo de vida: Anual</p>
	<p>Nombre común: Rábano Familia: Brassicácea Nombre científico: <i>Raphanus sp</i> Ciclo de vida: Anual</p>



Nombre común: Malva
Familia: Malvaceae
Nombre científico: *Malva sylvestris L*
Ciclo de vida: Anual



Nombre común: Amor seco
Familia: Asteraceae
Nombre científico: *Bidens pilosa*
Ciclo de vida: Anual



Nombre común: Canayuyo
Familia: Asteraceae
Nombre científico: *Sonchus oleraceus*
Ciclo de vida: Anual



Nombre común: Camotillo
Familia: Fabaceae
Nombre científico: *Rhynchosia minima*
Ciclo de vida: Anual



Nombre común: Hierba de cuy
Familia: Asteraceae
Nombre científico: *Galinsoga ciliata*
Ciclo de vida: Anual



Nombre común: Uña de gato
Familia: Rubiáceas
Nombre científico: *Uncaria Tomentosa*
Ciclo de vida: Anual



Nombre común: L. de vaca
Familia: Poligonáceas
Nombre científico: *Rumex spp*
Ciclo de vida: Perennne



Nombre común: Corazón herido
Familia: Polygonaceae
Nombre científico: *Polygonum nepalense*
Ciclo de vida: Anual

Anexo 2: Porcentaje de control en las especies mono y dicotiledoneas

Cuadro 14. Porcentaje de control por especie en el estudio de la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Malva		Rábano		Ashpaquinua		Camotillo		H. de cuy		Bledo		Uña de gato		L. de vaca		C. herido		Canayuyo		Amor seco	
			<i>Malva spp.</i>		<i>Raphanus sativus hybrid</i>		<i>Chenopodium album</i>		<i>Rhynchosia minima</i>		<i>Galinsoga ciliata</i>		<i>Amaranthus dubius.</i>		<i>Uncaria Tomentosa</i>		<i>Rumex spp</i>		<i>Polygonum nepalense</i>		<i>Sonchus oleraceus</i>		<i>Bidens pilosa</i>	
#	Ing. activo	cc /ha	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda
1	Metribuzin	400	100	100	93	99	99	100	0	0	100	100	88	100	0	100	0	0	100	100	100	100	75	100
2	Metribuzin	800	75	100	100	100	99	100	75	50	99	100	80	100	100	100	50	0	100	100	67	100	100	100
3	Metribuzin	1200	100	100	99	100	100	100	80	80	100	100	91	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100
4	Haloxifop Metil	500	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Haloxifop Metil	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Haloxifop Metil	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Quizalofop	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Quizalofop	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Quizalofop	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

dda: días después de aplicación de herbicidas

Cuadro 15. Porcentaje de control por especie en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Tratamientos			Kikuyo		Pelo de indio		Ray grass	
			<i>Pennisetum clandestinum</i>		<i>Cynodon spp</i>		<i>Lolium perenne</i>	
#	Ing. activo	cc /ha	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda	30 dda	60 dda
1	Metribuzin	400	0	0	17	67	0	67
2	Metribuzin	800	0	-13	60	80	25	75
3	Metribuzin	1200	0	33	78	100	100	100
4	Haloxifop Metil	500	0	25	71	71	50	0
5	Haloxifop Metil	1000	0	0	17	100	25	100
6	Haloxifop Metil	1500	0	17	0	100	100	100
7	Quizalofop	400	0	42	0	50	0	100
8	Quizalofop	800	0	0	40	80	50	100
9	Quizalofop	1200	0	0	7	93	100	100

dda: días después de aplicación de herbicidas

Anexo 3. Cuadrados medios de los valores promedios de las variables evaluadas.

Cuadro 16. Cuadrados medios de los valores promedios de altura de planta en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística (altura de planta)		
		30 dda	60 dda	90 dda
Total	29			
Bloques	2	13,37 ns	4,53 ns	2,14 ns
Tratamientos	9	37,70 **	33,68 *	30,88 **
Error	18	8,74	9,71	8,38

ns: no significativo
 ** Significativo al 1 %
 * Significativo al 5 %
 dda Días después de la aplicación de herbicidas.

Cuadro 17. Cuadrados medios de los valores promedios de días a la floración, número de tubérculos por planta y peso de tubérculos por planta en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística		
		Días a la floración	Número de tubérculos por planta	Peso de tubérculos por planta.
Total	29			
Bloques	2	1,41 **	3,19 ns	0,14 ns
Tratamientos	9	0,44 ns	10,01 *	0,13 ns
Error	18	0,22	3,29	0,11

ns: no significativo
 ** Significativo al 1 %

Cuadro 18. Cuadrados medios de los valores rendimiento por categorías en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística de los valores de rendimiento por categorías.		
		Primera	Segunda	Tercera
Total	29			
Bloques	2	3818730,16 ns	214825,87 ns	258506,68 ns
Tratamientos	9	25762173,38 **	7174381,03 **	2210399,33 **
Error	18	5328243,53	885345,61	380003,05

ns: no significativo
 ** Significativo al 1 %

Cuadro 19. Cuadrados medios del número de malezas dicotiledóneas en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística de los valores de malezas dicotiledóneas por m ² .	
		30 días después de la aplicación	60 días después de la aplicación
Total	29		
Bloques	2	128,10 ns	154,13 ns
Tratamientos	9	14660,77 **	16734,39 **
Error	18	74,95	67,21

ns: no significativo
 ** Significativo al 1 %

Cuadro 20. Cuadrados medios del número de malezas monocotiledóneas en la “Evaluación de herbicidas post-emergentes en control de malezas del cultivo de la papa”. FACIAG - 2012

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y su significancia estadística de los valores de malezas monocotiledóneas por m ² .	
		30 días después de la aplicación	60 días después de la aplicación
Total	29		
Bloques	2	1,20 *	3,33 **
Tratamientos	9	11,14 **	35,71 **
Error	18	0,31	0,52

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

Anexo 4. Fotografías del ensayo



1. Preparación de suelo



2. Delimitación de parcelas



3. Siembra



4. Fertilización



5. Agroquímicos



6. Aplicación de herbicidas



7. Visita asesor



8. Acción de herbicidas en campo



9. Controles fitosanitarios



10. Campo experimental



11. Altura de planta



12. Asesor : Visita en campo



13. Toma de datos



14. Planta en producción



15. Riego por aspersión



16. Numero de tubérculos por planta



17. Cosecha de 10 plantas



18. Cosecha