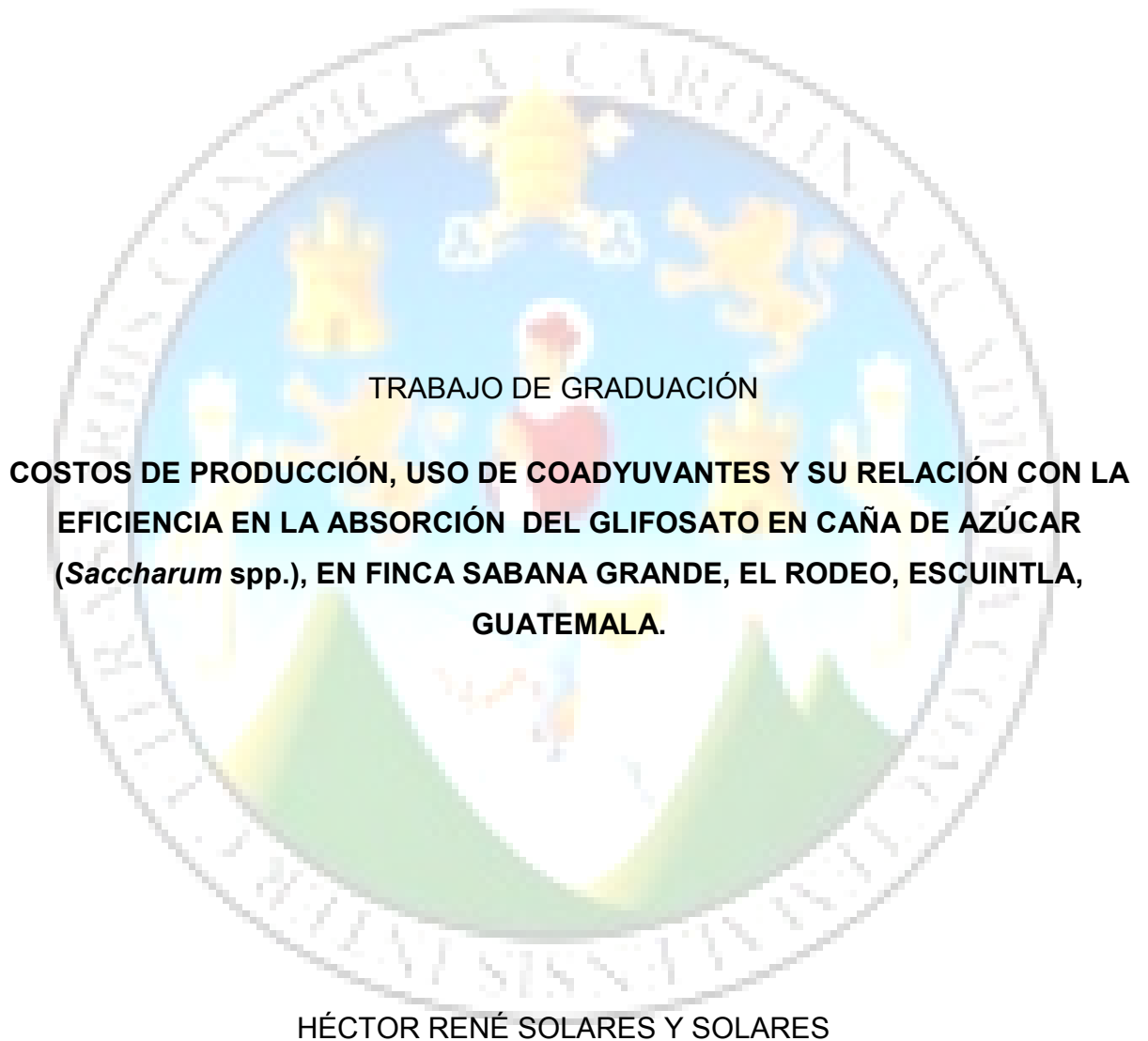


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



GUATEMALA, julio del 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



GUATEMALA, julio del 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR
LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	P. For. Mirna Regina Valiente
VOCAL QUINTO	P. Agr. Nery Boanerges Guzmán
SECRETARIO	MSc. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, julio 2008

Guatemala, 28 julio 2008.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación realizado sobre **COSTOS DE PRODUCCIÓN, USO DE COADYUVANTES Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA EN LA ABSORCIÓN DEL GLIFOSATO EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.), EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA, GUATEMALA**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Héctor René Solares y Solares

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MI ESPOSA: Anabela del Rosario Cifuentes Alvizúres de Solares

A MI HIJA: Anabella Solares Cifuentes

A MIS PADRES: Carlos Alfonso Solares Florián y María Olivia Solares Palencia

A MIS HERMANOS: Lesby, Carlos, Osvaldo, Floridalma (Q.E.P.D), Fredy, Marco Tulio,
Lidia, Hugo, Luis Alberto, Rafael y Julio Enrique.

A MIS ABUELOS (Q.E.P.D.), TÍOS, TÍAS CUÑADOS, CUÑADAS, SOBRINOS,
SOBRINAS.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A MIS ASESORES

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS

A MI ESPOSA E HIJA

A MIS PADRES Y HERMANOS

ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA. SAN JUAN TECUACO, SANTA ROSA.

INSTITUTO MIXTO DE EDUCACIÓN BÁSICA POR COOPERATIVA, SAN JUAN
TECUACO, SANTA ROSA.

CENTRO DE EDUCACIÓN MEDIA AGROPECUARIA DEL SUR-ORIENTE, JUTIAPA.

FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC

UNIDAD DOCENTE PRODUCTIVA SABANA GRANDE

CORPORACIÓN SAN DIEGO-TRINIDAD

AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. Juan Luis Pérez Hernández, por su apoyo en el desarrollo de mi EPSA.

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle, por su empeño y asesoría en el desarrollo de la investigación de campo.

Ing. Agr. Heladio Siquinajay Marroquín, por su apoyo durante el EPSA

Ing. Agr. Hermógenes Castillo, por contribuir al desarrollo de este documento.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I. Diagnóstico de Situación actual del cultivo caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en la Unidad Docente Productiva, Sabana Grande	1
1.1 Presentación	2
1.2 Marco referencial	2
1.2.1 Área de estudio	2
1.3 Objetivos	5
1.4 Metodología	5
1.5 Resultados	7
1.5.1 Estadísticas de producción	7
1.5.2 Costos de producción	10
1.5.3 Personal de campo	11
1.5.4 Variedades	13
1.5.5 Edad del cultivo	14
1.5.6 Sectorización del cultivo	14
1.5.7 Riego	14
1.5.8 Acceso	15
1.5.9 Manejo Agronómico	15
1.5.10 Maquinaria y aperos de labranza	18
1.5.11 Bodega, equipo e insumos	18
1.5.12 Zafra	19
1.6 Conclusiones y recomendaciones	20
1.7 Bibliografía	22
CAPÍTULO II. Efecto de coadyuvantes sobre el Período Libre de Precipitación y su relación con la eficiencia en la absorción del glifosato en caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.), En finca Sabana Grande, Escuintla.....	24
2.1 PRESENTACIÓN	25
2.2 MARCO CONCEPTUAL	26
2.2.1 Clasificación de los herbicidas	26
A. Selectividad	26
B. Cobertura en planta o suelo con el herbicida	26
C. Persistencia en el suelo	27
D. Aplicación con relación al desarrollo del cultivo	27
E. Características relacionadas a las plantas	27
2.2.2 Formulación de los herbicidas	28
2.2.3 Dinámica de los herbicidas aplicados al follaje y factores determinantes de su actividad	31
A. Absorción de los herbicidas aplicados al follaje	32
a. Retención foliar	32
b. Anatomía y componentes de la superficie foliar	32
c. Estomas y su relación con la absorción foliar	32
d. Absorción a través de la membrana plasmática	33
B. Transporte de herbicidas aplicados al follaje	34
C. Elementos del floema y movimiento de herbicidas en el simplasto	34

D. Factores determinantes de la eficacia de los herbicidas	35
a. Dosis y oportunidad de aplicación	35
b. Volumen de agua.....	35
c. Calidad del agua (cationes de solución)	36
d. Acidez de la solución herbicida.....	36
e. Efecto de materiales en suspensión	37
f. Rocío	37
g. Período libre de precipitaciones (PLP)	37
2.2.4 COADYUVANTES: clases, propiedades y usos con herbicidas	40
A. Tipos de coadyuvantes	40
a. Activadores	40
b. Modificadores de la mezcla	40
c. Acondicionadores	41
d. Surfactantes.....	42
e. Propiedades fisicoquímicas de los surfactantes	44
f. Otros tipos de coadyuvantes	46
g. Mecanismos de acción de los herbicidas, sitios de acción y causas de muerte en plantas sensibles.....	49
2.3 OBJETIVOS	55
2.4 METODOLOGIA	55
2.4.1 Descripción de tratamientos	55
2.4.2 Dosificación de las sales de glifosato y coadyuvantes	56
2.4.3 Diseño experimental	58
2.4.4 Modelo experimental	58
2.4.5 Área experimental	59
2.4.6 Unidad experimental	59
2.4.7 Variable respuesta	59
2.5 RESULTADOS	60
2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
2.6.1 Conclusiones	69
2.6.2 Recomendaciones	70
2.7 Bibliografía.....	71
CAPÍTULO III. Servicios realizados	72
3.1 Presentación.....	73
3.2 Servicio No. 1 Establecimiento de parcela demostrativa de vainilla	73
3.2.1 Objetivo	73
3.2.2 Metodología	74
A. Solicitud de semilla	74
B. Selección del área	74
C. Preparación del terreno	75
a. Chapeo.....	75
b. Tutores	75
b. Ahoyado	75
c. Siembra	75
d. Mulch.....	76
e. Control de malezas	76

f. Fertilización	76
3.2.3 Resultados	77
A. Área de cultivo	77
B. Adaptación	77
C. Visitas	78
D. Manejo	78
3.2.4 Evaluación	78
3.3 Servicio No. 2 Establecimiento de costos de producción en los cultivos caña de azúcar y café, en la Unidad Docente Productiva, Sabana Grande.....	79
3.3.1 Objetivos.....	79
3.3.2 Metodología	79
3.3.3 Resultados	80
A. Cultivo caña de azúcar	81
B. Cultivo de café	90
3.3.4 Evaluación	93
3.3.5 Bibliografía	93

FIGURA	ÍNDICE DE FIGURAS	PÁGINA
Figura 1:	Estadística de producción de los últimos seis ciclos productivos en cultivo caña de azúcar, finca Sabana Grande, Escuintla.....	7
Figura 2:	Efecto de la aplicación de dos sales formuladas del ácido N-(fosfonometil) glicina solas, y en mezcla con un surfactante siliconado o con uno convencional sobre el crecimiento de plantas de sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>)..	38
Figura 3:	Estructura típica de un surfactante convencional no iónico (Eter alquil polioxietilenglicol).....	42
Figura 4:	Estructura básica de un surfactante organosiliconado.....	48
Figura 5:	Estructura química del ácido glifosato y sus sales.....	53
Figura 6:	Distribución de los tratamientos de glifosato usando coadyuvantes de acuerdo a los bloques con períodos libres de precipitación.	56
Figura 7:	Comportamiento de tres sales de glifosato, combinadas con ácido húmico (AH), bajo tres condiciones de PLP.	61
Figura 8:	Comportamiento de la sal trimetilsulfonio sódica de glifosato (T), en combinación con ácido fúlvico (AF) y ácido húmico (AH), bajo tres condiciones de PLP.	62
Figura 9:	Comportamiento de la sal isopropilamina de glifosato (RSL), en combinación con ácido fúlvico (AF) y ácido húmico (AH), bajo tres condiciones de PLP.	63
Figura 10:	Comportamiento de la sal potásica de glifosato (WM), en combinación con ácido fúlvico (AF) y ácido húmico (AH), bajo tres condiciones de PLP.	64
Figura 11:	Comportamiento de tres sales de glifosato aplicadas individualmente, bajo tres condiciones de PLP.	65
Figura 12:	Comportamiento de tres sales de glifosato en mezcla con ácidos húmico (AH) y fúlvico (AF), bajo tres condiciones de PLP.....	67
Figura 13:	Comportamiento de tres sales de glifosato en mezcla con ácidos húmico (AH) y fulvico (AF), con ocurrencia de lluvias una hora post-aplicación.	68
Figura 14:	Comportamiento de tres sales de glifosato en mezcla con ácidos húmico (AH) y fúlvico (AF), sin ocurrencia de lluvias post-aplicación.....	69
Figura 15:	Parcela demostrativa de vainilla	77

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1: Producción por pante (área) durante zafra 2005-2006, en el cultivo caña de azúcar, finca Sabana Grande, Escuintla.	9
Cuadro 2: Personal de campo contratado en la Unidad Docente Productiva (durante 2006), Sabana Grande, Escuintla.....	11
Cuadro 3: Resumen de costos de producción para el cultivo caña de azúcar, durante el ciclo productivo comprendido de enero a diciembre 2005, en la Unidad Docente Productiva, Sabana Grande, Escuintla.	11
Cuadro 4: Resumen de las áreas establecidas de caña de azúcar vrs. variedades y año de establecimiento.....	13
Cuadro 5: Comparación entre actividades desarrolladas por personal de la finca Vrs. contratistas, durante enero-junio 2006.	18
Cuadro 6: Efecto de diferentes PLP en la actividad del glifosato aplicado a <i>Cyperus rotundus</i> (9-11 hojas) 42 días después de la aplicación.....	39
Cuadro 7: Tensión superficial, mojamiento relativo de las soluciones surfactantes respecto al tipo de hoja y tiempo de secado de la gota aplicada (gota utilizada 10 µL y concentración de los surfactantes 0.3% v/v).....	45
Cuadro 8: Efecto sobre la eficacia del glifosato de diferentes volúmenes, dosis y concentración de suelo en la solución herbicida (plantas de trigo, 21 DDA)	47
Cuadro 9: Combinación de tres sales de glifosato y dos coadyuvantes, bajo tres condiciones de período libre de precipitación (PLP), en el cultivo caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.), en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, 2006.....	57
Cuadro 10: Resumen del análisis de varianza, para el promedio de biomasa.	60
Cuadro 11: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en hileras dobles, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla (RENOVACION)	81
Cuadro 12: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (tratamiento 3=8.0 onzas/metro lineal)	83

Cuadro 13: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (tratamiento 2=6.4 onzas/metro lineal)	84
Cuadro 14: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (testigo=sin aplicación de gallinaza)	84
Cuadro 15: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en hileras simples, finca Sabana Grande, Escuintla.....	85
Cuadro 16: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (Pante No. 1)	86
Cuadro 17: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (2do. Año en adelante).	87
Cuadro 18: Costos de producción en cultivo caña de azúcar, por concepto de mano de obra durante el 2005, en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.	88
Cuadro 19: Costos de producción en cultivo caña de azúcar, por concepto de insumos agrícolas durante el 2005, en finca Sabana Grande, El Rodeo, escuintla.	89
Cuadro 20: Costos de producción en cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.), en finca Sabana Grande, Escuintla.	90
Cuadro 21: Costos de producción* en cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.), en finca Sabana Grande, Escuintla.	91
Cuadro 22: Costos de producción en cultivo café, por concepto de insumos agrícolas durante el 2005, en finca Sabana Grande, el Rodeo, Escuintla.	92
Cuadro 23: Resumen de costos de producción del cultivo de café, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande.	92
Cuadro 24: Costos de producción en cultivo café, por concepto de mano de obra durante el 2005, en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.	93

RESUMEN

En la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, muchos de los esfuerzos en la producción son orientados a los cultivos de caña de azúcar y café; aunque con la visión de diversificar sus cultivos y las actividades productivas, recientemente se encuentra un área demostrativa del cultivo de vainilla, una estación de piscicultura, colección de chicozapotes y otras actividades.

En el presente documento, el diagnóstico está orientado únicamente al sistema de producción caña de azúcar, en donde se realizó con diversos estudios con el objeto de generar información, que pueda emplearse en el futuro como base en la toma de decisiones y de esta manera retomar el rumbo de improductividad que se percibe al ingresar a los sistemas de producción en general.

En este sentido, uno de los servicios realizados en la finca Sabana Grande, permite analizar la situación actual de los costos en los dos cultivos que representan las principales actividades productivas, café y caña de azúcar. Es importante observar en la presentación de resultados tabulados que el mayor peso de los costos en ambos cultivos recae sobre el personal de campo, y que por tanto esta estrechamente relacionado con la baja eficiencia con la que ellos realizan sus actividades asignadas.

En el marco de la diversificación de las actividades productivas de la finca, se estableció una parcela demostrativa de vainilla, cuyos materiales proceden de Ixcán, Quiché y que fueron facilitados a través del EPSA en el lugar y el Supervisor del mismo.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO

**SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum spp.) EN LA
UNIDAD DOCENTE PRODUCTIVA, SABANA GRANDE, ALDEA EL RODEO,
ESCUINTLA, GUATEMALA.**

1.1 Presentación

La Unidad Docente Productiva Sabana Grande, ubicada en aldea El Rodeo, Escuintla, dentro de sus actividades productivas principales se encuentra el cultivo caña de azúcar. El estudio de la situación actual de sus componentes se considera una herramienta importante en la toma de decisiones futuras con el objeto de mejorar la eficiencia en la uso de los recursos que se destinan a dicha actividad.

Los componentes han sido analizados individualmente durante las principales fases, procesos y actores asociados a la producción cañera de Sabana Grande. En este sentido, se dice con certeza, que las estadísticas y costos de producción, se deben a la participación del personal permanente de la finca, que afecta directamente y que está estrechamente relacionado con las actitudes adoptadas por el personal. Asimismo, hasta el 2005 no se encuentran registros fehacientes de edad del cultivo, cultivares en producción existentes, ciclos de renovaciones, considerándose que existe un desinterés en mantener información actualizada por autoridades en la finca.

Durante el período de cosecha (zafra), es cuando existe la mayor contratación de personal eventual; algunos se trasladan del corte de café y otros contratados únicamente durante este período.

1.2 Marco referencial

1.2.1 Área de estudio

A. Antecedentes históricos

De acuerdo al libro de actas de la Secretaría de la Facultad de Agronomía, citada por Zepeda (2002), la finca Sabana Grande fue dada a la Universidad de San Carlos de Guatemala según acuerdo gubernativo con fecha 20 de junio de 1957, emitido por Órgano del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (actualmente es el Ministerio de Finanzas Públicas) y pasó a formar parte de sus activo el día 11 de agosto de 1957; siendo actualmente administrada por la Facultad de Agronomía.

El acuerdo gubernativo emitido deja implícito los fines de la donación, siendo estos: prestar apoyo necesario a la Universidad de San Carlos como un medio para el desarrollo de sus actividades y dotar a la Facultad de Agronomía de un inmueble para sus prácticas

y labores de experimentación, ya que por la naturaleza de las enseñanzas que imparte, deben contribuir a la producción agrícola del país (15).

B. Localización y accesibilidad

La finca Sabana Grande se encuentra ubicada en aldea El Rodeo, municipio de Escuintla; siendo sus colindancias: al Norte aldea el Rodeo y finca La Tropicana; al Sur con finca Lorena, al Este con fincas Magdalena y Lorena y al Oeste con finca Alsacia.

Se localiza dentro de las coordenadas geográficas 14° 22' 03" latitud Norte y 90°49'48" longitud Oeste (5).

Existen tres vías terrestres, para comunicarse desde la ciudad de Guatemala a finca Sabana Grande: a) Los primeros dos recorridos comprenden Guatemala-Villa Nueva-Amatitlán-Palín, en este punto puede elegirse continuar ruta autopista Palín-Escuintla, obedeciendo el desvío que conduce sobre la ruta nacional 14 rumbo a Antigua Guatemala en el kilómetro 55.5 y, finalmente desviando sobre la ruta asfaltada que conduce hacia aldea El Rodeo, a 0.7 km se encuentra el casco de finca *Sabana Grande*; asimismo, a partir del municipio de Palín en Escuintla, con opción de elegir antigua carretera Palín-Escuintla, luego hacia la ruta nacional 14 rumbo Antigua Guatemala, cruzando en la carretera asfaltada hacia aldea El Rodeo. b) La tercera de las posibles rutas comprende recorrido Guatemala-Ciudad de Antigua Guatemala (kilómetro 45) en donde se elige la carretera que conduce hacia Escuintla pasando por los municipios de Ciudad Vieja y Alotenango del departamento de Sacatepéquez, hasta el kilómetro 66.6 en jurisdicción de Aldea El Rodeo, en donde se bifurca con distancia de 0.7 km hacia el casco de la finca sobre carretera asfaltada.

Desde la cabecera departamental de Escuintla hasta finca Sabana Grande existen 12 km.

Debido a las necesidades existentes, la finca cuenta con aproximadamente 2.5 km de carretera que recorre desde el casco de la finca (al Norte), hacia el Centro Recreativo (al Sur), en regulares condiciones y transitable durante todo el año, a partir de la que se originan pequeños caminos (rondas), que permiten el acceso a las diferentes áreas de cultivo existentes, así como se encuentran los caminos de "sevidumbre" o "derecho de paso" a fincas vecinas como Magdalena y Lorena con un recorrido de 0.5 km.

C. Extensión y límites

La extensión de finca Sabana Grande de acuerdo a Medina (1984) citado por Asencio (2003), en medición realizada en el año 2000, el área es de 216 hectáreas, 4 áreas y 41,39 centiáreas.

Sin embargo, en el 2004 la Unidad Técnica Jurídica Protierra-Escuintla realizó el levantamiento topográfico correspondiente, siendo reportada una superficie de 215,51 hectáreas. Actualmente, el área destinada para el cultivo caña de azúcar es 79,093 hectáreas.

D. Clima y zona de vida

Según Obiols del Cid (1975), el clima de finca Sabana Grande es cálido, con estación fría no definida; muy húmedo con estación seca bien definida.

De la cruz (1982) incluye a finca Sabana Grande en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Sub-Tropical Cálido bmh-S

De acuerdo al INSIVUMEH, la estación meteorológica Sabana Grande, ubicada en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, considerando el promedio de 14 años (1990-2003), reporta la siguiente información: a) Temperatura media anual 24,7 °C (máx. 29,7 °C, mín. 18,8 °C); b) Humedad relativa media anual 83%; c) Precipitación pluvial promedio anual 3.139,4 mm, distribuidos en 150 lluvias promedio anual (1,1,4,10,19,24,18,20,2,20,9,2 días, respectivamente a los meses del año); d) Velocidad del viento 3,32 km/hora.

E. Geología y suelos

Según Simmons, *et. al* (1956) los suelos de la finca Sabana Grande pertenecen a la serie Alotenango, caracterizado por suelos profundos, bien drenados y textura franca.

F. Hidrografía

De acuerdo al mapa de regiones fisiográficas de la República de Guatemala, por el Instituto Geográfico Nacional, la finca Sabana Grande se encuentra ubicada en la parte media de la cuenca del río Guacalate, caracterizada por pendientes suaves menores al 10%; constituye además un afluente principal del río Achiguate en la vertiente del Pacífico (6).

G. Situación actual de los suelos en finca Sabana Grande

La Unidad Técnica Jurídica Protierra en el levantamiento topográfico realizado durante el 2004, encontró que la extensión total de la finca es de 215.51 ha (4.815 caballerías). Dentro de los cultivos encontrados están: caña de azúcar, con una extensión de 79.093 hectáreas, cultivo de café (incluyendo plantación productiva, improductiva y plantilla) con una extensión de 30.79 hectáreas, las restantes 105.627 hectáreas están comprendidas en casco de la finca-ranchería, módulo docente, centro recreativo, centro de producción acuícola, limón criollo (*Citrus limon*), naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus aurantifolia*), chicozapote (*Manilkara sapota*), zapote (*Pouteria sapota*), caminos, ríos, bosque natural latifoliado, etc.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

- A.** Describir y analizar la situación actual del cultivo caña de azúcar en la Unidad Docente Productiva, Sabana Grande, aldea El Rodeo, Escuintla.

1.4 Metodología

1.4.1 Reconocimiento del área

En esta fase, se procedió a reconocer el área de trabajo (cultivo caña de azúcar) valiéndose de croquis, en donde se encuentra sectorizada el área cañera y su relación en función de área que ocupa en la finca. Durante el reconocimiento fue necesario realizar varios recorridos, utilizando diferentes medios de transporte con que cuenta la finca Sabana Grande, durante los cuales siempre se contó con la participación activa y voluntaria del Encargado de Finca, Ing. Agr. Juan Luis Pérez Hernández.

1.4.2 Giras de campo

Luego de haber reconocido el área cañera de la finca, se procedió a realizar giras de campo enfocadas a conocer la situación actual del cultivo caña de azúcar, actividades de manejo que se realizan; asimismo, conocer requerimientos de urgencia y/o prioritarios en la producción de caña.

Durante los recorridos también se buscaba conocer qué actividades realiza el personal de campo y constatar de alguna manera si cumple con sus atribuciones asignadas.

1.4.3 Planificación de la finca

El objetivo de ésta, es básicamente conocer como se manejan las actividades orientadas a la producción de caña de azúcar, personal de campo involucrado en los procesos, y, en general cual es la dinámica de contratación o flujo de personal que ocurre en la finca Sabana Grande.

1.4.4 Revisión de archivos

Los archivos revisados son básicamente: control de planilla (responsable: tesorero de finca Sabana Grande, P.C. Rusbel Fuentes); cuaderno de control de actividades de campo (responsable: caporal de campo, Sr. Bernabé Rivas); el control estadísticas de producción en el cultivo caña de azúcar (responsable: auxiliar de tesorero, P.C. Francisco Esquequé); y controles generales de la finca Sabana Grande (responsable: Encargado de Finca, Ing. Agr. Juan Luis Pérez Hernández).

1.4.5 Entrevistas

Con el objeto de conocer algunos detalles correspondientes a los distintos controles archivados y de aquellos que no, se procedió a entrevistar en distintas oportunidades a las personas responsables de los mismos. Asimismo, en muchos casos se procedió a indagar a personal de campo que se observan más involucrados en actividades en relación al cultivo caña de azúcar, siendo en este caso el objetivo constatar información recabada en distintas fuentes.

1.4.6 Fase de gabinete

Durante esta etapa, la información fue analizada separadamente y de manera integral, con el objeto de presentar de manera objetiva la información que fue generada durante todo el proceso de diagnóstico de la Unidad Docente Productiva, Sabana Grande.

1.5 Resultados

1.5.1 Estadísticas de producción

La producción en caña de azúcar ha sido más o menos constante (figura 1), a excepción del período 2002-2003 que de acuerdo a información proporcionada por el caporal (Sr. Bernabé Rivas), el decremento en la producción se debió a renovaciones realizadas en dicho cultivo (aproximadamente 22 hectáreas renovadas en el 2002). Asimismo, durante el período 2004-2005 se renovó un área de 31.55 hectáreas, reduciéndose por tanto la producción de caña de azúcar. Mientras tanto, la producción obtenida durante la zafra 2005-2006, aunque se incrementó sustancialmente, fue afectada considerablemente debido a la existencia de áreas con promedios de producción muy bajos entre 6.5 -35 Ton.*ha⁻¹.

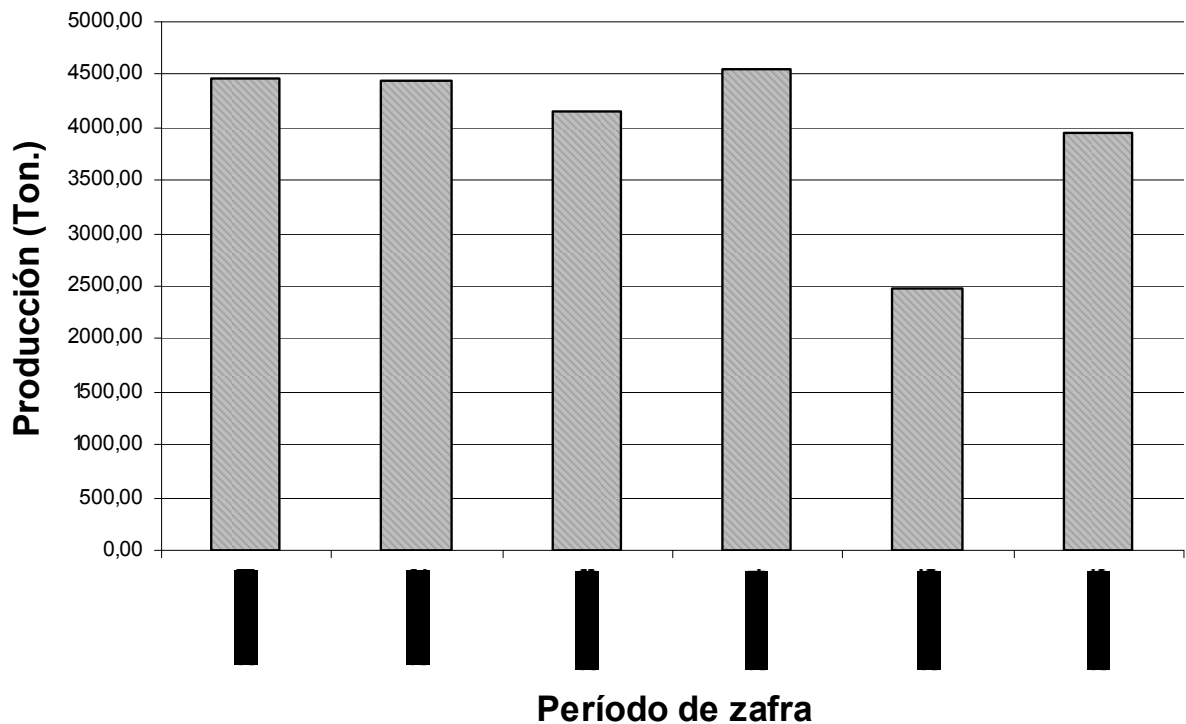


Figura 1: Estadística de producción de los últimos seis ciclos productivos en cultivo caña de azúcar, finca Sabana Grande, Escuintla.

Sin embargo, de acuerdo al cuadro 1 que reporta la producción real obtenida durante la zafra 2005-2006, se observa claramente que existen pantes (áreas de cultivo) que

presentan rendimientos muy por debajo del promedio general en la producción de la finca. Esto con seguridad se debe a que la edad productiva promedio para el cultivo caña de azúcar en la región es de 5 años, y la mayoría de éstas áreas referidas se encuentran sobre este valor.

Lo anterior expuesto, deriva básicamente de un control inadecuado que históricamente ha existido en la finca en relación a ciclos de renovaciones en el cultivo. En muchos casos se realizan las renovaciones sin antes realizar los análisis correspondientes para determinar edad, curvas de producción, manejo, etc.

Cuadro 1: Producción por pante (área de cultivo) durante zafra 2005-2006, en el cultivo caña de azúcar, finca Sabana Grande, Escuintla.

Sección	No. pante	Área (Ha)	Área (mz)	Ton/pante	Ton/Ha	Ton/mz
El Rodeo	1	1,671	2,39	143,31	85,76	59,97
El Rodeo	2	0,131	0,19	12,82	97,86	68,44
El Rodeo	3	0,182	0,26	10,82	59,45	41,57
El Rodeo	4	3,555	5,08	314,64	88,51	61,89
El Rodeo	5	0,798	1,14	76,81	96,25	67,31
El Rodeo	6	3,904	5,58	275,45	70,56	49,34
El Rodeo	7	0,514	0,74	44,11	85,82	60,01
El Rodeo	8	3,12	4,46	267,17	85,69	59,92
El Rodeo	9	1,304	1,86	58,618	44,95	31,44
El Rodeo	10	1,111	1,59	47,29	42,57	29,77
El Rodeo	11	1,581	2,26	142,42	90,08	62,99
El Rodeo	12	0,311	0,44	20,89	67,17	46,97
El Rodeo	13	1,203	1,72	80,85	67,21	47,00
	Subtotal	19,383	27,72	1495,2	75,53	52,82
Fundación	14	0,08	0,11	3,68	46,00	32,17
Fundación	15	1,554	2,22	13,68	8,80	6,16
Fundación	16	3,108	4,44	70,93	22,82	15,96
Fundación	17	1,666	2,38	61,56	36,95	25,84
Fundación	18	2,584	3,70	80,67	31,22	21,83
Fundación	19	1,738	2,49	53,21	30,62	21,41
Fundación	20	1,382	1,98	56,95	41,21	28,82
Fundación	21	0,126	0,18	19,41	154,05	107,73
Fundación	22	1,675	2,40	35,78	21,36	14,94
Fundación	23	0,472	0,67	23,14	49,03	34,28
Fundación	24	3,387	4,84	216,2	63,83	44,64
Fundación	25	2,144	3,07	142,57	66,50	46,50
Fundación	26	0,184	0,26	10,68	58,04	40,59
	Subtotal	20,1	28,74	788,46	48,49	33,91
Las Presas	27	1,393	1,99	68,5	49,17	34,39
Las Presas	28	0,607	0,87	13,98	23,03	16,11
Las Presas	29	0,195	0,28	1,82	9,33	6,53
Las Presas	30	0,912	1,30	33,92	37,19	26,01
Las Presas	31	0,157	0,22	7,62	48,54	33,94
Las Presas	32	0,881	1,26	42,15	47,84	33,46
Las Presas	33	0,864	1,24	25,29	29,27	20,47
Las Presas	34	0,12	0,17	5,79	48,25	33,74
Las Presas	35	1,947	2,78	61,49	31,58	22,09
Las Presas	36	0,407	0,58	18,13	44,55	31,15
Las Presas	37	0,423	0,60	13,71	32,41	22,67
Las Presas	38	0,239	0,34	4,21	17,62	12,32

Las Presas	39	0,596	0,85	18,68	31,34	21,92
Las Presas	40	1,522	2,18	41,51	27,27	19,07
Las Presas	41	0,122	0,17	5,35	43,85	30,67
Las Presas	42	0,041	0,06	2,43	59,27	41,45
Las Presas	43	0,092	0,13	5	54,35	38,01
Las Presas	44	1,392	1,99	73,84	53,05	37,10
Las Presas	45	0,619	0,89	29,04	46,91	32,81
	Subtotal	12,529	17,91647	472,46	38,68	27,05
STO.DOMINGO	46	2,384	3,41	115,48	48,44	33,87
STO.DOMINGO	47	0,251	0,36	19,64	78,25	54,72
STO.DOMINGO	48	3,031	4,33	109,2	36,03	25,19
STO.DOMINGO	49	3,936	5,63	159,46	40,51	28,33
STO.DOMINGO	50	0,506	0,72	17,82	35,22	24,63
STO.DOMINGO	51	0,815	1,17	57,52	70,58	49,35
STO.DOMINGO	52	1,614	2,31	78,78	48,81	34,13
STO.DOMINGO	53	0,395	0,56	30,09	76,18	53,27
STO.DOMINGO	54	1,47	2,10	95,66	65,07	45,51
STO.DOMINGO	55	0,089	0,13	4,98	55,96	39,13
STO.DOMINGO	56	0,585	0,84	37,83	64,67	45,22
STO.DOMINGO	57	1,257	1,80	73,42	58,41	40,85
	Subtotal	16,333	23,36	799,88	56,51	39,52
EL CAMPO	58	0,042	0,06	3,95	94,05	65,77
EL CAMPO	59	0,409	0,58	30,05	73,47	51,38
EL CAMPO	60	0,383	0,55	24,08	62,87	43,97
EL CAMPO	61	0,04	0,06	0,75	18,75	13,11
EL CAMPO	62	2,576	3,68	78,61	30,52	21,34
EL CAMPO	63	3,739	5,35	68,36	18,28	12,79
EL CAMPO	64	1,109	1,59	96,04	86,60	60,56
EL CAMPO	65	1,978	2,83	93,27	47,15	32,97
EL CAMPO	66	0,043	0,06	3,75	87,21	60,99
	Subtotal	10,319	14,76	398,86	57,66	40,32

Fuente: Hojas de control de producción de caña de azúcar por pante (área), P.C. Francisco Esquequé Camey

La producción total durante la zafra 2005-2006, es 3.954,86 toneladas de caña de azúcar, con un precio de venta promedio Q115.00 por tonelada.

1.5.2 Costos de producción

Administrativamente, este aspecto ha dejado de considerarse durante la producción de caña de azúcar, porque aseguran algunas personas entrevistadas que “de nada sirve, porque de todos modos no se implementan las medidas correctivas necesarias”.

Estos costos representan aproximadamente el 75% por concepto de mano de obra (cuadro 3), considerado únicamente el período durante la producción del cultivo (manejo

agronómico del cultivo, en un área que no fue renovada durante ese año). Esto es debido a que diversas actividades orientadas a la producción de caña de azúcar son desarrolladas por personal de campo con contratación presupuestada (tractorista, caporal, especializados y permanentes) y únicamente en temporadas de renovación del cultivo, fertilizaciones y zafra se realizan contrataciones a personal eventual (cuadro 2).

Estos costos están directamente afectados por el bajo rendimiento intencional que la mayoría de trabajadores presentan durante el desarrollo de las actividades en donde son asignados. La mayoría de ellos, manifiesta que están protegidos por el Sindicato, "hacen lo que pueden" sin hacer ningún esfuerzo.

Cuadro 2: Personal de campo contratado en la Unidad Docente Productiva (durante 2006), Sabana Grande, Escuintla.

Cargo	Costo/día (Q.)	Número de personas
Tractorista y Caporal	65,33	2
Especializados	64,33	14
Permanentes	59,33	5
Eventuales	46,93	Variable

Cuadro 3: Resumen de costos de producción para el cultivo caña de azúcar, durante el ciclo productivo comprendido de enero a diciembre 2005, en la Unidad Docente Productiva, Sabana Grande, Escuintla.

RUBROS	COSTO (Q.)
Costo total M.O./cultivo caña de azúcar	242802,15
Costo total por insumos cultivo caña de azúcar	82440,42
Costo total/cultivo caña de azúcar	325242,57
Costo total/ha	2895,27
Costo total/Ton. caña de azúcar sin CAT	53,28
Costo total CAT*/Ton. caña de azúcar	47,71
Total costo/Ton. caña de azúcar con CAT	100,99

CAT= Corte, Alza y Transporte de caña de azúcar

MO = Mano de Obra (jornales)

1.5.3 Personal de campo

En el cuadro 2, se encuentra el reporte del personal de campo destinado a realizar actividades dentro de la finca Sabana Grande. Aunque no fue considerado el número exacto de personal eventual contratado por la finca, es importante mencionar que este valor está en función de la actividad a desarrollar, varía desde 5-8 personas para

actividades de limpia y fertilizaciones; y, durante la zafra generalmente son contratadas de 30-40 personas promedio.

A. Origen

Excluyendo el personal eventual, los trabajadores de la finca Sabana Grande son colonos de la misma y se encuentran ubicados en áreas aledañas a la casa patronal (casco de la finca). Mientras tanto, el personal eventual proviene de caseríos, aldeas y fincas aledañas a Sabana Grande y que coincide con familiares y amigos de personal de la finca.

B. Rendimiento

De acuerdo a trabajos realizados de investigación de campo en finca Sabana Grande durante agosto 2005-mayo 2006, el promedio del rendimiento en función del trabajo realizado por una persona contratada permanente en la finca (presupuestada) vrs. otra contratada en forma eventual, oscila entre 1/4 hasta 1/5. Por lo tanto, quiere decir que si se pretende realizar una actividad "X", por una persona contratada en forma eventual, la finca Sabana Grande deberá asignar a 5 de sus trabajadores permanentes o especializados para cumplir con el objetivo.

En contraste, un trabajador eventual contratado por fincas vecinas "a destajo" (se le paga por lo que hace), percibe entre Q20.00- Q25.00 por cuerda de 33.6m*33.6m, que resulta equivalente al trabajo realizado por un trabajador eventual de Sabana Grande, quien percibe un ingreso casi duplicado.

C. Actitudes

Generalmente el personal permanente de finca Sabana Grande presenta una actitud negativa en relación a la asignación de trabajos de campo y esto representa no acatar instrucciones emitidas por sus superiores. En muchos casos se ha observado, que ante autoridades de alto nivel de la Facultad de Agronomía (Decano, miembros de Junta Directiva, etc.), ellos continúan la tendencia a realizar lo que mas les convenga.

Es muy común encontrarlos en sesiones no programadas, casi diariamente, en donde su objetivo principal es permitir el paso del tiempo sin realizar actividad de campo. Autoridades administrativas han tratado de corregir situaciones como esta, pero siempre

se han visto amenazados y atacados por el Sindicato de Trabajadores tanto local, como el central de la USAC.

D. Horario de trabajo

El personal de campo permanente y eventual, debe permanecer en sus labores desde las 6:00 horas hasta las 15:00 horas, para dar cumplimiento a su horario de contratación que es de 8 horas diarias de lunes a viernes; y, el día sábado de 6:00 a 12:00 horas.

Muy a menudo, se observa que el personal de campo se dirige hacia la casa patronal entre 6:15-6:30 horas, en donde deben registrar sus firmas de ingreso y salida; luego se trasladan al lugar de trabajo que fue previamente asignado el día anterior, luego que todos llegan a su destino proceden a “calentar” sus alimentos, para lo que hacen una pequeña fogata. La duración promedio de su estancia en el desayuno es de 1 hora; posteriormente inician la actividad de campo y normalmente en el período intermedio entre el desayuno y el almuerzo se reúnen en subgrupos o a veces todo el grupo y discuten diversos temas. Reanudan el trabajo, llega la hora del almuerzo que dura 1 hora y finalmente aproximadamente a las 2:00-2:30 se desligan de su lugar de trabajo y proceden a cortar leña, etc. y se dirigen hacia la casa patronal en donde registran su firma de salida.

Se estima que el promedio de horas de “trabajo efectivas” oscila entre 3-3.5 horas diarias.

Cuadro 4: Resumen de las áreas establecidas de caña de azúcar, variedades y año de establecimiento.

Sección	Pantes	Área (ha)	Variedad	Año de establecimiento
La Fundación	20,22 y 45	3.676	PGM-89-968	2006
Fundación y Las Presas	9,10 y del 27 al 45	17.423	CP88-1508	2006
El Campo	60 al 63	6.738	CP72-2086	2005
El Rodeo	1 al 8, y 11, 12 y 13	16.968	CP72-2086	2004

1.5.4 Variedades

En general hasta el 2005, la finca Sabana Grande no cuenta con registros relacionados con las variedades de caña en producción; únicamente a través de información del caporal de campo (Sr. Bernabé Rivas), quien afirma que la sección El

Rodeo (excepto los pantes 9 y 10) y la sección El Campo, pantes del 60 al 63 se encuentran establecidos con la variedad CP72-2086; mientras durante el 2006 se renovó los pantes 20,22 y 45 con PGM89-968, y los pantes 9,10 y 27 al 45 con la variedad CP88-1508 (cuadro 4).

1.5.5 Edad del cultivo

Aunque no se ha documentado en muchos de los casos la edad de establecimiento de las áreas cañeras de Sabana Grande, el Caporal de campo informa que las áreas renovadas en la sección El Rodeo se realizó durante el 2004 y en la sección El Campo fue durante el 2005. Al final del primer trimestre del 2006, fueron renovadas aproximadamente 21 hectáreas del cultivo en las secciones La Fundación, Las Presas y El Rodeo (cuadro 4).

1.5.6 Sectorización del cultivo

El cultivo caña de azúcar se encuentra dividido para efectos de manejo en cinco secciones, siendo El Campo (10,32 hectáreas), Santo Domingo (16,33 hectáreas), El Rodeo (19,37 hectáreas), La Fundación (20,08 hectáreas) y Las Presas (12,53 hectáreas); el área total destinada al cultivo de caña de azúcar en la finca Sabana Grande hasta el año 2005 es de 79,09 hectáreas; durante el 2006 se redujo el área 1,02 hectáreas. Cada sección comprende divisiones de áreas irregulares en forma y dimensiones, separadas por calles (rondas) para facilitar el acceso dentro de las mismas.

1.5.7 Riego

El riego en este cultivo, básicamente está enfocado a cubrir necesidades en áreas recién renovadas, en cuyos casos se realiza por aspersión acoplado a un sistema de bombeo motorizado. Es importante mencionar que este sistema únicamente lo operan dos personas, quienes aparentemente fueron las únicas capacitadas, para lo que debe considerarse su rotación o participación conjunta en casos especiales de requerimiento.

Áreas del cultivo localizadas en Las Presas y Santo Domingo en ocasiones son irrigadas por gravedad, pero de esta manera se alcanzan costos superiores en relación al riego por aspersión, considerando la misma extensión sometida a riego, requiere 5

jornales cuando el trabajo se realiza por gravedad y únicamente 2 jornales cuando se efectúa por aspersión; asimismo, el riego por gravedad favorece la erosión del suelo.

El sector El Rodeo es el que mayores problemas asociados a riegos y déficit en la retención de humedad presenta; hasta mediados del 2006 no se cuenta con un sistema de riego que cubra esa área cultivada. Por el contrario, las áreas más húmedas en el cultivo se localizan en las secciones Las Presas y Santo Domingo.

A. Fuentes de Agua

Aproximadamente 3/5 partes del área total cañera en Sabana Grande, presenta potencial de riego (en función de la disponibilidad de tubería, bombas centrífugas, etc.); cuenta con 5 ríos que a partir de diferentes puntos de su trayecto son aprovechados en ocasiones como fuentes para accionar el sistema de riego. De las 5 fuentes en mención. 3 se originan y atraviesan en todo su recorrido la finca.

1.5.8 Acceso

El cien por ciento de las áreas cañeras de la finca Sabana Grande, son accesibles durante todo el año en vehículos de doble tracción, mediante caminos internos conocidos como “rondas” y que se encuentran alrededor de casi la totalidad de pantes. Su función básicamente está relacionada con tres aspectos: **a)** Acceso para realizar actividades de manejo y supervisión; **b)** Sectorización del cultivo; y, **c)** Permitir el manejo de quemas controladas, cosechas escalonadas, etc.

Asimismo, cuenta con cuatro calles que recorren el área cañera de la finca de Norte a Sur, cuyo acceso está destinado al uso por vehículos como camiones, buses, etc.

1.5.9 Manejo agronómico

A. Siembra

La semilla utilizada en las renovaciones de pantes de caña de azúcar, en la mayoría de los casos proviene de ingenios circunvecinos. Esto debido a que no se han concentrado esfuerzos en establecer áreas semilleras (productoras de semilla) dentro de

Sabana Grande. Durante las renovaciones realizadas durante abril del 2006, se destinó entre 0,5 – 1,0 hectárea con fines de obtención de semilla para los próximos años.

Existen dos modalidades de siembra: siendo en hileras dobles e hileras simples; asimismo, los distanciamientos varían entre 1.4, 1.5 y 1.6 m entre surcos. Cuando la siembra se realiza en hileras dobles, el requerimiento de semilla (se duplica respecto a la siembra en hileras simples) es entre 600-650 paquetes (cada paquete tiene un promedio de 30 cañas de 0.5-0.6 m de longitud),

Durante la siembra, primero se utiliza un surqueador acoplado a un tractor, se calibra el espaciamento entre surcos y la profundidad, luego se coloca fertilizante a razón de 4 quintales por hectárea de formulación completa (15-15-15 o 20-20-20) al fondo del surco; seguidamente se coloca la semilla de caña (estacas) de acuerdo al sistema elegido (sistema en hileras simples o dobles). Una persona se encarga de verificar que no existan espacios vacíos (sin caña) y luego se realiza el pre-tapado de los surcos utilizando azadones. Finalmente, se acopla una rastra de discos al tractor y se dan dos pasos, uno en dirección de los surcos (los discos deben asentar sobre la mesa y no sobre los surcos) y luego en diagonal, hasta observar una superficie uniformemente pareja.

B. Fertilización

La primera aplicación de fertilizantes se realiza al momento de la siembra y generalmente se realiza una segunda aproximadamente a los 60 días después de la siembra, utilizando una fuente única completa (20-20-20 o 15-15-15) o bien se mezcla físicamente 50% de Urea (46% N) más 50% de fuente completa. En casos especiales en donde ocurre poca respuesta a las aplicaciones anteriores, se realiza una tercera pero con la mitad de la dosificación normal, principalmente con fuente nitrogenada.

C. Control de malezas

Debido a que las condiciones del clima son muy favorables, principalmente precipitaciones pluviales y temperatura altas, las malezas crecen extraordinariamente a tasas elevadas, representando esto mantener un control constante de ellas. Generalmente el control se efectúa manualmente (machete y azadón), los chapeos son muy comunes y representan uno de los rubros más importantes en el incremento de los costos de producción. Aunque se estima de manera general que a partir de 60-90 días después de

iniciado el brote de la cepa de caña de azúcar (siembra o rebrote), esta llega a una etapa conocida como “cierre” y que evita o disminuye la entrada de luz solar entre los surcos (mesas), consecuentemente las malezas disminuyen su tasa fotosintética y por ende su potencial de competencia con el cultivo.

Existen registros de aplicaciones de herbicidas como el glifosato que han dejado buena imagen por disminuir los costos y incrementar los días control; principalmente no ha sido vista de buena manera por personal permanente de la finca, pues justifican que de esta manera se disminuye la participación de familiares y amigos en esas actividades.

Se observa que existen diferencias marcadas entre controlar malezas manualmente en combinación con algunas aplicaciones químicas, mientras que el control químico disminuye su costo. Se observa que cuando las actividades se desarrollan a través de contratistas el costo se reduce hasta 78.5% en control de malezas, 50% en siembra y 45% fertilización (cuadro 5). Un estudio de campo realizado a cargo del EPSA (agosto 2005-mayo 2006) reportó que el costo por el control de malezas manual es de Q.1.916,90 . ha⁻¹ por concepto de mano de obra, equivalente al 43,13% del costo total por concepto de mano de obra requerida en un ciclo productivo. Asimismo, el costo total por aplicación del herbicida glifosato, incluyendo mano de obra, herbicida y coadyuvante asciende a Q.460,25 . ha⁻¹ (aplicado durante el 2005), mientras que el costo disminuye sin el uso de coadyuvante, con valor de Q. 441,38 . ha⁻¹.

Cuadro 5: Comparación entre actividades desarrolladas por personal de la finca Vrs. contratistas, durante enero-junio 2006.

Actividad	Área (has.)	Pantes	Costo Unitario (Q./ha)	Subtotal
Fertilización manual	19.968	1-8, 23-26	548,19	10946,26
Fertilización mecanizada*	37.4	1-13, 58-66, 46-50	299,96	11218,50
Siembra manual	17.492	9,10,16,27-44	1030,78	18030,43
Siembra mecanizada*	3.78	20, 22 y 45	508,73	1923,00
Control de malezas manual y/o químico	78.634	1 al 66	2738,88	215447,72
Control de malezas químico*	78.634	1 al 66	589,50	46354,74

* Actividades desarrolladas a través de contratistas.

1.5.10 Maquinaria y aperos de labranza

En la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, se encuentra a disposición para realizar actividades para el cultivo caña de azúcar la siguiente maquinaria y equipo: tres tractores, dos de ellos en regulares condiciones y uno en excelentes condiciones de funcionamiento. Asimismo, existe una grúa destinada al alza de caña de azúcar durante la zafra; rastras de discos, arado, subsolador, surqueador, chapeadora, cisterna para transporte de agua, entre otros.

1.5.11 Bodega, equipo e insumos

Existe una bodega ubicada en el casco de la finca en la cual se encuentra herramienta (azadones, palas, piochas, rastrillos, machetes, etc.), fertilizantes, combustibles y otros materiales que son indispensables en el desarrollo de actividades. Se encuentran a cargo del auxiliar de bodega. A menudo, se requiere un inventario de existencias de insumos o cualquier otro material en bodega y no se encuentran registros de saldos, descargas, ingresos, etc.

1.5.12 Zafra

Este es un período que requiere mucho esfuerzo, siendo indispensable una adecuada programación y estar en disposición de tomar decisiones drásticas cuando sean pertinentes. Esto debido a que en muchas ocasiones existe previamente una programación de cosecha, pero existen áreas aledañas a poblados y accesos, en donde ocurre frecuentemente “quemadas no programadas” tanto en el orden como en función del tiempo.

A. Corte

Inicialmente se consideran grupos especiales de personas que se dedican a controlar incendios provocados, principalmente para evitar que se traslade y avance a otros pantes vecinos; esto implica movilizar personal permanente para cosecha, contratar personal eventual de emergencia, adquirir un medio de transporte hacia el Ingenio comprador y luchar en función del tiempo, debido a que cada día que transcurre con el producto cortado y/o quemado a la intemperie, pierde peso y calidad hasta el grado de presentar características de aceptación establecidas por el ingenio comprador.

Normalmente, cuando se inicia la zafra con “quemadas controladas” y que generalmente inicia en diciembre o enero de cada año, personal permanente de la finca (especializados y permanentes) es el responsable de su ejecución, pero posteriormente siempre se contrata personal eventual para apoyar y de esta manera reducir los costos.

Una persona contratada permanentemente por la finca corta un promedio de 0,9-1,2 Ton./día, quienes perciben un ingreso diario de 59,33-64,33 (cuadro 8); en contraste, en trabajador eventual percibe únicamente Q20/Ton. de caña de azúcar cortada, más una bonificación diaria de Q8,33.

B. Alza

Comprende la actividad de levante de “maletas de caña de azúcar” y su colocación en el remolque, plataforma o jaula, según sea el caso. Generalmente durante la zafra se contrata a: una persona encargada exclusivamente de la operación de la grúa; una persona encargada del control de pesos (pesador); y, una persona encargada del amarre, enganche y desenganche de las maletas sobre el vehículo de transporte (cadenero).

C. Transporte

Esta actividad es realizada por un contratista, y su función es básicamente trasladar la caña de azúcar desde el área de cosecha, hasta el Ingenio únicamente. En casos emergentes, cuando no se encuentra un transportista y ante situaciones de quemas no programadas, se inicia el transporte en carretones tipo “mucas” halados por tractor de la finca hasta el ingenio.

D. Entrega

La entrega y/o venta de la caña de azúcar producida en finca Sabana Grande, se realiza en los Ingenios San Diego y Concepción. Eventualmente se realizan entregas a ambos, pero recientemente debido a compromisos adquiridos entre el ingenio quien provee la semilla (en calidad de venta) y la finca, la entrega se realiza únicamente en el Ingenio Concepción. Aunque es importante destacar que el ingreso por venta de volúmenes iguales en ambos ingenios es similar, pero existen diferencias en distancias y tiempo necesario por viaje (desde que sale el vehículo del campo de cosecha hasta su regreso); se requiere mayor tiempo hacia Concepción que para San Diego.

1.6 Conclusiones y recomendaciones

1.6.1 Conclusiones

- A.** No existe un programa de renovaciones en el cultivo caña de azúcar, que permita mantener la producción más o menos estable. Asimismo, no existen registros de los cultivares, origen, manejo agronómico y fechas de su establecimiento.
- B.** Existe un desinterés por parte de los trabajadores permanentes de la finca Sabana Grande, en hacer más eficientes los procesos productivos en el cultivo caña de azúcar, porque consideran que de esta manera se requerirá mayor mano de obra eventual y por ende se beneficiará directamente a sus familiares.
- C.** El sistema de riego es un aspecto que no ha sido considerado como vital en el “levante” de las cepas de caña de azúcar y que en muchos casos únicamente son objeto de riego pantes que se encuentran más húmedos la mayor parte del tiempo.

- D. Cada vez que se planifican renovaciones en el cultivo caña de azúcar en la finca, se depende únicamente de aquella semilla que ingenios o fincas cañeras vecinas puedan proporcionar y debe adaptarse a las entregas que ellos programan y las variedades que se encuentran disponibles.
- E. Los costos de producción son afectados directamente proporcional por el número de trabajadores permanentes de la finca, involucrados en los procesos de producción de caña de azúcar.
- F. Cuando los trabajos se desarrollan “a destajo” a través de contratistas, se incrementa la eficiencia y se reducen los costos.

1.6.2 Recomendaciones

- A. Desarrollar un programa permanente de renovaciones en el cultivo caña de azúcar, en donde deberá llevarse un registro periódico de los cultivares manejados, fechas de siembra (mes/año), distanciamientos y manejo. Asimismo, es importante considerar el establecimiento de “cultivares promisorios”, con buenas características de adaptación y producción para la zona en que se encuentra la finca Sabana Grande.
- B. Realizar periódicamente capacitaciones y charlas motivacionales dirigidas a los trabajadores de la finca, con el objeto de disminuir las actitudes negativas que muestran ante cambios pro-mejoramiento y con el principal objetivo de hacer eficientes los recursos que se encuentran en la Unidad Docente Productiva.
- C. Desarrollar un plan integral de manejo del cultivo caña de azúcar, que incluya introducir el sistema de riego en áreas críticas, principalmente en las secciones El Rodeo, El Campo y la parte alta de La Fundación.

- D. Establecer parcelas de cultivares de caña de azúcar, destinadas a la producción únicamente de semilla para los ciclos de renovaciones, considerando las áreas cultivadas por cultivar.
- E. Contratar personal eventual para el desarrollo de actividades de manejo y cosecha del cultivo caña de azúcar, por favorecer la disminución de costos de producción y por ende deberá considerarse si se pretende hacer más eficiente los recursos disponibles en la finca.
- F. Considerar como alternativa en la reducción de costos, el empleo de contratistas para desarrollar actividades que representen mayor costo relativo, ejemplo control de malezas y renovaciones.
- G. Propiciar la investigación con participación de estudiantes y profesores de Facultad de Agronomía –USAC-, ingenios azucareros, CENGICAÑA y otras entidades interesadas, con el objeto de desarrollar propuestas de manejo integrales para el cultivo caña de azúcar.

I.7 Bibliografía

1. Asencio González, AR. 2003. Diagnóstico general de la situación actual de los sistemas productivos y ecológicos de la unidad docente y productiva Sabana Grande. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 44 p.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Esquequé Camey, F. 2005. Informe de materiales e insumos agrícolas utilizados en el cultivo de caña de azúcar durante 02/01/04 al 12/04/05, finca Sabana Grande. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 4 p.
4. FAUSAC (USAC, Facultad de Agronomía, GT). 2004. Libro de actas de la secretaría de la facultad de Agronomía. Guatemala. 200 p.
5. IGM (Instituto Geográfico Militar, GT). 1987. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Alotenango, no. 2059-III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). s.f. Mapa de regiones fisiográficas de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1000,000. Color.

7. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2000. Hojas de control de la estación meteorológica Sabana Grande, Escuintla, Guatemala. Guatemala.
8. Medina Guerra, EA. 1994. Propuesta de centro recreativo Sabana Grande. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 1-3.
9. Obiols del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1000,000. Color.
10. _____. 1982. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, según el sistema Thornthwhite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000. Color.
11. Padilla Cámbara, R; España Morales, HE. 2000. Determinación de la capacidad de uso y uso actual de los suelos de la unidad Docente Productiva finca Sabana Grande, Facultad de Agronomía, municipio de Escuintla, departamento de Escuintla, Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 17 p.
12. Perdomo, R. 1986. Estudio de la génesis, morfología, propiedades físicas, químicas y mineralógicas y cartografía de los suelos de finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 73 p.
13. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación, GT); INDE (Instituto Nacional de Electrificación, GT); INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
14. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1956. Carta agrológica de reconocimiento de la república de Guatemala: hoja Escuintla. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Esc. 1:400,000. Color.
15. Zepeda Cornell, JC. 2002. Determinación del potencial de la entomofauna del orden lepidóptero de la finca Sabana Grande para el establecimiento de un mariposario. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 64 p.

CAPÍTULO II

EFFECTO DE COADYUVANTES SOBRE EL PERÍODO LIBRE DE PRECIPITACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA EN LA ABSORCIÓN DEL GLIFOSATO EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.), EN FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA.

THE EFFECT OF COOPERATORS OVER THE PRECIPITATION FREE PERIOD AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE ABSORPTION EFFICIENCY OF "GLIFOSATO" IN THE SUGAR CANE (*Saccharum* spp.), IN SABANA GRANDE, ESCUINTLA.

2.1 PRESENTACIÓN

El glifosato es uno de los herbicidas de mayor uso a nivel mundial, hecho que se ha incrementado durante los últimos años, favorecido por avances en la tecnología como los cultivos genéticamente modificados y la denominada labranza mínima o labranza de conservación. Entre los factores que han influido en este suceso están su amplio espectro de control de malezas, eficiencia, buena relación costo-beneficio, entre otras características deseables que permiten su uso en la agricultura a través de programas de manejo de plantas espontáneas con enfoque de sostenibilidad.

El sistema de cultivo caña de azúcar bajo el enfoque de labranza mínima requiere del uso de herbicidas como opción para el control de plantas indeseables y plantas “voluntarias”, siendo el glifosato una alternativa. A la vez, la labranza mínima contribuye a la reducción de la erosión de los suelos, costos de operación y minimiza la compactación por el uso de maquinaria y equipo agrícola (tractores, rastras, arados, etc.).

El incremento constante del salario mínimo a los trabajadores, repercute directamente en el desempleo que existe en el país. Esto se debe a que las empresas con el afán de ser cada vez más productivas, promueven la no utilización del recurso humano. Por lo tanto, se recurre al uso de tecnologías para mejorar la eficiencia en las labores del cultivo; esto incluye la utilización de herbicidas y otros productos cada vez más eficientes.

Según registros en finca Sabana Grande durante el año 2004, el coste del control de malezas en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) fue Q.1.916,90/ha por concepto de mano de obra, equivalente al 43,13% del costo total requerido en un ciclo productivo. Asimismo, el coste total por aplicación del herbicida glifosato (incluye mano de obra, herbicida y surfactante) fue Q.460,25/ha (aplicado durante el 2005), mientras sin uso de surfactante el valor disminuye a Q441,38/ha.

Algunas empresas de agroquímicos y los usuarios han impulsado el uso adicional y, no siempre racional de surfactantes al momento de hacer la mezcla en el tanque del

equipo de aplicación. El objetivo general es aumentar la actividad de los herbicidas y en otros casos disminuir el período necesario para la absorción foliar del producto. Evita pérdidas por “lavado” a consecuencia de las lluvias postaplicación, lo que se conoce como “período libre de precipitación –PLP–”.

Esta investigación se realizó para evaluar el efecto del uso de dos agentes coadyuvantes de origen orgánico, en tres formulaciones de glifosato, bajo tres condiciones de PLP. El interés principal fue disminuir el riesgo de pérdidas de productos herbicidas aplicados al follaje, cuando ocurren precipitaciones durante las siguientes horas post-aplicación.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Clasificación de los herbicidas

Según Kogan (2001), los herbicidas frecuentemente son agrupados considerando diversidad de criterios, como los siguientes:

A. Selectividad

Conocido también como el grado de respuesta entre las diferentes especies vegetales. Un herbicida puede ser selectivo cuando el compuesto químico es más tóxico para ciertas especies respecto a otras. Los herbicidas no selectivos son letales para la mayoría de especies cultivadas; por ejemplo, el glifosato y paraquat. Sin embargo, esta clasificación ha perdido validez debido a que muchos productos llamados no-selectivos pueden utilizarse selectivamente aplicando dosis y métodos de aplicación adecuados. Asimismo, es frecuente encontrar que cuando se aplican herbicidas selectivos en dosis inadecuadas causan efectos adversos en los cultivos de interés, por lo que en muchos casos se considera que la selectividad es relativa (4).

B. Cobertura en planta o suelo

Los herbicidas foliares se caracterizan porque son aplicados directamente sobre el follaje de las plantas (ej. paraquat, glifosato, 2,4-D, etc.), mientras que los herbicidas suelo-activos se caracterizan por ser aplicados directamente sobre el suelo (ej.

pendimetalina). Además existen productos que presentan acción foliar y actividad en el suelo (ej. atrazina, entre otros) (4).

C. Persistencia en el suelo

Dentro de los herbicidas que presentan actividad en el suelo (herbicidas suelo-activos), existen productos que exhiben diferentes grados de persistencia. Se encuentran productos poco persistentes que solo ocasionan muerte a semillas en germinación o plántulas en emergencia por un período corto de tiempo (pocos días) dentro de una temporada, como por ejemplo EPTC. Por otra parte, existen productos de mayor persistencia en el suelo, pueden llegar a afectar cultivos en subsiguientes ciclos productivos, ejemplo atrazina. Asimismo, existen otros herbicidas que luego de su aplicación permanecen durante períodos variables, mayores a una e incluso dos temporadas de cultivo (ejemplo: bromacil, tebutiuron, imazapyr).

En contraste, ciertos productos que deben ser aplicados al follaje en plantas fotosintéticamente activas para favorecer la absorción y posterior traslocación. Cuando el producto por efecto de la deriva entra en contacto con el suelo es inactivado rápidamente; estos se adhieren a las arcillas y otros coloides orgánicos presentes, ejemplo glifosato (4).

D. Aplicación con relación al desarrollo del cultivo

Los herbicidas que son aplicados antes de la siembra o trasplante son llamados de pre-siembra o de preplantación. Cuando se refiere a cultivos anuales, la pre-emergencia hace referencia a la aplicación después de la siembra del cultivo, pero antes de la emergencia. En cultivos establecidos (frutales, forestales, praderas, etc.), la pre-emergencia usualmente se refiere a aplicaciones realizadas antes de la emergencia de las malezas. Mientras que los herbicidas de post-emergencia (ej. glifosato, paraquat) se aplican una vez que el cultivo y las malezas han emergido (4).

E. Características relacionadas a las plantas

Para el caso de los herbicidas que actúan principalmente a través del follaje, sus espectros de acción y movilidad dentro de la planta han sido usados con el propósito de clasificarlos en dos grandes grupos, usando los términos herbicidas de contacto y

herbicidas sistémicos. Los primeros, no son capaces de moverse desde el punto de absorción al resto de la planta (ej. paraquat); mientras los herbicidas sistémicos una vez absorbidos son movilizados dentro de la planta objetivo, acropetal y/o basipetal. Los herbicidas de acción sistémica se dividen en aquellos que se movilizan vía floema (movimiento simplástico), y los que se translocan vía xilema (movimiento apoplástico); y existen otros que presentan movimiento apo-simplástico. El glifosato presenta un movimiento vía simplasto (4).

Los mecanismos seguidos por los herbicidas para causar la muerte a la planta, obtienen otras clasificaciones como: reguladores del crecimiento, inhibidores de síntesis de lípidos, inhibidores fotosintéticos, inhibidores de la síntesis de aminoácidos, inhibidores de pigmentos, desestabilizadores de membranas celulares, venenos mitóticos, entre otros (4).

2.2.2 Formulación de los herbicidas

La formulación de un herbicida, corresponde a la preparación suministrada por el fabricante para su uso práctico, debiendo ser económica, fácil de manejar, de aplicar y mantener la actividad biológica. El principal objetivo de la formulación es posibilitar que el usuario disperse el herbicida en el vehículo acarreador, que normalmente es agua (4).

Ningún herbicida es usado en su forma pura en la agricultura, debido a que tal como se sintetiza industrialmente no presenta las características deseadas (ejemplo solubilidad), para ser utilizadas en el control químico de las malezas. Por tanto, los herbicidas antes de comercializarse deben formularse adecuadamente. Ejemplo: los ésteres de 2,4-D son insolubles en agua, por lo que están disponibles como concentrados emulsionables (EC) y se han utilizado principalmente para el control de malezas leñosas perennes y anuales, con hojas pubescentes y cerosas.

Otros objetivos perseguidos al realizar la formulación de herbicidas son:

- a) Permitir la distribución uniforme del químico sobre la superficie objetivo.
- b) Reducir el nivel de contaminación y riesgo de aplicación.

- c) Mejorar la eficiencia del herbicida a través de su lenta liberación, menor degradación por factores ambientales y mayor absorción por las malezas.
- d) Reducir los costos por aplicación.
- e) Incrementar la vida de almacenamiento.
- f) Reducir la concentración de ingrediente activo a través de su dilución en un solvente o vehículo apropiado.

Algunas formulaciones de herbicidas usadas y su representación abreviada en inglés, es:

A. Polvo soluble (SP o PS)

La mayoría corresponde a sales de metales como Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , que al ser mezcladas con el agua forman soluciones verdaderas. Estas soluciones son mezclas homogéneas de dos o más sustancias que pierden su identidad física y que no pueden separarse mecánicamente. Las sales son derivados de ácidos orgánicos que presentan propiedades herbicidas.

La mayor desventaja de las sales solubles en agua es que ellas pueden ser fácilmente lavadas de la superficie foliar por efecto de las lluvias ocurridas poco después de la aplicación, debido a su alta solubilidad. Este tipo de aplicación generalmente incluye un surfactante para mejorar la absorción foliar, ejemplo: hexazinona, sal sódica de dalapon, sal sódica de TCA, sal sódica de 2,4-D y MCPA (4).

B. Concentrado soluble en agua (SL)

Estas son formulaciones líquidas y homogéneas, diseñadas para aplicarse como verdaderas soluciones del ingrediente activo después de diluirse en agua. Contienen un ingrediente activo, agua como diluyente y un surfactante para incrementar su absorción foliar. Requieren de poca agitación para preparar la mezcla y, al igual que las sales orgánicas son fácilmente lavadas de la superficie foliar si ocurre lluvia poco tiempo después de la aplicación. Ejemplo: sales amina de 2,4-D y MCPA, bentazon, aminotriazol, glifosato (4).

C. Concentrado emulsionable (EC)

Los herbicidas que no son solubles en agua generalmente se formulan como concentrados emulsionables y se caracterizan porque forma una emulsión cuando se agrega agua.

Durante la mezcla se requiere agitación para prevenir que las gotas de herbicida (no polares) dispersas en el agua se separen. En general para la aplicación de los EC se utiliza agua como vehículo portador, pero también puede usarse aceite o agua + aceite. Ejemplo: EPTC, metalocloro, pendimetalina y trifluralina (4).

D. Polvo mojable o polvo dispersable en agua (WP)

Los herbicidas que presentan baja solubilidad en agua, aceite y solventes orgánicos y por lo tanto no pueden formularse como concentrados solubles en agua o como concentrado emulsionable, son formulados comúnmente como polvos mojables.

Los polvos mojables mezclados con agua no forman ni una solución ni una emulsión, sino una suspensión poco estable. Por lo tanto, es necesario agitar la mezcla repetidamente para evitar la separación de las partículas sólidas, algunas formulaciones incluyen un agente dispersante.

Una desventaja que presenta este tipo de formulación es que los materiales inertes que contiene son muy abrasivos. Ejemplos: atrazina, fluometuron, diuron, metribuzina y DCPA. Algunos de estos herbicidas ahora están disponibles como floables o gránulos dispersables en agua (4).

E. Suspensión concentrada (SC)

Esta formulación está constituida de partículas sólidas finalmente pulverizadas del ingrediente activo en una premezcla preparada con agua y coadyuvantes. Los sólidos pueden precipitarse cuando la formulación del herbicida es almacenada, pero fácilmente quedan en suspensión al agitar el envase. Ejemplos: atrazina, diuron, cianazina, metribuzina (4).

F. Gránulos solubles en agua (SG)

Este tipo de formulación está constituido de gránulos que al ser mezclados con el volumen forman una solución verdadera. Así, la solución no requiere de constante agitación una vez realizada la mezcla. Ejemplo: glifosato (4).

G. Gránulos dispersables en agua (WG)

Su formulación consiste de gránulos finos que han sido impregnados con herbicida. Además, la formulación contiene agentes dispersantes u otros surfactantes que facilitan la disolución de los gránulos al ser mezclados con agua. La mezcla aunque presenta consistencia de una suspensión de un polvo mojable, normalmente no experimenta la separación y el precipitado, pero se recomienda agitación para la suspensión inicial y durante la aplicación para evitar riesgos de precipitar producto. Ejemplos: hexazinona, dicamba, glifosato, entre otros (4).

H. Otras formulaciones

Según Kogan (2001), frecuentemente se encuentran disponibles algunos herbicidas como Gránulos (G), Pellets (P), Gránulos encapsulados (CS), etc.

2.2.3 Dinámica de los herbicidas aplicados al follaje y factores determinantes de su actividad

Para que cualquier herbicida con actividad foliar logre su efecto y suponer una adecuada aplicación, debe ser retenido por tallos y hojas, luego debe absorberse y finalmente transportarse al sitio en donde ejercerá su acción.

Son varios los factores que pueden afectar las distintas etapas desde la aplicación de un herbicida al follaje, hasta que alcanza su sitio de acción, siendo desde la aplicación (equipo de aplicación, tipo de boquilla, uso de coadyuvantes, tamaño de gota y distribución, entre otros), la retención (influido por ceras epicuticulares, posición y ángulo de las hojas, edad de la hoja, presencia y tipo de tricomas, rocío en la hoja, tensión superficial, etc.), la absorción a través de la cutícula (grosor, cantidad de ceras, composición y tipo de ceras, presencia y número de estomas, humedad relativa, temperatura, estrés hídrico, lluvias post-aplicación, etc.), la absorción a través de la planta, movimiento dentro de la planta, acumulación y reacción en el sitio de acción.

A. Absorción de los herbicidas aplicados al follaje

a. Retención foliar

El primer paso en la absorción foliar es la retención de la aspersión y su permanencia en la superficie foliar. A este nivel, las especies y la disposición de sus hojas son muy importantes. Por ejemplo la cebada (*Hordeum vulgare*), en sus primeros estadios de crecimiento presenta hojas verticales, dispuestas casi perpendicularmente al suelo (erectas), por lo que la aplicación tiende a escurrir. Mientras que la arveja (*Pisum sativum*) presenta hojas más paralelas al suelo, pero son cerosas y por lo tanto favorece el escurrimiento de la mezcla aplicada. Mientras tanto, en el girasol (*Helianthus annuus*) y la mostacilla (*Brassica alba*) presentan hojas anchas y dispuestas casi paralelas al suelo (horizontales), con mayor capacidad de retención. Esta retención diferencial puede en ciertos casos, ser un factor clave en la selectividad de los herbicidas (4).

b. Anatomía y componentes de la superficie foliar

La superficie de las hojas (adaxial y abaxial) está cubierta por una capa delgada de cutícula, la cual está compuesta por lípido y actúan como una barrera de protección de las células epidermales. La principal función de la cutícula es reducir las pérdidas de agua, al mismo tiempo limitar la entrada de patógenos y agentes contaminantes.

Sobre la cutícula existen deposiciones de ceras llamadas ceras epicuticulares, las cuales dificultan o previenen el contacto entre las gotas del pulverizado y la cutícula. Esta última está presente aún en las células de guarda y las células de la cavidad estomática, y su grosor varía según la especie, las condiciones ambientales donde la planta crece (mayor grosor en especies que crecen en climas áridos con alta intensidad de luz) y la edad de la hoja (mayor grosor en hojas maduras) en general, se ha indicado que a mayor grosor de la cutícula, mayor es la resistencia a la penetración de un herbicida (4).

c. Estomas y su relación con la absorción foliar

Estomas son pequeñas aberturas o poros rodeados de las células de guarda localizados sobre la superficie foliar y que regulan el intercambio gaseoso (vapor de agua

y CO₂) entre las hojas y la atmósfera. Normalmente se encuentran en mayor proporción en la región abaxial (envés) de la hoja, sin embargo su número varía entre especies.

Se ha demostrado que los herbicidas son absorbidos con menor dificultad a través de las células de guarda de la cavidad estomática. Las células de guarda presentan rebordes de cutícula y llena de aire con una alta humedad relativa, lo que hace difícil la penetración del pulverizado a través del poro estomático. Además los estomas se encuentran cerrados a temperaturas relativamente altas o cuando la planta se encuentra en estrés hídrico, lo que impediría la absorción de los herbicidas cuando son aplicados en dichas condiciones (4).

d. Absorción a través de la membrana plasmática

Una vez aplicado el herbicida al follaje, este penetra la cutícula y entra en contacto con la célula. Debe entrar en ella debido a que todos los sitios de acción de los herbicidas se encuentran dentro de la célula. La mayoría de los herbicidas penetran la membrana plasmática por simple difusión, debido a un ingrediente de concentración, proceso que no requiere energía metabólica.

Los herbicidas de carácter lipofílico tienden a difundirse más fácilmente que los herbicidas de carácter hidrofílico. Algunos herbicidas penetran la membrana plasmática en contra de un gradiente de concentración, debido a que se acumulan a mayores concentraciones dentro de la célula que afuera de ella. En general estos corresponden a ácidos débiles los cuales contienen un grupo que puede ser ionizable (-COOH), como son bentazon, clopiralid, setoxidim, clorosulfuron y otras Sulfonilureas e Imidazolinonas, entre otros (1,4).

Otros herbicidas también entran en forma activa a la célula penetrando la membrana plasmática utilizando energía metabólica (ATP). Sin embargo, el paso a través de la membrana se realiza en sitios específicos en donde proteínas especializadas llamadas portadoras o "*carriers*", se encuentran embebidas en la membrana plasmática y son las responsables del paso de ciertas sustancias como la sacarosa y fosfatos.

Solamente tres herbicidas han mostrado el paso activo a través de la membrana plasmática mediante portadores, ellos son el 2,4-D, glifosato y paraquat. Este último cruza

la membrana plasmática usando el portador putresina; el 2,4-D utiliza el portador de auxinas; mientras el glifosato utiliza el portador de fosfatos (4).

B. Transporte de herbicidas aplicados al follaje

Según Kogan (2001), una vez el herbicida aplicado al follaje ha penetrado la cutícula, puede efectuarse desplazamientos largos o cortos dentro de la planta, para así llegar al sitio de acción. De acuerdo a su movilidad dentro de la planta, los herbicidas se clasifican en sistémicos o de contacto. Un herbicida de contacto actúa sobre los tejidos que entran en contacto directo con él, mientras que un herbicida sistémico se moviliza hacia el sitio de acción donde él actúa.

En general, los herbicidas que se transportan por el simplasto son absorbidos por las hojas y remobilizan junto con los fotosintatos (ej. glifosato), mientras que los herbicidas transportados vía apoplasto son absorbidos por las raíces y movilizan junto con el agua y los nutrientes (2, 4).

C. Elementos del floema y movimiento de herbicidas en el simplasto

El floema está compuesto por los elementos cribosos, células acompañantes, células parenquimáticas del floema y fibras del floema. En el simplasto los carbohidratos producidos en las hojas (fuentes) remobilizan a través de los tubos cribosos del floema, por flujo de masa hacia los tejidos de alta actividad metabólica (sumideros), tales como regiones meristemáticas o de los ápices del tallo y radicales, yemas, cambium vascular, meristemas intercalares, órganos subterráneos de almacenamiento (rizomas, tubérculos, cormos, bulbos, etc.), hojas jóvenes sin expandir, flores, frutos y semillas. El movimiento de carbohidratos a través del sistema simplasto se presenta en ambas direcciones, basipétala y acropétala, dependiendo de la ubicación del órgano que actúa como fuente respecto del sumidero. Sin embargo, en cada tubo la dirección del flujo es en un solo sentido. Por lo tanto, los herbicidas transportados por el simplasto (sistémicos) no requieren que la aplicación cubra totalmente a la planta, aunque es necesario que el herbicida sea retenido por una estructura que se encuentre fotosintetizando activamente y exportando carbohidratos, como son las hojas en plena actividad (ej. glifosato).

Las hojas senescentes y aquellas que se encuentran en expansión, no exportan carbohidratos y por lo tanto no juegan un papel importante en el transporte de herbicidas

en el floema. La colocación del herbicida juega un papel importante en su distribución, siendo que el herbicida absorbido por las hojas inferiores se moviliza junto con la exportación de carbohidratos, principalmente hacia las raíces; mientras que cuando el herbicida es absorbido por las hojas superiores, se moviliza junto con los carbohidratos hacia las hojas jóvenes y meristemas apicales (4).

D. Factores determinantes de la eficacia de los herbicidas aplicados al follaje

Todos los herbicidas que llegan a la etapa comercial han mostrado poseer un determinado nivel de efectividad que los hace competitivos con los herbicidas ya existentes. Sin embargo, para que ellos muestren actividad potencial deben aplicarse correctamente; considerando factores como la calibración del equipo, dosificación y la aplicación propiamente como tal, que en muchos casos son motivo de fracasos en el control de malezas (4).

a. Dosis y oportunidad de aplicación

Las malezas anuales son más sensibles a un determinado producto en sus primeros estados de desarrollo (2-4 hojas). En la medida que las malezas se acercan a la etapa reproductiva son más tolerantes y por ende se requerirá de una mayor dosis. En el caso de malezas bienales, el control con los herbicidas sistémicos debería realizarse durante el período de vernalización (roseta), antes que emitan el tallo floral.

En muchas ocasiones se tiende a utilizar dosis mayores en malezas que visualmente se ven más agresivas. Esto se debe a que su crecimiento es vigoroso, no existe tal relación, siendo que cada maleza presenta su propia respuesta o sensibilidad frente a un determinado producto, respuesta que normalmente será la resultante de la capacidad que posee la maleza para metabolizar el herbicida (4).

b. Volumen de agua

El agua cumple la función de acarreador de los herbicidas para distribuirlos uniformemente sobre determinada superficie. El volumen a usar por hectárea dependerá del modo de acción de los herbicidas, equipo de aplicación, especie y desarrollo de las malezas. En relación al tipo de herbicidas, las aplicaciones de productos de contacto no

selectivos (paraquat, diquat, glufosinato de amonio) requieren normalmente volúmenes que fluctúan entre 250-350 L . ha⁻¹. En el caso de los herbicidas sistémicos (2,4-D, MCPA, GSOE, glifosato) los volúmenes de aplicación no deberán ser mayores a 100-200 L . ha⁻¹. Estos mismos herbicidas sistémicos en aplicaciones con equipos de gota controlada (CDA) se pueden asperjar con volúmenes de 15-20 L .ha⁻¹.

En el caso de glifosato también se ha demostrado que volúmenes relativamente bajos ofrecen una mayor actividad del producto y se piensa que en la medida que se aumenta el volumen de agua se produce una exagerada dilución del surfactante que trae la formulación del herbicida. Además de existir una importante cantidad de iones en solución y materiales coloidales en suspensión, al aumentar el volumen de aplicación, entonces el efecto negativo es más evidente (4).

c. Calidad del agua (cationes de solución)

En el caso de los ácidos fenoxiacéticos (2,4-D, MCPA), los cationes presentes en las aguas duras promueven la precipitación de las sales inorgánicas (Na, K) y de las sales orgánicas (trietilamina, trietanolamina) y así de los ésteres de 2,4-D o MCPA. Por otra parte, son muchos los trabajos que han demostrado el efecto de iones en solución en la actividad del glifosato, esto debido a que se comporta como un "zwiterion" o sea que presenta cargas positivas y negativas en la molécula. También se considera que las partículas en solución cargadas negativamente pueden afectar considerablemente el efecto herbicida del glifosato (2, 4).

d. Acidez de la solución herbicida

Algunas recomendaciones comerciales señalan que la mayoría de los herbicidas son también inestables en condiciones de pH alcalinos (pH mayor o igual a 8,5). Sin embargo, se indica que en el caso del glifosato, que ese herbicida requiere de un pH óptimo en la solución para actuar de 2,5-3,5. Así, en ocasiones aún se recomienda bajar el pH de la solución herbicida hasta un valor cercano a 3,5 usando los métodos más variados, desde el uso de soluciones buffer comerciales, hasta el uso del ácido fosfórico, ácido acético, ácido clorhídrico, etc. (2, 4).

Glifosato podría formar sales de calcio, hierro, aluminio al ser mezclado con aguas duras que contengan altas concentraciones de esos elementos. En esas condiciones el ácido sulfúrico ha sido efectivo en evitar que el glifosato pierda su actividad. Se deberá siempre considerar que el éxito de los herbicidas y en especial del glifosato, dependerá en gran medida del volumen de agua utilizado, la dosificación y el estado de las malezas al momento de la aplicación (4).

e. Efecto de materiales en suspensión

Los herbicidas que presenten afinidad con las arcillas y materiales coloidales orgánicos podrían ser adsorbidos y por lo tanto parcialmente inactivado. Por ejemplo: el glifosato se inactiva rápidamente en el suelo debido a que se adsorbe fuertemente por las arcillas (4).

f. Rocío

La presencia de agua libre sobre la superficie de las plantas es muy frecuente en campos de cultivo debido a las lluvias, lloviznas y a la condensación del vapor de agua (rocío). El rocío permanece gran parte de la mañana sobre los cultivos y malezas, justo cuando se recomienda realizar las aplicaciones de herbicidas, antes que la intensidad del viento aumente y se presenten problemas relacionados con la deriva.

Generalmente las aplicaciones de herbicidas con actividad al follaje no se realizan hasta que las hojas de las malezas se secan, ya que se piensa que el rocío pudiera provocar la dilución y el escurrimiento del herbicida, explicando su efecto negativo. Por el contrario, ésta humedad puede incrementar la hidratación de la cutícula, el área total de contacto sobre la superficie foliar o mejorar la distribución de la aspersion, explicando su efecto positivo (4).

g. Período libre de precipitaciones (PLP)

El tiempo que transcurre entre la aplicación de un herbicida al follaje y la ocurrencia de una lluvia o de un riego por aspersion o micro aspersion, se conoce como el período libre de precipitación (PLP). Este es un término muy importante, ya que al ocurrir estas formas de precipitación poco tiempo después de aplicar los herbicidas al follaje de

malezas, podrían erosionarlos antes de ser absorbidos. La importancia del fenómeno esta relacionada con el tipo de herbicida, dosificación, grado de tolerancia de la maleza al herbicida, tiempo transcurrido desde la aplicación a la ocurrencia de la lluvia (PLP) e intensidad de la precipitación, entre otros factores (4).

Los herbicidas fenoxiacéticos (2,4-D) son de rápida absorción foliar, siendo suficiente un PLP de una a dos horas para que los herbicidas no pierdan su actividad; de igual manera el paraquat y la mayoría de GSPE como quizalofop, haloxifop, fluazifop. A diferencia de los anteriores herbicidas descritos, el glifosato (sal isopropilamina) y glifosato-trimesium (sal trimetilsulfonio de glifosato) requieren de por lo menos cuatro horas de PLP para no disminuir su actividad en el maicillo (*Sorghum halepense*), pudiéndose apreciar además el efecto del factor dosis del herbicida. Entonces, con las dosis menores el efecto de un mismo PLP es más drástico sobre la actividad de los herbicidas. No obstante, el PLP determinado experimentalmente puede ser diferente si se trata con otra maleza más tolerante a ese herbicida como es el caso del coyolillo (*Cyperus rotundus*); siendo que el PLP requerido para glifosato en ésta última maleza citada, utilizando una dosis baja (1,92 kg i.a. ha⁻¹) y una dosis alta (2,88 kg i.a. ha⁻¹) debe ser igual o mayor a 24 horas.

En la figura 2, se muestra el efecto del uso de surfactantes en la aplicación de herbicidas.

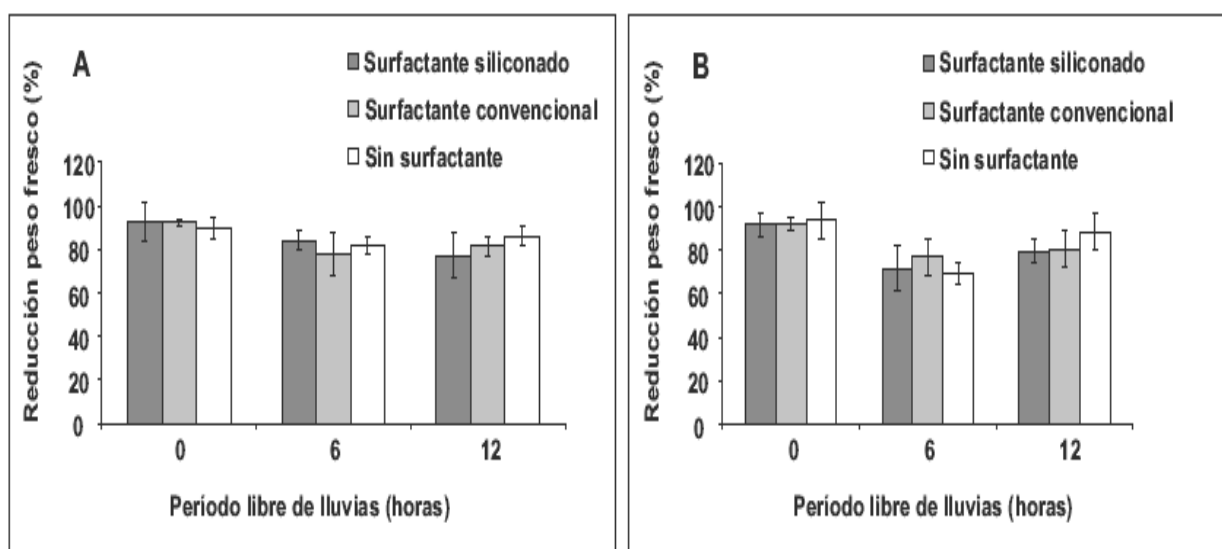


Figura 2: Efecto de la aplicación de dos sales formuladas del ácido N-(fosfonometil) glicina solas, y en mezcla con un surfactante siliconado o con uno

convencional sobre el crecimiento de plantas de sorgo (*Sorghum vulgare*). Los resultados están expresados como reducción del peso fresco. (A) Glifosato sal isopropilamina y (B) Glifosato sal trimetilsulfonio sódica. Dosis de los herbicidas 1,08 kg ae.ha⁻¹ y surfactantes 0,3 % v/v. Volumen de aplicación equivalente a 171 L.ha⁻¹. Barras de error indican la desviación estándar.

Fuente: Chorbadjian, R.; Kogan, M.

Al finalizar aspectos relacionados con el PLP, es necesario considerar la especie de maleza; si se trata de malezas perennes será lógico estudiar el efecto herbicida ocurrido a diferentes PLP en la capacidad de propagación de la especie y no solo considerar el efecto visual (cosmético) que el herbicida produce en la parte aérea. Glifosato aplicado a *Cyperus rotundus* a la dosis alta (2,88 kg i.a. ha⁻¹), produjo una importante disminución en la producción de tubérculos con un PLP de apenas 2 horas, la que no varió hasta un PLP de 12 horas. El efecto producido por el herbicida sometido a un PLP de 24 horas fue estadísticamente igual al que no recibió precipitación post-aplicación. No obstante, el efecto producido por la dosis alta de herbicida en la capacidad de brotación de los tubérculos, indica que el PLP requerido debe ser igual o mayor a 12 horas.

Cuadro 6: Efecto de diferentes PLP en la actividad del glifosato aplicado a *Cyperus rotundus* (9-11 hojas) 42 días después de la aplicación. Porcentaje de control parte aérea, en relación a las plantas que no recibieron aplicación del herbicida. Lluvia simulada del 12,5 mm en 20 min (Kogan, 2000).

Glifosato (kg i.a. ha ⁻¹)	PLP (h)						Sin precipitación
	2	4	6	8	12	24	
	(% control)						
1,92	6	13	1	23	31	79	88
2,88	41	41	63	75	79	100	100

Fuente: Chorbadjian, R.; Kogan, M.

Otros herbicidas como son algunos productos con actividad reguladora del crecimiento (triclopir, clopiralid) presentan una mayor rapidez de absorción foliar y por ende requieren de menores PLP.

2.2.4 COADYUVANTES: clases, propiedades y usos con herbicidas

A. Tipos de coadyuvantes

Según WSSA¹, un coadyuvante es cualquier sustancia contenida en la formulación o aquella agregada al tanque de mezcla con el objeto de mejorar la actividad del herbicida o las características de la aplicación, existiendo desde materiales inertes hasta aquellos que en altas concentraciones pueden llegar a ser fitotóxicos. Los coadyuvantes se clasifican en tres tipos: activadores, modificadores de mezcla y acondicionadores (4).

a. Activadores

Son los más utilizados y corresponden a agentes activadores de superficie (surfactantes), aceites y aceites en mezcla con surfactantes. Se utilizan principalmente para disminuir la tensión superficial de la gota del pulverizado y aumentar la acción de algunos herbicidas. Normalmente se utilizan en concentraciones que van de 0,1 hasta 0,5% (4).

El mecanismo de acción de los surfactantes no está bien dilucidado, aunque generalmente se les atribuye un efecto positivo en la penetración de los herbicidas en varios sitios: a) en la mezcla de la solución; b) en la superficie de la cutícula; c) dentro de las capas de la cutícula; d) sobre la superficie de la célula; o e) dentro de los tejidos de la planta (4).

b. Modificadores de la mezcla

Entre los modificadores de mezcla se encuentran adherentes, extensores, adherentes-extensores, espesantes, agentes espumantes. Dentro de los materiales que se utilizan como adherentes se encuentran geles vegetales formadores de película, resinas emulsionantes, aceites minerales emulsionantes, aceites vegetales, ceras y polímeros solubles en agua. Los **adherentes** no son normalmente utilizados con herbicidas, generalmente se utilizan más para aplicaciones con insecticidas y fungicidas. Los **extensores** corresponden generalmente a surfactantes no iónicos, que se utilizan en

¹ WSSA: Weed Science Society of América (Sociedad Americana de la Ciencia de las Malezas)

aplicaciones de insecticidas y fungicidas formulados como polvos mojables, en plantaciones frutales.

Los **espesantes** son utilizados para aumentar la viscosidad de la mezcla y así disminuir la deriva; éste fenómeno ha sido un problema común en la aplicación de herbicidas, generalmente cuando se realizan aplicaciones aéreas de herbicidas de acción hormonal, como el 2,4-D y de otros de amplio espectro de acción, no selectivos como el glifosato.

Los agentes **espumantes** son utilizados para crear espuma en la mezcla de aplicación. Se utilizan en concentraciones de 0,1 a 0,4% y mediante el uso de equipos apropiados se puede crear espuma con diferentes grados de estabilidad. En un principio se utilizaron para prevenir el congelamiento del pulverizado en climas fríos, pero también se puede utilizar para disminuir la deriva y permitir mayor precisión en la aplicación ya que ayudan a demarcar el área tratada y evitar traslape en la aplicación; en general su uso no es muy común (4).

c. Acondicionadores

Son productos que amplían el rango de situaciones bajo las cuales se puede utilizar una formulación herbicida. Existen tres tipos de acondicionadores: agentes antiespumantes, agentes compatibilizantes y agentes buffer.

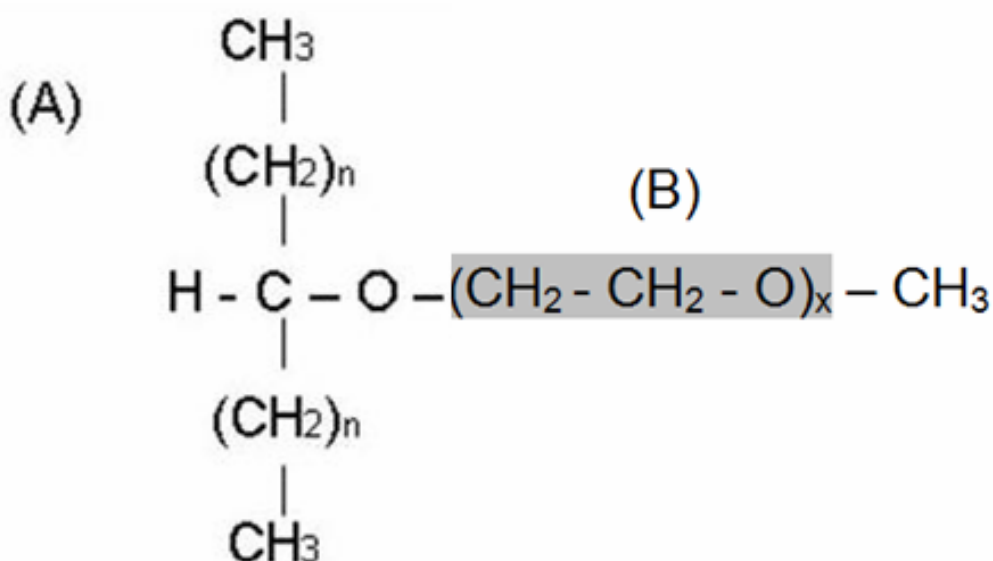
Los **antiespumantes** corresponden usualmente a compuestos de silicona que se utilizan a concentraciones máximas de 0,1%; igualmente se puede utilizar querosén o diesel al 0,1% para eliminar la formación de espuma en el tanque de mezcla.

Los **compatibilizantes**, se utilizan cuando herbicidas son aplicados en mezcla con otros pesticidas o fertilizantes químicos, o cuando se utiliza una solución fertilizante como vehículo acarreador, ya que estos agentes permiten una adecuada dispersión del herbicida en la mezcla.

Los agentes **buffer**, incrementan la dispersión y la solubilidad a los herbicidas en soluciones acuosas. Se utilizan principalmente cuando la solución es extremadamente ácida o básica y se desea modificar el pH (4).

d. Surfactantes

Son los adyuvantes más utilizados y corresponden a compuestos químicos que se utilizan en la formulación o en la mezcla de aspersión de pesticidas para mejorar o acentuar la emulsión, dispersión, mojamiento, humectación y otras propiedades modificadoras de superficie deseables para la aplicación. Estructura típica de un surfactante es presentada en la figura 3.



Fuente: Chorbadian, R.; Kogan, M.

Figura 3: Estructura típica de un surfactante convencional no iónico (Eter alquil polioxietilenglicol). (A) Corresponde a la cadena hidrocarbonada o grupo alquilo (porción lipofílico), donde n es el número de grupos (CH₂). (B) Porción hidrofílica del surfactante, donde X es el número de grupos oxietilenos (OE).

Los surfactantes se concentran y producen cambios físicos en la superficie de los líquidos y dichos cambios pueden ocurrir en la interfase entre dos líquidos o entre un líquido y un gas o un líquido y un sólido. Debido a cambios que ellos producen en la superficie, la palabra surfactante se usa para referirse a un “agente activo de superficie” (“surface active agents”). Ellos actúan sobre la superficie del líquido en el cual se encuentran disueltos, ya que sus moléculas presentan segmentos polares (grupos polioxietilenos) y no polares (cadenas hidrocarbonadas, donde el segmento polar (cabeza) es atraído por el agua (hidrofílico) y el segmento no-polar (cola) es atraído por los compuestos lipofílicos. De acuerdo a la ionización del agua, los surfactantes se pueden clasificar en surfactantes iónicos surfactantes anfotéricos y surfactantes no iónicos (4).

i. Surfactantes iónicos

Son aquellos que se ionizan cuando se mezclan con el agua, pudiendo ser catiónicos si su carga es positiva y aniónicos si su carga es negativa. Los surfactantes aniónicos, como por ejemplo laurel-sulfato de sodio y alquil-fenil sulfonato de sodio, son utilizados solos o en mezclas con surfactantes no iónicos en la formulación de herbicidas comerciales. Son muy solubles en agua pero pueden reaccionar con otros iones presentes en la solución; son excelentes humectantes y buenos detergentes.

Los surfactantes catiónicos, como es el cloruro de cetil-trimetil amonio, son poco usados en el proceso de formulación de herbicidas comerciales. Corresponden a compuestos cuaternarios de nitrógeno y algunos son utilizados como bactericidas debido a su alta toxicidad (4).

ii. Anfotéricos

Estos actúan como aniones o cationes dependiendo del pH de la solución, ya que presentan grupos ácidos y básicos en el segmento polar hidrofílico. En general son de poco uso en la agricultura (4).

iii. Surfactantes no-iónicos

Estos fueron descubiertos en 1930 por Shöler y su uso inició hasta la década de los sesenta y representa el grupo de mayor uso en la agricultura. Presentan las siguientes características:

- No se ionizan en soluciones acuosas.
- No interactúan con aguas duras (no forman sales insolubles de Ca, Fe, Al, Mg, etc.)
- Pueden usarse en soluciones ácidas.
- Presentan baja toxicidad a mamíferos.
- En general presentan baja fitotoxicidad.
- Sobresalen por la formación de emulsiones estables.
- Presentan características dispersantes y detergentes.
- Normalmente se usan en la formulación de muchos herbicidas comerciales.

- Al usarse en la mezcla de aspersión agua-herbicida, en algunos casos aumenta la eficacia del herbicida y disminuye el PLP requerido para que el herbicida sea absorbido.

e. Propiedades fisicoquímicas de los surfactantes

Los surfactantes son capaces de reducir la tensión superficial, mejorando la emulsión, dispersión, esparcimiento, humectación u otras propiedades modificadoras de superficie de los líquidos. En la mayoría de los casos, las propiedades fisicoquímicas de los surfactantes determinan la actividad de los herbicidas. La tensión superficial, ángulo de contacto de la gota y mojamiento, son entre otros conceptos a discutirse en referencia a surfactantes (4).

i. Tensión superficial

La tensión superficial (γ), se define como la tendencia de las moléculas en la superficie de un líquido de ser atraídas hacia el centro del cuerpo. Esta fuerza tiende a minimizar el área superficial debido al exceso de energía localizada.

La tensión superficial del agua a 25 °C es 72 dinas.cm⁻¹, es decir que se requiere una fuerza de 72 dinas para romper una película superficial de agua a un centímetro de longitud. A mayor temperatura, las fuerzas de atracción (electrostáticas) entre moléculas vecinas en la superficie de un líquido disminuyen y por ende disminuye la tensión superficial (4).

Los surfactantes no-iónicos convencionales logran reducir la tensión superficial a valores de 30 y 35 dinas.cm⁻¹, mientras que los surfactantes siliconados son capaces de disminuir la tensión superficial a valores de 22 a 25 dinas.cm⁻¹ (Cuadro 7).

Cuadro 7: Tensión superficial, mojamiento relativo de las soluciones surfactantes respecto al tipo de hoja y tiempo de secado de la gota aplicada (gota utilizada 10 μL y concentración de los surfactantes 0.3% v/v).

Surfactante	Tensión superficial (dinas.cm^{-1})	Relación de mojamiento respecto al agua*		Tiempo de secado de la gota de agua (minutos)
		<i>Zea mays</i>	<i>Helianthus annuus</i>	
Agua pura	74,3	1,0	1,0	80
Agua +aceite	44,3	2,0	1,5	44
Agua + surfactante convencional	33,5	3,3	1,9	31
Agua + surfactante siliconado	24,3	33,5	6,8	6

*Mediciones realizadas en el laboratorio de investigación del Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Universidad Católica de Chile.
Fuente: Chorbadjian, R.; Kogan, M.

ii. Mojamiento

Es la capacidad de un líquido de mojar o esparcirse sobre la superficie sólida (mojamiento) y dependerá de la tensión superficial de cada fase o de la tensión superficial de la interfase (4).

iii. Ángulo de contacto

Generalmente el mojamiento se expresa en términos del ángulo de contacto (θ) que forma la gota sobre la superficie del sólido, es decir el esparcimiento de la gota. A medida que el ángulo de contacto disminuye, existe una mayor factibilidad que el líquido moje la superficie. Al reducir el ángulo de contacto de la gota asperjada, debido a la acción de un surfactante apropiado, se produce una mayor superficie de contacto y por ende un mayor mojamiento (4).

iv. Balance hidrofílico-lipofílico (BHL)

Los surfactantes no-iónicos están compuestos por un segmento hidrofílico (grupos polioxietilenos) y un segmento lipofílico (cadena hidrocarbonada o siliconada). El balance entre estos dos segmentos se conoce como balance hidrofílico lipofílico (BHL). Existe una escala arbitraria para determinar el BHL de los surfactantes, considerando que el valor para el ácido oleico es 1 y para el oleato de potasio es 20. Es decir que los surfactantes

no-iónicos que presentan un valor BHL cercano a 20 serán solubles en agua, mientras los surfactantes solubles en aceite tendrán valor BHL cercano a 1.

Surfactantes de carácter lipofílico (BHL 1 a 8) incrementan la fluidez de los componentes de la cutícula, lo que resulta en una mayor difusión en la cutícula de herbicidas de carácter lipofílico, como son aquellos productos comerciales formulados como concentrados emulsionables (EC), polvos mojables (WP) y gránulos dispersables en agua (WG). Por el contrario, surfactantes de carácter hidrofílico (BHL 11 a 20) incrementan la humectación de la cutícula, lo que resulta de un incremento de la presencia de rutas hidrofílicas y por ende, una mayor entrada y difusión de herbicidas de carácter hidrofílico, como son las sales de amina de 2,4-D, glifosato, paraquat, entre otros (4).

f. Otros tipos de coadyuvantes

Los surfactantes organo-siliconados son de tipo surfactante utilizados en la aplicación de herbicidas de acción al follaje. Mientras tanto otros de menor uso en la agricultura que los convencionales y organo-siliconados, son los aceites minerales y aceites vegetales, que son utilizados solos o en mezcla con surfactantes convencionales y los fertilizantes nitrogenados (4).

i. Surfactantes organo-siliconados

Éstos se caracterizan por ser no-iónicos y estar compuestos por un esqueleto trisiloxano (porción lipofílica) y una cadena de oxietileno (porción hidrofílica) que se encuentra adherida a un átomo de silicio. Los surfactantes no-iónicos organo-siliconados en comparación con los surfactantes no-iónicos convencionales, presentan una mayor capacidad de reducir la tensión superficial debido al tamaño compacto de porción lipofílica del esqueleto de trisiloxano, con lo cual se obtiene un mayor esparcimiento de las gotas asperjadas (4).

Cuadro 8: Efecto sobre la eficacia del glifosato de diferentes volúmenes, dosis y concentración de suelo en la solución herbicida (plantas de trigo, 21 DDA)

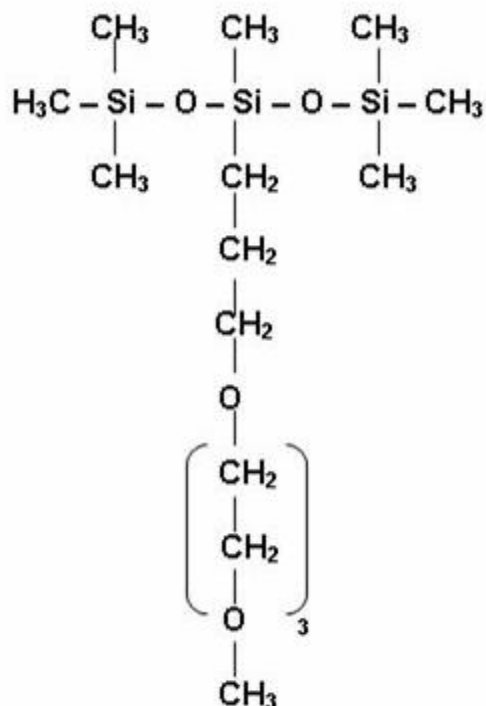
TRATAMIENTOS			Peso fresco parte aérea	Hojas dañadas ²	Plantas muertas ²
Vol. de aplicación (L . ha ⁻¹)	Glifosato (kg . ha ⁻¹)	Suelo (ppm)	(g . planta ⁻¹)	(%) ¹	(%) ¹
0	0	0	0,80 ab	0 a	0 a
200	0,48	0	0,30 e	67 c	28 b
200	0,48	5.000	0,65 bc	30 b	0 a
200	0,48	10.000	0,70 abc	10 a	0 a
200	0,48	15.000	0,72 bc	6 a	0 a
200	0,72	0	0,10 f	100 d	100 c
200	0,72	5.000	0,30 e	69 c	35 b
200	0,72	10.000	0,47 d	32 b	13 ab
200	0,72	15.000	0,83 a	0 a	0 a
400	0,48	0	0,55 cd	28 a	0 a
400	0,48	5.000	0,76 ab	0 a	0 a
400	0,48	10.000	0,77 ab	6 a	0 a
400	0,48	15.000	0,76 ab	0 a	0 a
400	0,72	0	0,12 f	100 d	95 c
400	0,72	5.000	0,66 bc	10 a	0 a
400	0,72	10.000	0,84 a	0 a	0 a
400	0,72	15.000	0,82 a	6 a	0 a

Fuente: Chorbadjian, R.; Kogan, M.

¹ Promedios de seis repeticiones seguidos de una misma letra en cada columna, no presenta diferencia significativa, según Duncan (P<0,05).

² El análisis estadístico se realizó con los valores absolutos y luego se transformaron a porcentaje.

Existen evidencias experimentales que muestran una disminución importante en el PLP requerido después de la aplicación de herbicidas aplicados al follaje debido al uso de surfactantes siliconados, explicándose tal hecho por la inducción en la penetración del herbicida a través de estomas. Por ejemplo, con el surfactante un organo-siliconado "X" (co-polímero polialkilquilenóxido de silicona) se logró reducir el PLP de glifosato (0,54 kg i.a..ha⁻¹ en *Lolium perenne* de 10 a 12 horas (Figura 4).



Fuente: Chorbadian, R.; Kogan, M.

Figura 4: Estructura básica de un surfactante organosiliconado. (A) corresponde a la cadena de trixiloxanos (porción lipofílica-hidrofílica, (B) grupos oxietilenos (en este caso 8 OE), porción hidrofílica.

ii. Aceites (“crop oils”)

Son mezclas de aceite de parafina no-fitotóxicos altamente refinados y purificados con surfactantes no-iónicos. Los surfactantes hacen posible que el aceite forme una emulsión al ser mezclado con el agua. Se caracterizan por reducir la tensión superficial, incrementar el cubrimiento de la aspersion y aumentar la absorción a través de la cutícula. También pueden llegar a disminuir la volatilidad y la foto degradación de algunos herbicidas (4).

iii. Aceites vegetales

Son provenientes de algodón, soya, girasol, maíz y canola más surfactantes. Generalmente refinados no son fitotóxicos. Los aceites vegetales son de poco uso en agricultura, ya que no presentan buenas propiedades de adherencia, cubrimiento y

absorción. Pero, a partir de ellos se pueden producir los aceites metilados, mediante reacciones de hidrólisis. Los triglicéridos producen ácidos grasos libres, los cuales funcionan como alcoholes para formar ésteres, los que al ser combinados con un surfactante forman un aceite metilado. Los aceites metilados reducen la tensión superficial en incrementan la absorción de ciertos herbicidas al mejorar su distribución sobre la superficie foliar. Estos aceites metilados son más costosos que los aceites vegetales o que los aceites minerales y su uso aún no es generalizado (4).

iv. Fertilizantes nitrogenados

Entre los fertilizantes más utilizados como adyuvantes se encuentran sulfato de amonio, nitrato de amonio, y urea más nitrato de amonio (28% UAN), los que se utilizan en concentraciones de 2 a 5 % p/v. Aunque se usan para incrementar la acción de herbicidas aplicados al follaje, todavía no se conoce exactamente su mecanismo de acción. Se piensa que facilitan la penetración foliar, mediante un mecanismo diferente a la reducción de la tensión superficial. No siempre su uso trae consigo una mayor eficiencia del herbicida.

El sulfato de amonio se utiliza ampliamente para incrementar la acción de glifosato, ya que sus características higroscópicas prolongan la humectación de la superficie foliar, disminuyendo el secamiento de las gotas del pulverizado y reduciendo la cristalización del herbicida. Además el sulfato de amonio logra revertir o disminuir el antagonismo entre glifosato y los cationes (Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+}) que puede producirse en el agua utilizando para la aplicación (4).

g. Mecanismos de acción de los herbicidas, sitios de acción y causas de muerte en plantas sensibles

Los herbicidas son productos químicos que se caracterizan por inhibir, o interrumpir el crecimiento y desarrollo normal de las plantas sensibles. Para que un herbicida actúe y sea eficaz, primero debe cumplir ciertos requerimientos: 1) entrar en contacto con la planta que se desea controlar, 2) ser absorbido por la planta, 3) desplazarse hacia su sitio de acción dentro de la planta, 4) acumularse a niveles lo suficientemente tóxicos en el sitio o

sitios de acción. Para evitar su uso inapropiado y optimizar su utilización es indispensable conocer y entender como los herbicidas actúan, es decir su modo y mecanismo de acción.

El mecanismo de acción de un herbicida se refiere al sitio bioquímico que el herbicida inhibe directamente. Sin embargo, muchos herbicidas en vez de tener un solo sitio de acción parecen sufrir procesos metabólicos no específicos. Los herbicidas pueden ser clasificados según su mecanismo de acción en ocho grupos diferentes, siendo: reguladores de crecimiento, inhibidores de biosíntesis de lípidos, inhibidores de biosíntesis de aminoácidos, inhibidores de fotosíntesis, inhibidores de biosíntesis de pigmentos, inhibidores mitóticos e inhibidores de biosíntesis de celulosa (4).

i. Reguladores de crecimiento

Los herbicidas que presentan este mecanismo de acción son: a) derivados clorofenoxi: acéticos (2,4-D y MCPA), propiónicos (mecroprop, dicloroprop) y butíricos (2,4-DB, MCPB); b) Derivados del ácido benzoico: dicamba, cloramben; c) Derivados del ácido picolínico (piridinas): picloram, clopiralid, tricopir, fluroxipir; y d) Derivados ácido quinolin-carboxílico: quinclorac.

Los herbicidas con actividad reguladora de crecimiento son principalmente utilizados para controlar malezas dicotiledóneas en cultivos de la familia Poaceae. Siendo muy efectivos para el control de malezas perennes, la mayoría de estos herbicidas son absorbidos con facilidad a través de las raíces y las hojas, siendo transportados por el xilema y por el floema, acumulándose en regiones de activo crecimiento (sumideros) tales como órganos en crecimiento y meristemas. A pesar de ser aplicados al follaje, al llegar al suelo podrían quedar disponibles al ser poco adsorbido y ser absorbido por las raíces de las plantas.

Estos herbicidas son llamados reguladores de crecimiento debido a que ellos actúan de manera similar a la auxina ácido indolacético (AIA), que regula el crecimiento celular, la síntesis de proteínas y la división celular en plantas (4).

ii. Inhibidores de la biosíntesis de lípidos

Según Kogan (2001), existen varios grupos de herbicidas no relacionados químicamente entre sí, que presentan su mecanismo de acción primario relacionado con

la síntesis de lípidos. Curiosamente todos estos herbicidas controlan principalmente malezas poáceas. Dentro de estos se encuentran: a) Tiocarbones (EPTC, butilato, cicloato, molinato), que inhiben las enzimas elongasas: b) Cloroacetamidas (acetocloro, alacloro, metolacloro, propacloro, dimetenamida) que inhiben las enzimas desaturadas y posiblemente las enzimas elongasas c) Graminidas selectivos de post-emergencia (GSPE), que incluyen los grupos Ariloxi-fenoxipropionato, comúnmente llamados "FOPS (diclofop, fuazilafox, quizalofop, haloxifop, fenoxaprop) y las Ciclohexanodionas llamadas "DIMS" (setoxidim, cletodim, tralkoxidim) son importantes herbicidas inhibidores de la síntesis de lípidos, algunos de ellos son utilizados para el control postemergente de malezas poáceas en cereales y otros cultivos de hoja ancha (dicotiledóneas) y también en de caso cultivos como cebolla, ajo y espárrago (monocotiledóneas) con el mismo fin. Los GSPE inhiben la Acetil coenzima A carboxilasa (ACCasa).

Tiocarbamatos

Su mecanismo de acción consiste en inhibir las enzimas, elongasas que se adhieren al retículo endoplasmático, previniendo la formación de ácidos grasos de cadena larga y alterando la formación de suberina y ceras epicuticulares. Como consecuencia de la acción herbicida, en las gramíneas sensibles, el brote no emerge del coleoptilo, así la planta no puede emerger a través del suelo. Debido a ello algunos lo describen como "inhibidores de brotes" (4).

Cloroacetamidas

Estas son aplicadas al suelo en preemergencia y presiembra incorporadas, a excepción del propacloro que se usa en post-emergencia para el control de gramíneas y algunas especies dicotiledóneas en una gran diversidad de cultivos. Los otros herbicidas no presentan actividad en la post-emergencia de las malezas. En malezas dicotiledóneas, estos herbicidas son absorbidos por el nudo coleoptilar y por el punto de crecimiento.

Las cloro acetamidas afectan varios procesos bioquímicos dentro de la planta e interfieren con el crecimiento normal de la célula (4).

iii. Inhibidores de biosíntesis de aminoácidos

Existen un número importante de herbicidas de diferentes grupos químicos o familias que inhiben la síntesis de diversos aminoácidos, a través del efecto de enzimas específicas relacionadas exclusivamente con su biosíntesis. Los herbicidas inhibidores de la biosíntesis de aminoácidos se dividen en tres grupos: a) inhibidores de la enzima 5-enolpiruvil-shiquimato 3-fosfato sintasa (EPSPS), b) inhibidores de la enzima acetolactato sintasa (ALS) y c) inhibidores de la enzima glutamina sintasa (GS).

Inhibición de la enzima 5-enolpiruvil shiquimato 3-fosfato sintasa (EPSPS)

Glifosato (ácido N-fosfono-metil-glicina) es un herbicida no selectivo que se aplica al follaje de las malezas. Este herbicida se caracteriza por presentar muy baja o casi nula actividad en el suelo, que para fines prácticos se considera que no la tiene. Además, presenta gran movilidad dentro de la planta, principalmente en el floema y baja toxicidad a mamíferos (4).

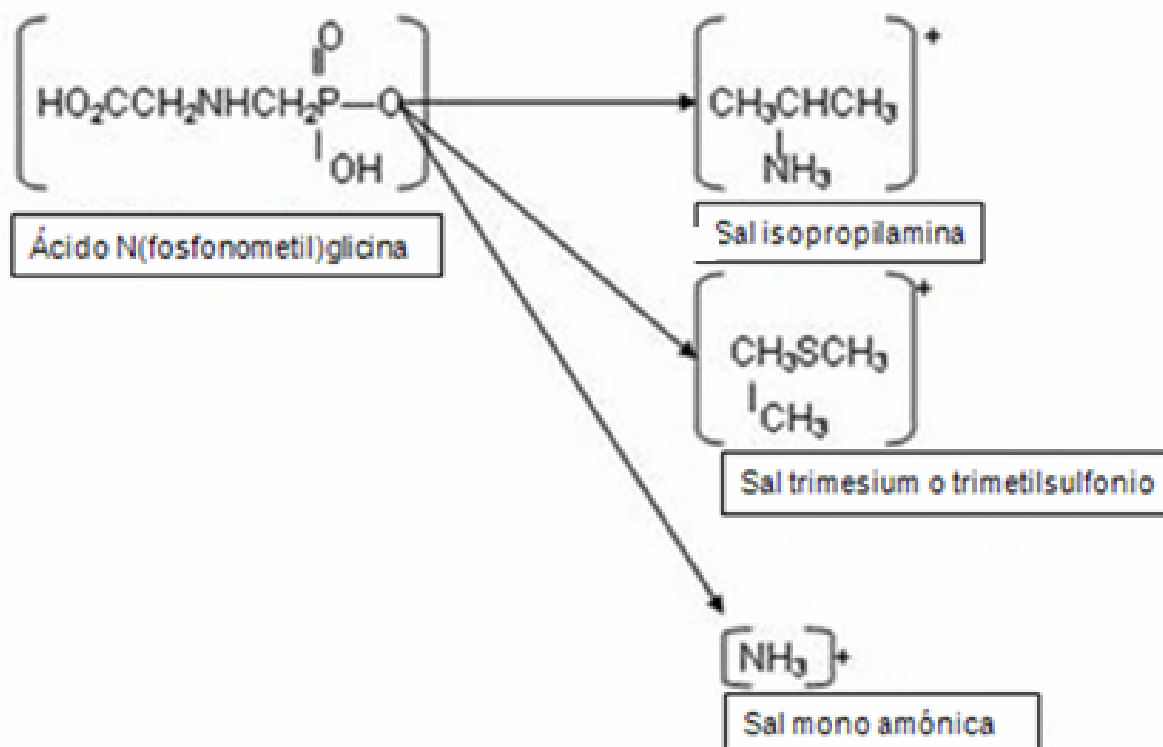
El mecanismo de acción del herbicida glifosato es único entre los diferentes grupos de herbicidas y consiste en la inhibición de la síntesis de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano), lo que altera la producción de proteínas y previene la formación de compuestos secundarios como la lignina.

El glifosato ejerce su acción (sitio primario de acción) inhibiendo la enzima 5-enolpiruvil shiquimato 3-fosfato sintasa (EPSPS) la cual se codifica en el núcleo y actúa en el cloroplasto; esta enzima forma parte de la ruta del ácido shiquimico.

La enzima EPSPS cataliza la reacción entre shiquimato 3-fosfato (S3P) y fosfoenolpiruvato (PEP) para formar 5-enolpiruvil shiquimato 3-fosfato (EPSP) y fósforo inorgánico (Pi). Glifosato actúa como inhibidor competitivo de EPSPS con respecto a PEP, pero como un inhibidor no-competitivo con respecto a S3P. Mecánicamente S3P forma un complejo con EPSPS al cual glifosato se acopla antes que PEP. Así se ha considerado que glifosato participa como un estado análogo de transición de PEP. Glifosato interactúa con la región del sitio activo de la enzima que une al grupo fosfato del PEP (4).

Aproximadamente el 20% del carbón fijado por las plantas sigue la ruta del ácido shiquímico que además de los aminoácidos aromático produce un impresionante número de productos finales de gran importancia para la vida vegetal entre ellos vitaminas, ligninas, alcaloides y una amplia gama de compuestos fenólicos como los flavonoides (4).

La figura 5, muestra las sales derivadas del ácido N(fosfonometil)glicina.



Fuente: Kogan *et. al* 2001

Figura 5: Estructura química del ácido glifosato y sus sales.

Las plantas afectadas por la acción del glifosato presentan clorosis y luego se tornan de color café en especial los tejidos jóvenes. La planta afectada por el herbicida tarda entre dos a tres semanas o más después de la aplicación para morir. Esta acción lenta del herbicida se debe al gran tamaño del grupo de aminoácidos aromáticos que existe en las plantas, por lo que se requiere de cierto tiempo para que se agoten dichos aminoácidos y consecuentemente disminuya la tasa de síntesis de proteínas. No obstante, el glifosato también presenta efectos adicionales sobre el metabolismo de los fenoles y pigmentos, específicamente sobre las enzimas fenilalanina amonía liasa y d-ácido aminolevulínico (d-ALA) sintasa. Algunos estudios han sugerido que glifosato hace

incremento transitorio en la actividad del PAL (fenilalanina amonía liasa), enzima que participa en el metabolismo de los fenilpropanoides, por lo cual se ha determinado altos niveles de fenoles inhibidores del crecimiento. No obstante la actividad de ésta enzima disminuye cuando el grupo fenilalanina es limitante. Debido a que varios compuestos fenoles participan como inhibidores de la oxidación de auxinas, se ha determinado que en plantas tratadas con glifosato se presenta un mayor metabolismo de auxinas, razón por la cual se pierde la dominancia apical (4).

h. Efecto de surfactantes sobre la actividad de herbicidas

Existe amplia investigación en torno al resultado que se lograría al agregar un surfactante adicional a un herbicida formulado. Sin embargo, estos resultados son muy poco consistentes, encontrándose casos en los cuales se ha logrado una mejoría en la actividad de ciertos herbicidas, otros en los que el uso de un surfactante no muestra ningún efecto beneficioso, hasta situaciones en las que se ha producido una disminución en la actividad del herbicida aplicado, o sea un posible antagonismo (4).

Estas respuestas tan variables se deben a que existen muchos factores que pueden afectar la respuesta al tratamiento herbicida; dentro de los cuales destacan el herbicida empleado, las plantas a controlar, su estado de desarrollo, volumen de aplicación, dosificación del herbicida, el surfactante y la calidad del agua (4).

i. Absorción y translocación de sales glifosato isopropilamina y trimetilsulfufonio en dos especies vegetales

Amrhein et al. 1980; Grossbard and Atkinson 1985; Fubin et al. 1982, citados por Alister (2003), indican que el glifosato es un herbicida post-emergente no selectivo con efecto fitotóxico, inhibiendo la síntesis de 5-enolpiruvilshiquimata-3-fosfato (EPSP) y de los aminoácidos aromáticos triptófano, tirosina fenilalanina. Pequeñas aplicaciones de glifosato son necesarias para inhibir la síntesis de EPSP.

La adición de sulfato de amonio (AMS) incrementa el control en varias especies de plantas con muchos herbicidas ácidos, picloram, glifosato y otros. Muchos estudios han determinado el incremento en la eficiencia de los herbicidas con la adición de AMS (2).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

- A. Evaluar el efecto del uso de coadyuvantes en sales de glifosato, bajo condiciones normales de aplicación en un sistema de labranza mínima en el cultivo caña de azúcar, en finca Sabana Grande, Escuintla.

2.3.2 Específicos

- A. Determinar el efecto de la adición de coadyuvantes en la disminución del período libre de precipitación.
- B. Determinar el coadyuvante que más disminuya el período libre de precipitación.
- C. Cuantificar el efecto de los coadyuvantes en la acción herbicida del glifosato en caña de azúcar.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Descripción de tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos consistentes en sales de glifosato (isopropilamina, trimetilsulfonio sódica y potásica), aplicados individualmente y en mezcla con coadyuvantes orgánicos de origen comercial (ácidos húmico y fúlvico). Experimentalmente, fue considerado tres períodos libres de precipitación (PLP), al someter las plantas a una lluvia simulada equivalente a 10 mm, aplicada durante 45 minutos (cuadro 9). La distribución de los tratamientos se presenta en la figura 6.

2.4.2 Dosificación de las sales de glifosato y coadyuvantes

Para las sales de glifosato, se utilizó el equivalente a 2.5 litros de producto comercial a base de sal monoamonio de glifosato (RM). En contraste, los coadyuvantes fueron utilizados basados en información de la casa comercial productora (equivalente a 1 litro $\cdot \text{ha}^{-1}$).

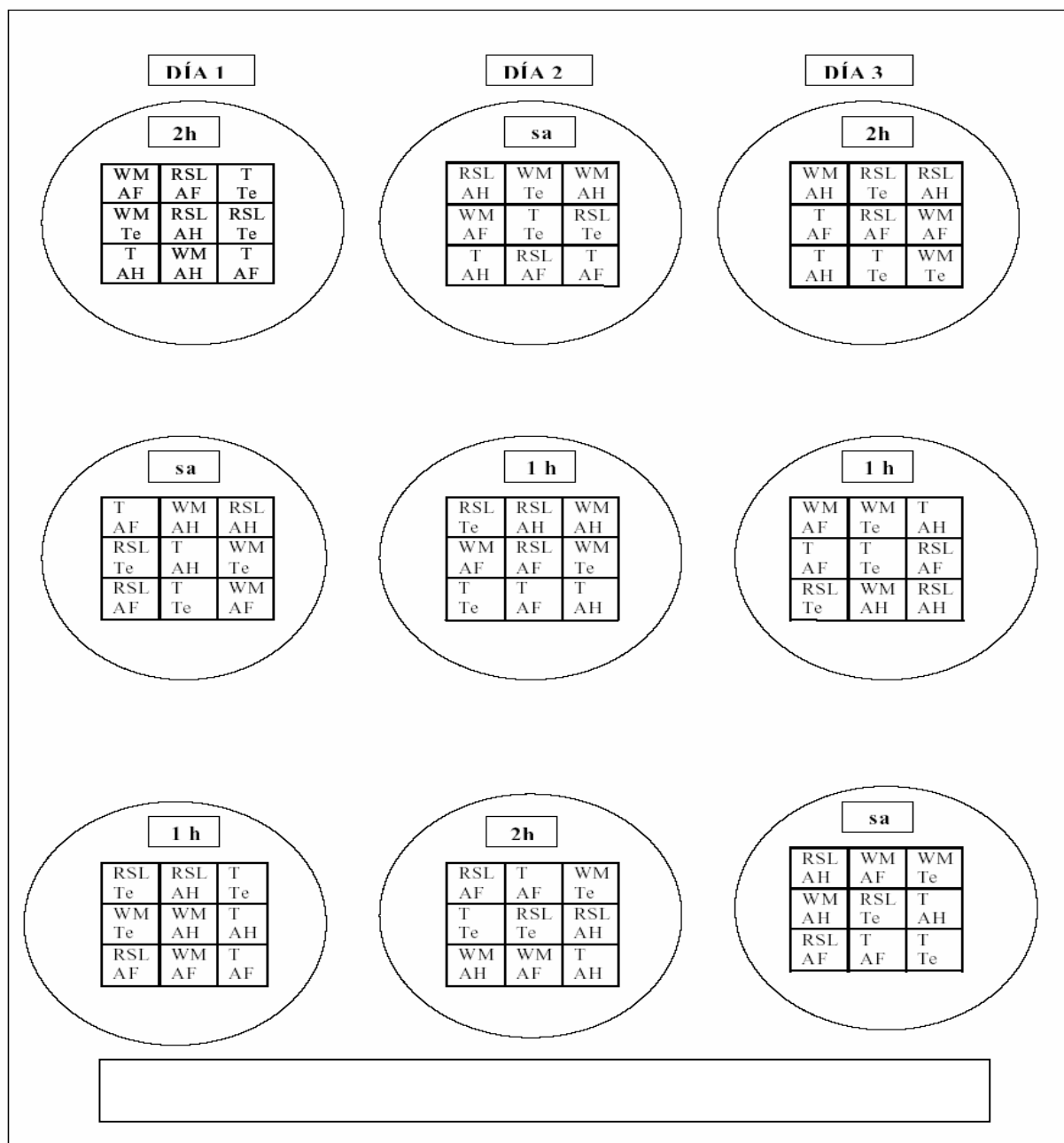


Figura 6: Distribución de los tratamientos de glifosato usando coadyuvantes de acuerdo a los bloques con períodos libres de precipitación.

Cuadro 9: Combinación de tres sales de glifosato y dos coadyuvantes, bajo tres condiciones de período libre de precipitación (PLP), en el cultivo caña de azúcar (*Saccharum spp.*), en finca Sabana Grande, 2006.

HERBICIDA	COADYUVANTE	PLP*	COMBINACIÓN (TRATAMIENTO)
Sal potásica (WM)	Ácido fúlvico (AF)	1	WM + AF + 1
		2	WM + AF + 2
		sa	WM + AF + sa
	Ácido húmico (AH)	1	WM + AH + 1
		2	WM + AH + 2
		sa	WM + AH + sa
	Testigo	1	WM + 1
		2	WM + 2
		sa	WM + sa
Sal isopropilamina (RSL)	Ácido fúlvico (AF)	1	RSL + AF + 1
		2	RSL + AF + 2
		sa	RSL + AF + sa
	Ácido húmico (AH)	1	RSL + AH + 1
		2	RSL + AH + 2
		sa	RSL + AH + sa
	Testigo	1	RSL + 1
		2	RSL + 2
		sa	RSL + sa
Sal trimetilsulfonio sódica (T)	Ácido fúlvico (AF)	1	T + AF + 1
		2	T + AF + 2
		sa	T + AF + sa
	Ácido húmico (AH)	1	T + AH + 1
		2	T + AH + 2
		sa	T + AH + sa
	Testigo	1	T + 1
		2	T + 2
		sa	T + sa

* PLP = Período libre de precipitación, donde es simulada la lluvia: 1 = una hora postaplicación; 2 = dos horas postaplicación; y, sa = sin efecto de lluvia (= PLP >12 horas)

A. Aplicación del glifosato

Fue utilizado equipo de presión manual (bombas de mochila); previo a mezclar el producto correspondiente por tratamiento; se realizó corrección del pH del agua, posteriormente se agregó el coadyuvante correspondiente al tratamiento y finalmente se adicionó el glifosato y fue mezclado vigorosamente hasta homogenizar la solución.

La aplicación se programó y realizó a partir de las 8:00 horas y se finalizó a las 10:00 horas. Se inició la aplicación a las 8:00 AM de los tratamientos herbicidas con PLPsa (sin aplicación de lluvia simulada postaplicación); a las 9:00 AM se aplicó el área sometida a

PLP₂ (con lluvia simulada 2 horas postaplicación); a las 10:00 AM se aplicó el área sometida a PLP₁ (con lluvia simulada 1 hora postaplicación).

Durante un día se aplicó todos los tratamientos herbicida-coadyuvante, con su correspondiente PLP previamente asignado; así, diariamente y durante dos días posteriores se aplicó los tratamientos en distintas áreas cultivadas con caña de azúcar, para obtener finalmente 3 repeticiones (cada repetición, representa un día aplicado).

B. Riego

Con el objeto de simular el efecto de la precipitación pluvial, se aplicó riego por aspersión a las 11:00 AM, únicamente para los tratamientos con PLP₁ y PLP₂. Para el efecto se instaló el sistema de riego previamente, donde cada aspersor se ubicó en el centro de la parcela (figura 6), descargando una lámina de agua equivalente a 10 mm, aplicación que duró 45 minutos.

2.4.3 Diseño experimental

El experimento fué bifactorial con arreglo en parcelas divididas y disposición combinatoria en la parcela pequeña, en un diseño bloques al azar.

2.4.4 Modelo experimental

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\delta)_{ik} + E_{ijk} \begin{cases} i = 1, 2, 3 \\ j = 1, 2, 3 \\ k = 1, 2, \dots, 9 \end{cases}$$

Donde:

Y_{ijk} = Biomasa medida en la ijk -ésima unidad experimental.

μ = Media general de la biomasa.

α_i = Efecto del i -ésimo período libre de precipitación.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque o repetición.

δ_k = Efecto de la k -ésima combinación herbicida-coadyuvante.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto del error asociado a la parcela grande.

$(\alpha\delta)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre i -ésimo PLP y la k -ésima cantidad herbicida + coadyuvante.

E_{ijk} = Error asociado a la parcela pequeña.

2.4.5 Área experimental

El área experimental fue contemplada por el diámetro de mojado correspondiente a los aspersores usados para simular el efecto de la lluvia posterior a las aplicaciones. En donde cada bloque correspondió a un período libre de precipitación (PLP).

Los criterios de selección del área experimental fueron: la edad (50-60 días de iniciado el rebrote), la altura del cultivo (0.50 metros aproximadamente desde el suelo) y área de cultivo renovada (se requiere eliminar cepa actual).

2.4.6 Unidad experimental

Cada unidad experimental fue conformada por un área de 121 m² cultivados con caña de azúcar (7 surcos de 11 metros de longitud), pantes renovados durante el 2006 (caña soca).

La parcela neta objeto de muestreo consistió de cuatro surcos centrales de la parcela y, al eliminar 1.5 metros de los extremos de cada surco, el área final de muestreo 56 m². Asimismo, dentro de la parcela neta se identificó en forma aleatoria a 10 “macollas” (plantas), con el objeto de medición de la variable seleccionada.

2.4.7 Variable respuesta

Para efectos del presente experimento se consideró como única variable respuesta la biomasa.

A. Cuantificación de biomasa

Consistió en pesar hojas y tallos verdes + hojas y tallos secos. Esta lectura se realizó a los 28 días después de la aplicación de las soluciones herbicida, cortando al ras del suelo una muestra de cada unidad experimental (la muestra fue 10 plantas por parcela, aleatoriamente). Fue necesario el uso de una balanza de reloj, con una precisión de 0,5 onzas (14,175 gramos), para obtener la biomasa (peso) a nivel de campo.

B. Análisis de resultados

Para la variable biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), se realizó análisis de varianza, significancia del 5%, con la ayuda del programa SAS versión 8.2.

Con el objeto de analizar la información, en base a los diferentes factores estudiados, se generó cuadros y gráficas para facilitar la interpretación de los mismos.

2.5 RESULTADOS

Análisis de biomasa

De acuerdo con el análisis de varianza realizado para la variable biomasa, no hubo diferencia significativa al 5% de probabilidad. De igual forma, para el período libre de precipitación (PLP) y en la combinación de estos factores (cuadro 10). El resultado probablemente se debió al uso de igual dosificación de ingrediente activo de cada una de las sales de glifosato objeto de estudio.

Cuadro 10: Resumen del análisis de varianza, para la variable biomasa de caña de azúcar en la evaluación de sales de glifosato, en finca Sabana Grande, 2006.

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	Pr > F
PLP	2	123.97	61.98	0.14	0.87
HERBICIDA	8	2269.60	283.70	1.21	0.31
REPETICIÓN	2	2787.11	1393.55	5.96	0.005
PLP*HERBICIDA	16	1620.42	101.28	0.43	0.96
PLP*REPETICIÓN	4	1756.21	439.05	1.88	0.13
ERROR	48	11221.38	233.78		
TOTAL CORREGIDO	80	19778.68			

PLP= Período libre de precipitación

Se determinó que de los coadyuvantes usados, el que más disminuyó el período libre de precipitación fue el ácido húmico (AH). Este efecto fue observado en las sales isopropilamina de glifosato (RSL) y potásica de glifosato (WM) en combinación con ácido húmico (AH), con menor biomasa en las cepas de caña de azúcar tratadas experimentalmente. Esta disminución relativa de biomasa indica que existió mayor efecto herbicida (figura 7). Se considera entonces, que los ácidos húmicos al usarse como agentes coadyuvantes en mezcla con las sales de glifosato referidas anteriormente, contribuyen a incrementar su efecto herbicida y por tanto reducen la biomasa.

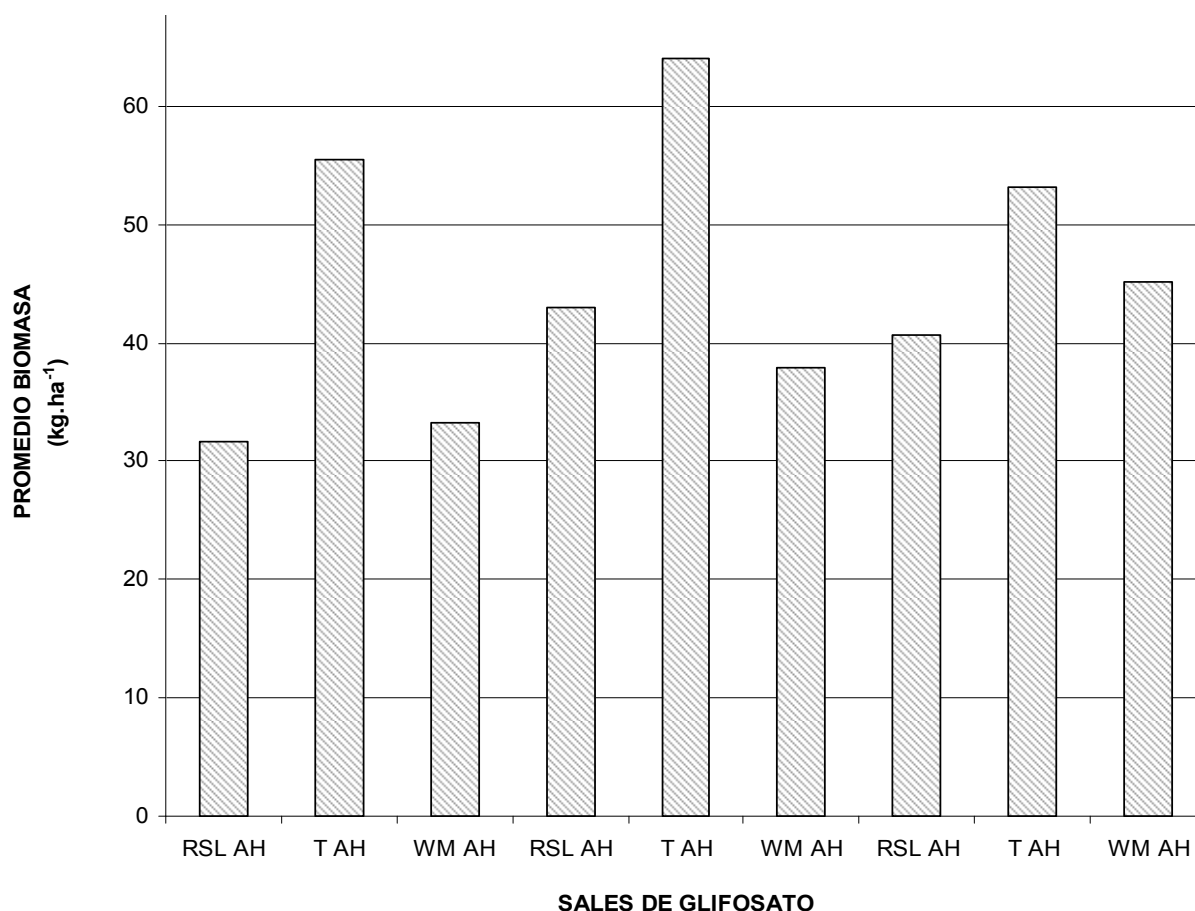


Figura 7: Comportamiento de tres sales de glifosato, combinadas con ácido húmico (AH), bajo tres condiciones de período libre de precipitación. Ácido húmico (AH), isopropilamina de glifosato (RSL), sal potásica de glifosato (WM), ácido fúlvico (AF), sal trimetilsulfonio sódica (T).

Se determinó que el efecto que proporcionan los ácidos orgánicos (húmico y fúlvico), usados como agentes coadyuvantes al combinarse con sales de glifosato, fue distinto para cada una de ellas, obteniendo los siguientes resultados:

2.5.1 Con el uso de sal trimetilsulfonio sódica de glifosato (T) en mezcla con ácido húmico (AH), se obtuvo la mayor biomasa cuando fue aplicado bajo tres condiciones de PLP (figura 7). Asimismo, al adicionar ácido fúlvico (AF) en las mezclas herbicidas, resultó cuando se combinó T AF PLP_{sa} (figura 8), menor biomasa (38,19 kg. ha⁻¹); mientras mayor biomasa (64,04 kg. ha⁻¹) en la combinación T AH PLP₂ (figura 7).

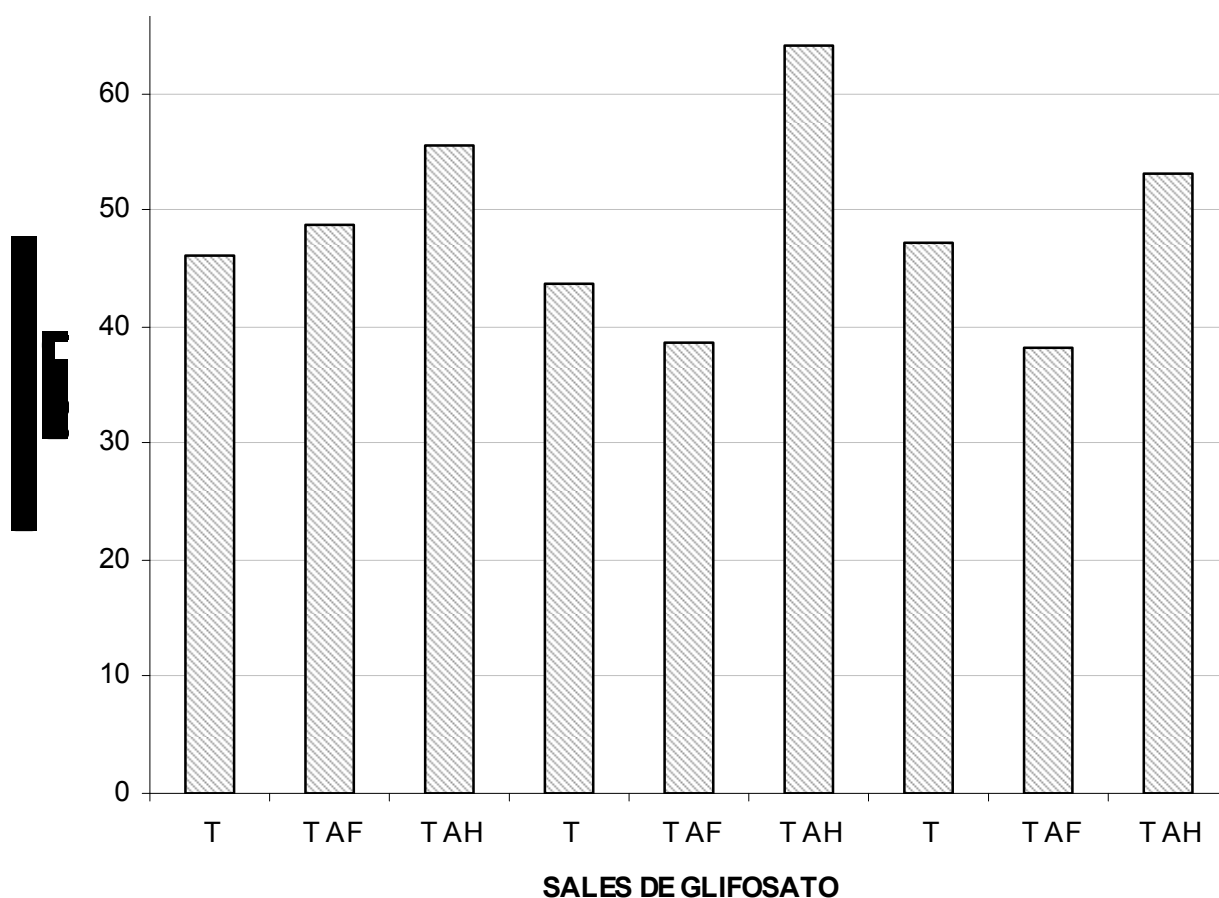


Figura 8: Comportamiento de la sal trimetilsulfonio sódica de glifosato (T), en combinación con ácido fúlvico (AF) y ácido húmico (AH), bajo tres condiciones de período libre de precipitación.

De acuerdo a lo anterior, es posible visualizar que los ácidos húmicos al mezclarse con sal trimetilsulfonio sódica (T), presenta un efecto antagónico; esto quizá esté asociado a la adsorción de partículas del herbicida (carga positiva), con partículas del ácido orgánico (carga negativa). Coincide con el reporte de Chorbadjian y Kogan (3), cuando se mezcló sales de glifosato en agua con presencia de arcillas en suspensión, disminuyendo el efecto herbicida (cuadro 8). Asimismo se observó que el ácido fúlvico logró un decremento de aproximadamente 50% de biomasa, siendo entonces esta combinación vista positivamente por potenciar el efecto herbicida. Es importante visualizar que se sometió a ambas combinaciones a PLP₂ (lluvia 2 horas post-aplicación).

2.5.2 La sal isopropilamina de glifosato (RSL), combinada con ácidos fúlvicos y húmicos como agentes coadyuvantes y tres PLP evaluados, presentó RSL AH * PLP₁ con menor biomasa (31,63 kg.ha⁻¹); y, mayor biomasa (49,98 kg.ha⁻¹) en RSL AF * PLP_{sa} (figura 9).

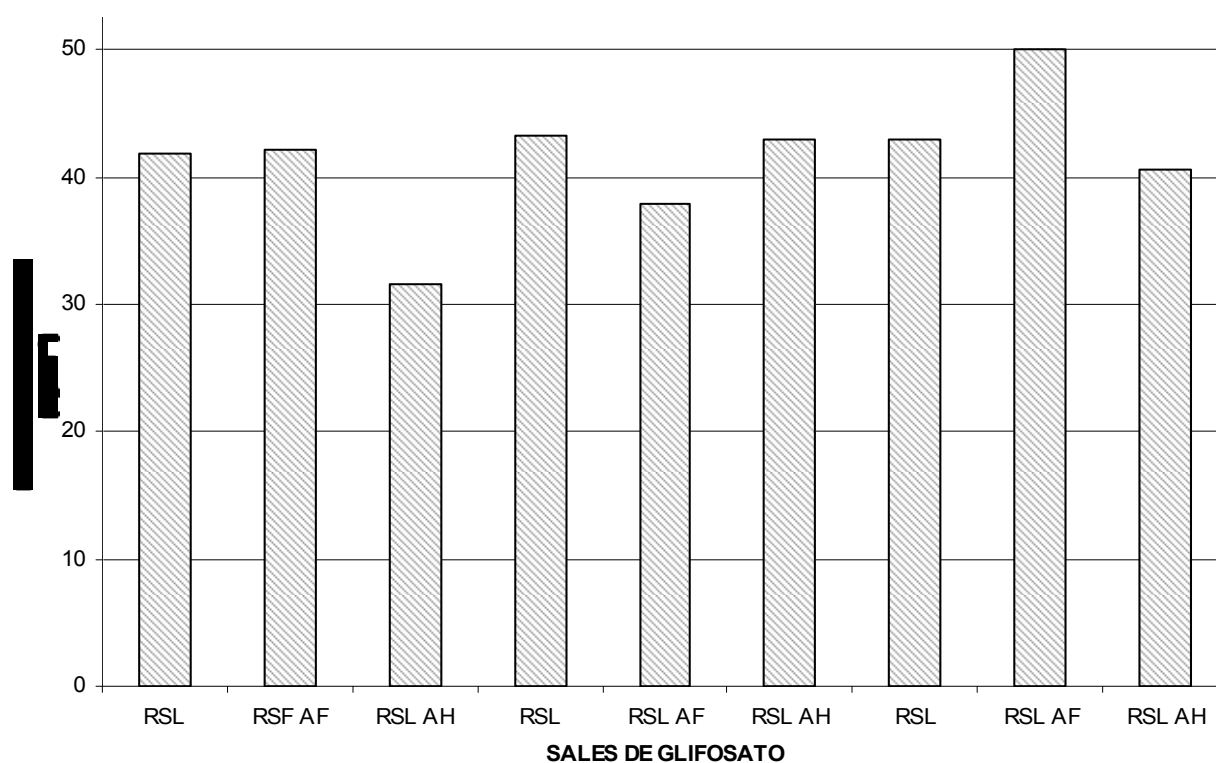


Figura 9: Comportamiento de la sal isopropilamina de glifosato (RSL), en combinación con ácido fúlvico (AF) y ácido húmico (AH), bajo tres condiciones de período libre de precipitación.

Esto permite apreciar que el ácido húmico potencia el efecto del RSL, cuando se registró lluvia 1 hora post-aplicación; mientras que el ácido fúlvico combinado con la sal en mención, presentó antagonismo posiblemente relacionado a que las partículas herbicidas se adsorben a las partículas de éste ácido orgánico, a pesar que posterior a la aplicación no se registró lluvias.

2.5.3 El uso de la sal potásica de glifosato (WM), combinada con ácidos fúlvicos y húmicos como agentes coadyuvantes y tres PLP evaluados, presentó en WM AH * PLP₁ menor biomasa (33,19 kg.ha⁻¹); mientras mayor biomasa (54,28 kg.ha⁻¹) en WM * PLP₂ (figura 10).

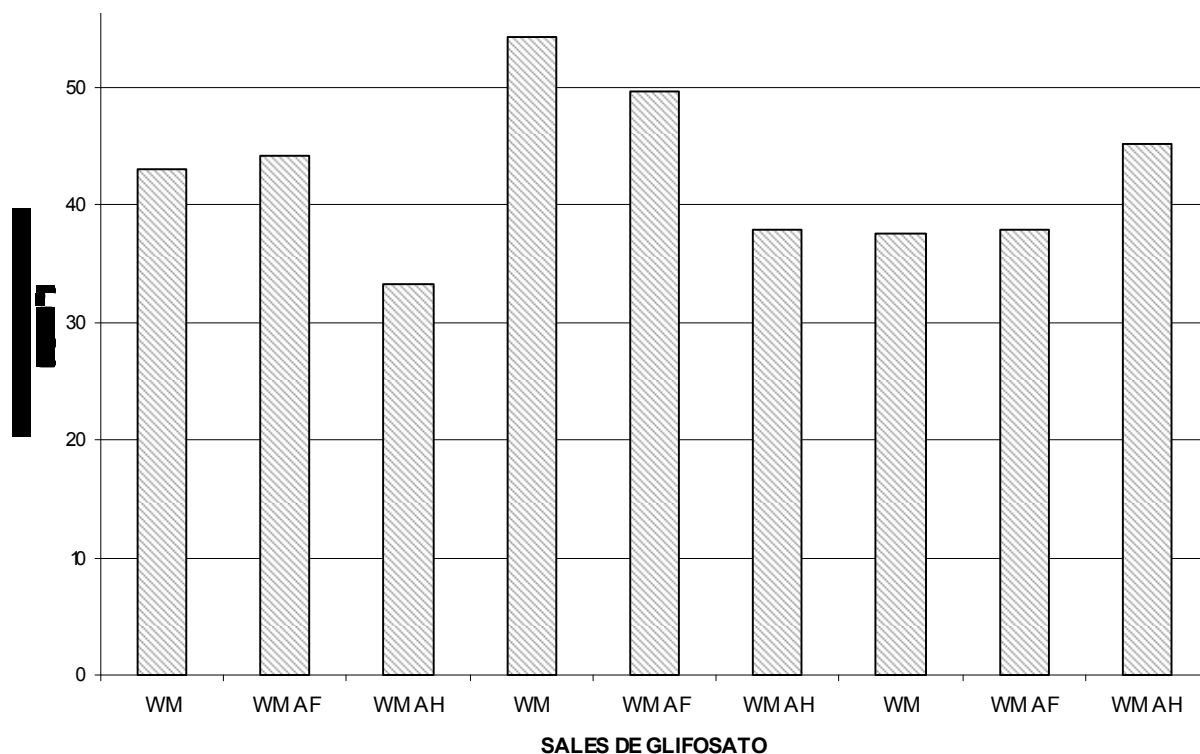


Figura 10: Comportamiento de la sal potásica de glifosato (WM), en combinación con ácido fúlvico (AF) y ácido húmico (AH), bajo tres condiciones de período libre de precipitación.

Esta información permite comprender que el WM cuando es aplicado en mezcla con ácido húmico, su efecto es potenciado, aún al registrar lluvia una hora post-aplicación (PLP₁); por el contrario, cuando ésta misma sal se aplica sin mezcla, su efecto quizá no es alterado pese a la ocurrencia de lluvias en las primeras dos horas (PLP₂). Sin embargo, si se encuentra diferencia relevante respecto a la combinación anteriormente referida.

2.5.4 Cuando se evaluó las tres sales de glifosato aplicadas individualmente bajo tres condiciones de PLP, se encontró para WM * PLP_{sa} menor biomasa (37,49 kg.ha⁻¹); mientras mayor biomasa (54,28 kg.ha⁻¹) en WM * PLP₂ (figura 11).

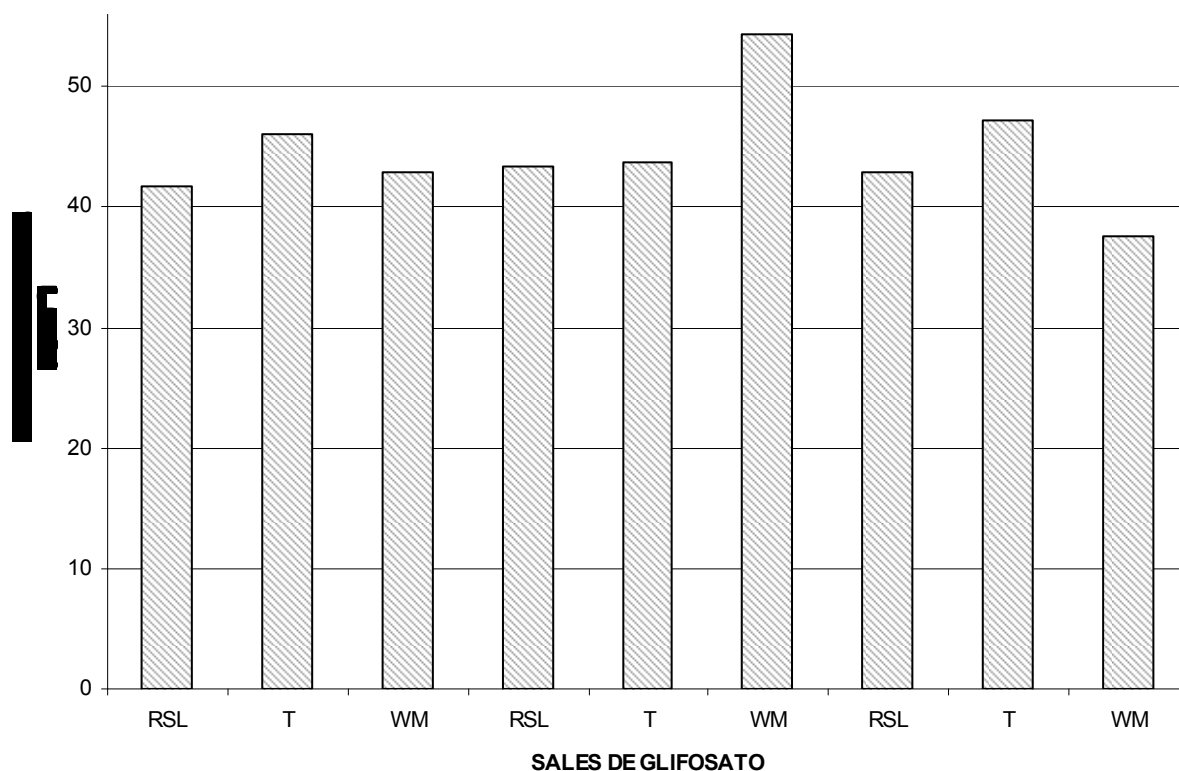


Figura 11: Comportamiento de tres sales de glifosato aplicadas individualmente, bajo tres condiciones de período libre de precipitación. Sal isopropilamina de glifosato (RSL), sal potásica de glifosato (WM), sal trimetilsulfonio sódica (T).

Al usar la sal potásica de glifosato (WM), se aplicó como herbicida sin mezcla con ácidos orgánicos (coadyuvantes), al no registrarse lluvias post-aplicación (PLP_{sa}), presentó mejor efecto sobre las cepas tratadas experimentalmente, al disminuir la biomasa; por el contrario, al usar esta misma sal de glifosato, pero al registrar lluvia dos horas o menos post-aplicación del herbicida, se encontró mayor biomasa. Éste último resultado probablemente esté asociado al efecto negativo de la lluvia al erosionar el producto que no logró penetrar y traslocarse dentro de las plantas objetivo. Similares resultados fueron obtenidos por Chorbadjian y Kogan (3), al determinar que lluvias ocurridas recientemente de haber realizado las aplicaciones de herbicidas, afectan negativamente la acción de las sales de glifosato evaluadas (figura 2).

2.5.5 Al utilizar los ácidos orgánicos como agentes coadyuvantes, se determinó: **1)** La combinación de ácido fúlvico con tres sales de glifosato y bajo tres condiciones de PLP, manifestó que WM AF * PLP_{sa} y RSL AF * PLP₂ ambas con (37,87 kg.ha⁻¹), corresponden a menor biomasa; mientras que RSL AF * PLP_{sa} produjo mayor biomasa (49,98 kg.ha⁻¹). Asimismo, no se encontró diferencia relevante al mezclar o no, las tres sales de glifosato con ácido fúlvico, con ocurrencia de lluvias o no post-aplicación, sin excepción. Fácilmente, se observó que el ácido fúlvico (AF) cuando fue adicionado a la sal potásica de glifosato (WM) sin lluvia post-aplicación, produjo el mismo efecto que la sal isopropilamina (RSL) sin coadyuvante, donde fue registrada lluvia dos horas post-aplicación (PLP₂). Posiblemente el ácido fúlvico presentó efecto antagónico en la mezcla con la sal potásica, adsorbiendo partículas herbicidas a los coloides orgánicos del coadyuvante. **2)** El ácido húmico en mezcla con tres sales de glifosato y tres PLP, presentó en RSL AH * PLP₁ menor biomasa (31,63 kg.ha⁻¹); mientras mayor biomasa (64,04 kg.ha⁻¹) en T AH * PLP₂ (figura 7).

2.5.6 Por su parte, el ácido húmico (AH) influye positivamente en el incremento del efecto herbicida cuando es mezclado con sal isopropilamina (RSL) con 61,63 kg.ha⁻¹; mientras tanto, un efecto negativo se registró cuando se adicionó a la sal trimetilsulfonio sódica (T) con 64,04 kg.ha⁻¹, posiblemente también asociado éste fenómeno a la adsorción entre partículas de herbicida con el ácido orgánico (figura 7).

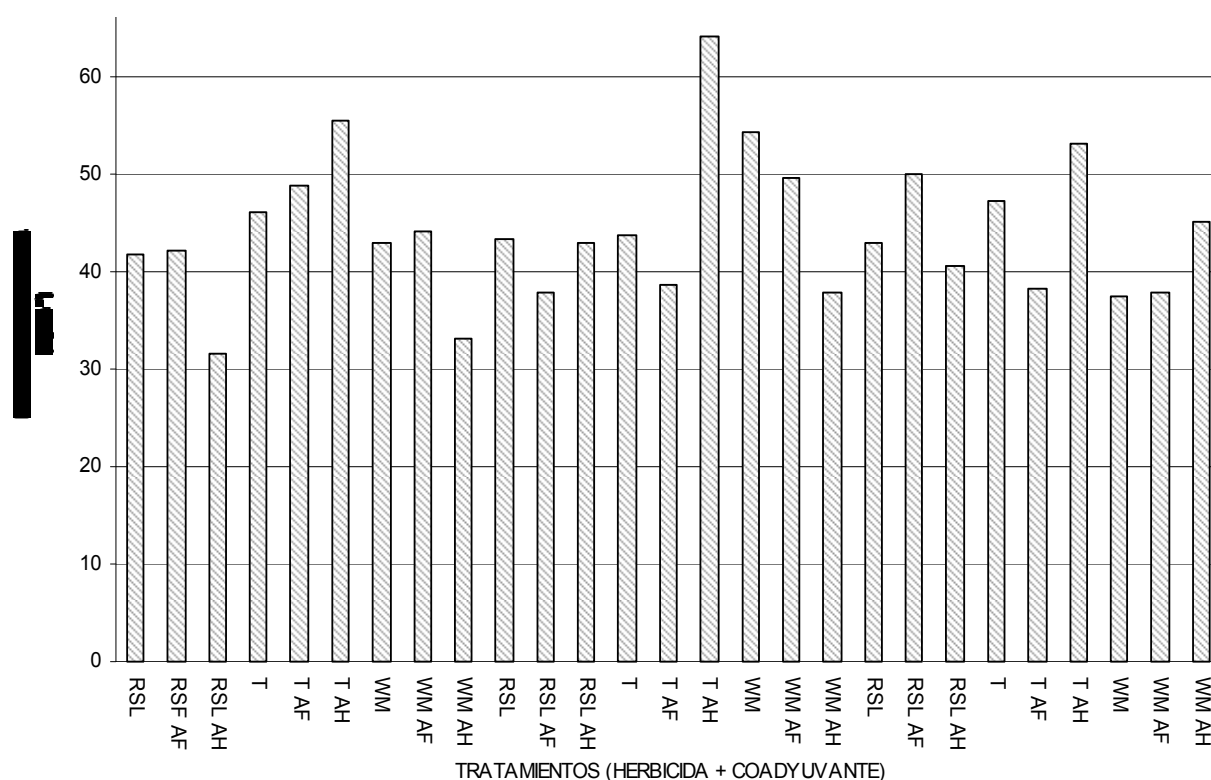


Figura 12: Comportamiento de tres sales de glifosato en mezcla con ácidos húmico (AH) y fúlvico (AF), bajo tres condiciones de período libre de precipitación. Sal isopropilamina de glifosato (RSL), sal potásica de glifosato (WM), sal trimetilsulfonio sódica (T).

Al simular el efecto ocasionado por las lluvias post-aplicación en mezclas herbicidas de tres sales de glifosato y dos ácidos orgánicos se obtuvo lo siguiente: **a)** Lluvia una hora post-aplicación (PLP₁), en RSL AH produjo menor biomasa (31,63 kg.ha⁻¹), mientras T AH mayor biomasa (55,45 kg.ha⁻¹). Estos valores permiten comprender que los ácidos húmicos contribuyen a que la sal isopropilamina resista el efecto negativo de la lluvia ocurrida una hora post-aplicación (figura 13). Por el contrario la sal trimetilsulfonio sódica (T) en mezcla con el mismo coadyuvante, permitió mayor erosión del ingrediente activo y consecuentemente menor eficiencia como herbicida (figura 12). La alta solubilidad del glifosato en agua, contribuye a que éste pueda removerse fácilmente de las áreas donde entró en contacto. **b)** Lluvia dos horas post-aplicación (PLP₂), reportó en RSL AF menor biomasa (37,87 kg.ha⁻¹); y, en T AH mayor biomasa (64,04 kg.ha⁻¹); el ácido fúlvico en mezcla con sal isopropilamina (RSL), redujo el efecto erosivo de la lluvia ocurrida dos horas post-aplicación (PLP₂), al incrementar consigo su efecto en el control de las cepas

de caña de azúcar CP72-2086; mientras que el trimetilsulfonio (T) en mezcla con ácido húmico (AH), no logró contrarrestar la erosión por lluvia (figura 7).

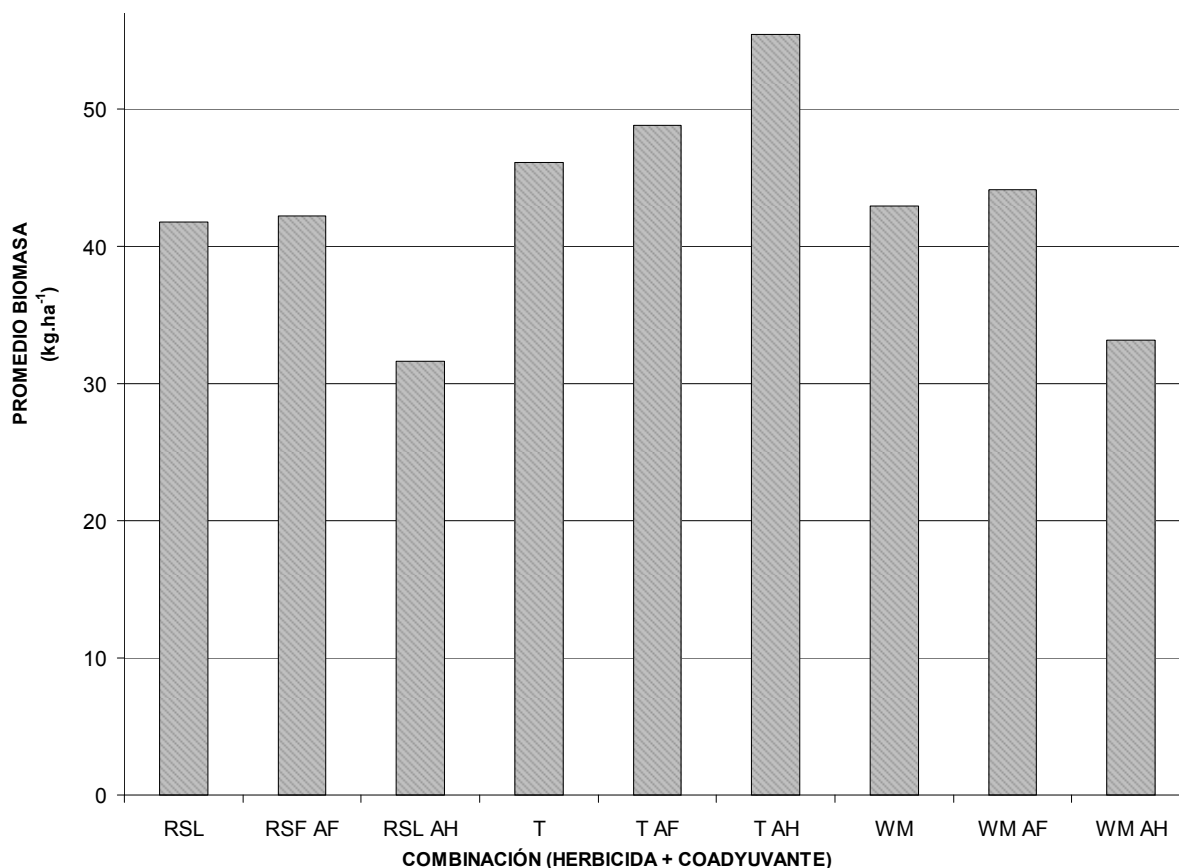


Figura 13: Comportamiento de tres sales de glifosato en mezcla con ácidos húmico (AH) y fúlvico (AF), con ocurrencia de lluvias una hora post-aplicación. Sal isopropilamina de glifosato (RSL), sal potásica de glifosato (WM), sal trimetilsulfonio sódica (T).

2.5.7 Al contemplar cero lluvias post-aplicación (PLP_{sa}), se observó en WM menor biomasa (37,49 kg.ha⁻¹); y para T AH mayor biomasa (53,11 kg.ha⁻¹). Sin embargo, la sal potásica de glifosato (WM) sin mezcla posiblemente logró penetrar y translocarse favorablemente en las cepas tratadas experimentalmente cuando no se registró lluvia post-aplicación. Por el contrario, la mezcla trimetilsulfonio sódica (T) con ácido húmico (AH), sufrió efecto antagónico quizá causado por el efecto de adsorción anteriormente expuesto (figura 14).

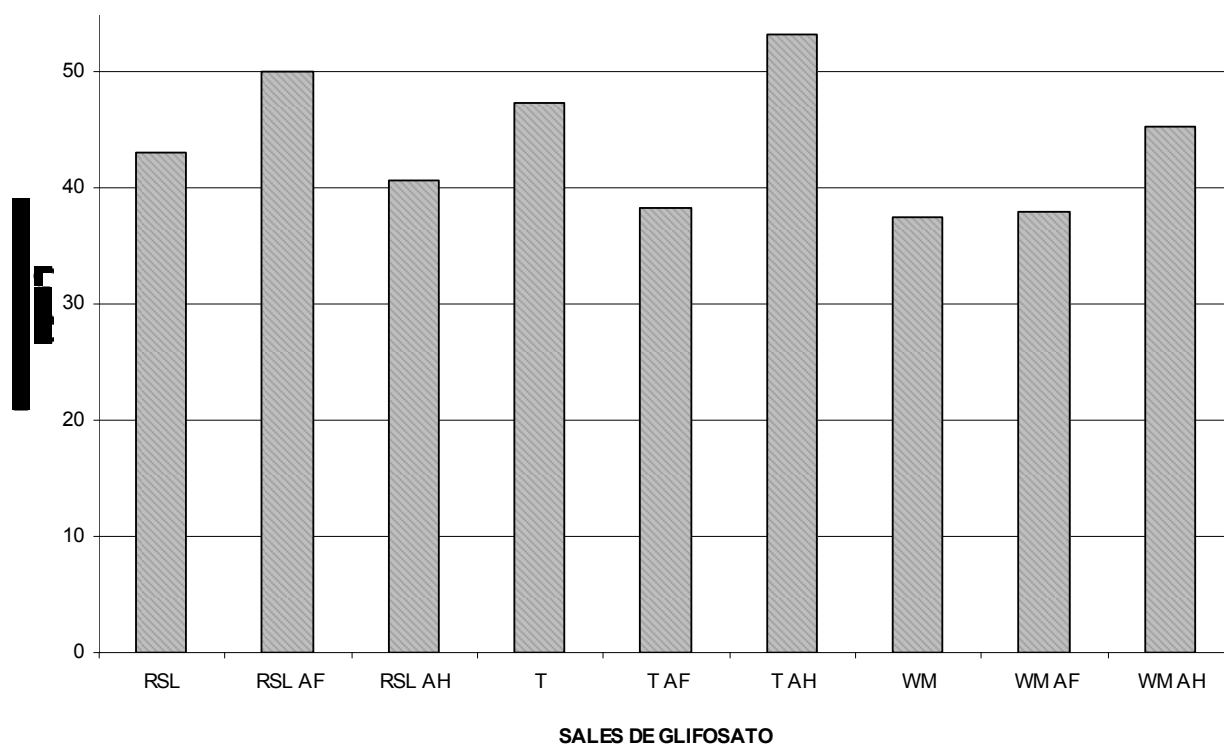


Figura 14: Comportamiento de tres sales de glifosato en mezcla con ácidos húmico (AH) y fúlvico (AF), sin ocurrencia de lluvias post-aplicación. Sal isopropilamina de glifosato (RSL), sal potásica de glifosato (WM), sal trimetilsulfonio sódica (T).

2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.6.1 Conclusiones

- A.** Adición de ácidos orgánicos como agentes coadyuvantes, puede afectar positiva o negativamente la eficiencia del herbicida, en función del tipo de formulación de glifosato (sal) o bien, el tipo de ácido orgánico a utilizar; al resultar el ácido húmico en mezcla con trimetilsulfonio sódica (T), una combinación con efectos negativos. Por el contrario, el ácido orgánico favorece el efecto herbicida cuando se mezcla con las sales isopropilamina (RSL) y potásica de glifosato (WM).

- B.** El coadyuvante que logró disminuir en mayor proporción el período libre de precipitación (PLP) fue el ácido húmico, únicamente cuando fue mezclado con las sales isopropilamina (RSL) y potásica de glifosato (WM).
- C.** El ácido fúlvico en mezcla o no con sales de glifosato, no presentó diferencia relevante. Por el contrario, el ácido húmico presentó resultados atractivos, debido a que cuando se mezcló con trimetilsulfonio sódica (T) produjo en promedio $64,04 \text{ kg.ha}^{-1}$; mientras que en presencia de la sal isopropilamina (RSL) logró reducir la biomasa hasta $31,63 \text{ kg.ha}^{-1}$. Este resultado representa una disminución de más del 50% de la biomasa, respecto al primer tratamiento.

2.6.2 Recomendaciones

- A.** Debido a que el ácido fúlvico no presentó diferencia relevante en adicionarlo o no, a las sales de glifosato evaluadas; por tanto, no es necesario su uso con el objetivo de potenciar el efecto herbicida.
- B.** El ácido húmico como agente coadyuvante, se recomienda su uso con las sales isopropilamina (RSL) y potásica de glifosato (WM). Por el contrario, se debe evitar su combinación con trimetilsulfonio sódica (T), por presentar posiblemente el fenómeno de adhesión entre partículas y disminuir considerablemente su efecto como herbicida.
- C.** Es importante que investigadores interesados realicen pruebas similares a nivel de laboratorio (condiciones controladas) y observar la tendencia del uso de ácidos orgánicos como agentes coadyuvantes con sales de glifosato.
- D.** Realizar más investigación sobre el uso de sales de glifosato, volúmenes de aplicación, aplicación en distintas etapas fenológicas en malezas y plantas voluntarias; entre otras.

2.7 Bibliografía

1. ABES (Asociación Brasileña de Educación Superior, BR). 1997. Protección de plantas; curso de especialización a distancia, módulo 3.3: absorción, translocación y metabolismo. Brasilia, Brasil. 17 p.
2. Alistar H, C; Kogan A, M. 2003. Uso de surfactantes como medio para aumentar la eficiencia de los herbicidas. *Agronomía y Forestal UC* no. 20:9-13.
3. Chorbadjian, R; Kogan, M. 2001. Pérdida de actividad del glifosato debido a la presencia de suelo en el agua de aspersión. Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales. p. 83-87.
4. Kogan, M; Pérez, A. 2001. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Chile, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 307 p.

CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS

3.1 Presentación

En la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, existen en la actualidad únicamente como cultivos de importancia, el café y la caña de azúcar; estas áreas han sido productoras, pero existe incertidumbre en relación a los costos de producción. Este informe resume los principales rubros que involucra los procesos de producción en ambos cultivos, separadamente.

Asimismo, como un aporte a la docencia que la finca Sabana Grande debe ofrecer, se estableció una parcela demostrativa del cultivo de vainilla (*Vanilla* spp.). Esto permite que grupos de estudiantes, profesionales, trabajadores, agricultores y visitantes que presentan interés en la diversificación, obtengan información relacionada con el establecimiento y manejo del cultivo, principalmente.

3.2 SERVICIO No. 1 ESTABLECIMIENTO DE PARCELA DEMOSTRATIVA DE VAINILLA (*Vanilla* spp.) EN LA UNIDAD DOCENTE PRODUCTIVA SABANA GRANDE, ALDEA EL RODEO, ESCUINTLA.

Existen reportes de plantas en condición silvestre de vainilla (*Vanilla* spp.) en diversas localidades de Guatemala, especialmente en el departamento de Quiché. Quizá esto impulsó al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, comunidades y cooperativas de Ixcán, iniciar colecta, identificación y reproducción de materiales silvestres y mejorados.

A través de Febronio Tum López, quien desarrollaba su programa de Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía en el municipio de Ixcán, Quiché y los supervisores de EPSA, Ing. Agr. Fredy Hernández Ola e Ing. Agr. Marco Vinicio Fernández, se coordinó para la donación de un lote de material propagativo de vainilla silvestre y mejorada. El objetivo de la donación fue que la Facultad de Agronomía establezca una parcela demostrativa del cultivo en una de sus fincas. La Unidad Docente Productiva Sabana Grande a través del estudiante de EPSA, Encargado de Finca y Coordinador Ejecutivo de Fincas de Facultad de Agronomía, facilitaron las condiciones para el establecimiento de dicha parcela en Sabana Grande.

3.2.1 Objetivo

A. Específico

- a. Establecer una parcela demostrativa de vainilla, en la finca Sabana Grande, procedente de Ixcán, Quiché.

3.2.2 Metodología

A. Solicitud de semilla

La semilla fue solicitada a través del EPSA localizado en Ixcán, Quiché, Febronio Tum López, quien facilitó la donación de 92 estacas de *Vanilla planifolia*, que se promueve en el ICTA de esa localidad; asimismo, 16 estacas procedentes de su estado silvestre y que se sospecha corresponden a tres especies distintas. Durante la solicitud y transporte de materiales, desde Ixcán hasta la Facultad de Agronomía, participó activamente el Ing. Agr. Fredy Hernández Ola.

B. Selección del área

El área de terreno destinada a establecer la parcela demostrativa de vainilla, fue objeto de muchas discusiones; inicialmente se pensó en área cercana al casco de la finca (Pante de café “El Idilio”), pero analizando el peligro potencial que representan las gallinas, perros y otros animales domésticos, se decidió su traslado. Posteriormente fue seleccionada el área atrás de la casa patronal, con el objeto de facilitar el control, pero es área potencialmente riesgosa por daño de gallinas. Finalmente se decidió, que en cercanías del Centro Recreativo, se encuentran dos sectores del cultivo de café improductivo, área que fue programada para “poda de recepa” para aprovechar los nuevos brotes.

El área seleccionada, presenta características aceptables para el establecimiento de la parcela de vainilla, siendo: inclinación moderada (favorece el drenaje del exceso de humedad por precipitación pluvial), suelo franco (favorece el desarrollo de raíces en el suelo y permite drenaje), presencia de plantas de café con regular número de hojas (proporciona sombra a las plantas de vainilla, hasta que los tutores definitivos de *Gliricidia sepium* desarrollen sus brotes), acceso fácil y rápido a fuente de agua (a 2 metros corre el río Cometa), fácil acceso y apreciación por los visitantes (a un costado del camino que conduce al Centro Recreativo), alejado de daños potenciales por animales domésticos de traspatio, principalmente, entre otras características.

C. Preparación del terreno

a. Chapeo

Inicialmente, se realizó un chapeo general de área destinada a su establecimiento y se cuidó no dañar las plantas de café, pero se eliminó ramas bajas (bandolas). El objetivo de mantener en pie las plantas de café fue principalmente para proporcionar condiciones de anclaje y sombra temporal a las plantas de vainilla.

b. Tutores

De acuerdo a la bibliografía consultada y a experiencia de campo de algunos productores en Ixcán, entre las especies sobre las que prefiere desarrollarse la vainilla y que se encuentran en forma natural en Sabana Grande son: madrecaao (*Gliricidia sepium*), palo pito (*Erythrina* spp.), caulote (*Guazuma ulmifolia*), pacaya (*Chamaedorea* spp.), etc.

En este sentido, personal de campo de Sabana Grande apoyó a través de su Administración, en la adquisición de tutores que reúnan las características y especificaciones proporcionadas. Los tutores solicitados son: 120 de madrecaao, 2 m de altura y un diámetro de 0,15-0,20 m, deben estar lo mas rectos posibles y recién cortados de árboles vivos y preferentemente sin golpes fuertes, debido a que se requiere su enraizamiento y brotación.

Mientras las plantas avanzan en su crecimiento, se coloca inicialmente pita para mantener la planta adherida al tutor, pero después ya no es necesaria esta actividad, debido a que las raíces adventicias se encargan de su auto-anclaje.

b. Ahoyado

Se realizó el ahoyado, para permitir una profundidad de los tutores de 0,40 m; orientados en dirección de los surcos de café (este-oeste), para facilitar el manejo posterior del cultivo, el ingreso de visitantes, etc.

c. Siembra

Después de sembrados los tutores, se procedió a la selección de los materiales vegetativos de vainilla (estacas) para su siembra. Durante esta actividad se procedió de

la siguiente manera: se realizó una pequeña incisión sobre el suelo, que permita solamente cubrir el diámetro de la estaca de vainilla; luego se colocó el material vegetal a propagar, de tal manera que una porción (2-3 nudos sin hojas) queden cubiertos con suelo y el resto del material (3-4 nudos con hojas) permanezcan en la parte aérea. Esta última porción de la estaca, se amarró con una pita rafia, permitiendo que se ajuste a la forma del tutor, ya sea de madrecaao o café.

Finalmente, se coloca sobre la porción de tallo que está en contacto con el suelo, abundante mulch con el objeto de proteger las raíces formadas, permitir mantener por mayor tiempo la humedad disponible, aportar nutrientes lentamente, entre otros beneficios.

Es importante mencionar que durante la siembra siempre se consideró evitar su exposición directa al sol y su orientación siempre fue similar para todas las plantas establecidas, importante para el manejo posterior de la parcela.

d. Mulch

Entre el área boscosa de la finca Sabana Grande, se colectó material orgánico en estado avanzado de descomposición y fue trasladado hacia el área destinada al establecimiento de vainilla; El material humificado proviene de tallos, hojarasca, etc.

Periódicamente, de acuerdo a las necesidades de compensación del material utilizado, se realiza un reajuste del material, pero se debe evitar incluir estiércol u otro material similar y debe mantener sobre el área radicular un espesor de 0,2-0,25 m.

e) Control de malezas

Esta actividad inicia con arranque manual de las malezas sobre y alrededor del mulch y finalmente se realiza un chapeo para disminuir únicamente la biomasa de las malezas.

f) Fertilización

La única fuente de fertilizantes aplicada es el mulch, fuera de esto no se aplica nada en especial, por tratarse de una orquídea semi-terrestre y que por tanto es muy sensible a los agroquímicos.

3.2.3 Resultados

A. Área de cultivo

El área de la parcela cultivada con vainilla es aproximadamente 200 m², cuya parcela no presenta una forma geométrica definida. Su ubicación es a un costado de la carretera que conduce hacia el centro recreativo, aproximadamente 0.15 Km. antes de llegar a la entrada de éste). Se presenta un ejemplar del área cultivada con vainilla, siete meses después de su establecimiento (figura 16).



Figura 15: Ejemplar de parcela demostrativa de vainilla (*Vanilla* spp.), ubicada en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla

B. Adaptación

Los materiales propagados de vainilla procedentes de Ixcán, Quiché, presentan una aceptable adaptación a las condiciones de Sabana Grande. De las 92 estacas adquiridas de *Vanilla planifolia*, el cien por ciento logró su “pegue”; mientras que de los 16 materiales criollos, únicamente tres perdieron su viabilidad, al sufrir posiblemente daños durante la colecta y transporte, al considerar que son materiales más frágiles.

C. Visitas

A partir de su establecimiento, en diversas ocasiones se contó con la presencia de grupos de estudiantes, trabajadores administrativos y docentes universitarios, profesionales de la Agronomía y personas particulares, quienes muestran interés en conocer sobre ésta orquídea aromática semi-terrestre.

D. Manejo

La vainilla es un cultivo que requiere de manejo especial y que por tanto se necesita capacitar a una persona que oriente la actividad. En éste sentido, el Coordinador Ejecutivo de Fincas de la FAUSAC y el Encargado de Finca II Sabana Grande, conocen sobre el manejo del cultivo. Esto es importante, debido a que a través de ellos puede proporcionarse capacitación, orientación y/o información a visitantes, estudiantes y/o profesionales que muestren interés en el cultivo.

3.2.4 Evaluación

- A.** Mediante la solicitud de semilla realizada a través del EPSA en Ixcán, Quiché, se logró adquirir la cantidad necesaria de material vegetal para propagación (estacas) y el establecimiento de la parcela demostrativa en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande.

- B.** En distintas ocasiones se realizó demostración y orientación sobre el manejo del cultivo de vainilla. Incluyendo visitantes particulares, profesionales, estudiantes, etc. Se trasladó la información pertinente al manejo del cultivo a autoridades administrativas de Sabana Grande, con la finalidad que exista permanentemente una persona encargada de orientar su manejo y producción.

- C.** Existe un interés por autoridades administrativas en continuar con la propagación del material adquirido en Ixcán; asimismo, de acuerdo a investigaciones de campo realizadas con el EPSA, han sido ubicados aproximadamente ocho sitios localizados dentro del perímetro de la finca Sabana Grande, en donde se encontró plantas de vainilla creciendo en forma silvestre.

3.3 SERVICIO No. 2 ESTABLECIMIENTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LOS CULTIVOS CAÑA DE AZÚCAR Y CAFÉ, EN LA UNIDAD DOCENTE PRODUCTIVA, SABANA GRANDE.

La Unidad Docente Productiva Sabana Grande, dentro de sus principales actividades productivas se encuentra el café y caña de azúcar.

Algunas decisiones administrativas requieren conocer información, principalmente relacionada con costos y recursos humanos. Sin embargo, hasta mediados del 2005 aún se desconoce el registro de costos en los rubros dentro de los procesos productivos de ambos cultivos, únicamente existe parcial información documentada.

Se espera que al identificar los rubros que afectan directamente el incremento de los costos en los cultivos en referencia, se reorienten algunos recursos financieros y humanos, de acuerdo a las necesidades de investigación, docencia y producción.

3.3.1 Objetivos

A. General

- a. Establecer los costos de producción para los cultivos caña de azúcar y café, en Sabana Grande.

B. Específicos

- a. Determinar los costos de producción en los cultivos caña de azúcar y café.
- b. Identificar los principales rubros que afectan los costos de producción en los dos principales cultivos de Sabana Grande.

3.3.2 Metodología

A. Consultas de fuentes escritas

Se realizó consulta a distintas fuentes escritas de información, que corresponden a controles personales Tesorero, Caporal de campo y Auxiliar de bodega. La información a buscar comprende: actividades desarrolladas, jornales involucrados, costo por jornal, duración y período de actividad.

B. Entrevistas

De esta manera, se confirma información que se encuentra en las fuentes escritas y en muchos casos sirve como punto de partida en nuevas búsquedas y acudir a otras estrategias de investigación. Las fuentes de información, son similares a las anteriores y suman a la que proporciona personal de campo.

C. Observación

Mediante la observación de campo, se confirma la participación de personal en las distintas actividades en los cultivos objeto de estudio. Resulta importante esta fase en el complemento de la información a presentar.

D. Investigación de campo

Algunos trabajos de campo realizados durante el período de EPSA, funcionan como fuentes alternativas de información, que sirven en muchos casos como comparadores en las distintas actividades y que pueden ser objeto de evaluación.

3.3.3 Resultados

Luego de realizado las consultas correspondientes, observaciones e investigaciones de campo, la información tabulada se presenta a continuación:

A. Cultivo caña de azúcar

Debido a que los costos de producción varían en relación a cultivos ya establecidos o “socas” (segundo año en adelante), o bien a cultivos durante su primer año o renovación (recién establecidos), se presentan los costos de producción basado en estas dos etapas (cuadros 11, 15, 16 y 17); asimismo, costos de producción de algunas investigaciones de campo realizadas (cuadros 12, 13 y 14). Es necesario aclarar que estos costos de producción varían en función del tiempo y que para efectos del presente estudio, los insumos y servicios cotizados son octubre 2005. Asimismo, para efectos de cálculos de costos, la cosecha se consideró un valor promedio de 60 Ton.* ha⁻¹.

De acuerdo a los resultados de costos de producción presentados en los cuadros 11 y 17, se observa que existe una diferencia de aproximadamente 36% entre ambos; es decir, que se requiere únicamente el 64% del costo (en relación a un área recién renovada) para mantener en producción una hectárea de cañaveral a partir de su primer corte (caña soca).

Cuadro 11: Costos de producción * en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en hileras dobles, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla (RENOVACIÓN)

RUBROS	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal Por mz (Q)	Subtotal Por ha (Q)
1. Preparación del terreno:					
a) Volteo del suelo					
Mano de obra	jornal	0,5	57,00	28,50	40,76
Combustible (Diesel)	galón	3,5	18,50	64,75	92,59
b) Rastreo					
Mano de obra	jornal	0,25	57,00	14,25	20,38
Combustible (Diesel)	galón	2,5	18,50	46,25	66,14
c) Surqueo					
Mano de obra	jornal	0,5	57,00	28,50	40,76
Combustible (Diesel)	galón	2,5	18,50	46,25	66,14
d) Rastreo (botar la mesa)					
Mano de obra	jornal	0,35	57,00	19,95	28,53
Combustible (Diesel)	galón	4	18,50	74,00	105,82
2. Siembra:					
Semilla (hilera doble)	paquetes	600	1,77	1062,00	1518,66
Mano de obra	jornal	13	51,00	663,00	948,09
3. Fertilización:					

a) Primera aplicación					
Gallinaza	quintal	25	30,59	764,75	1093,59
Mano de obra	jornal	7,5	51,00	382,50	546,98
b) Segunda aplicación					
Urea	quintal	4	115,76	463,04	662,15
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
c) Tercera aplicación					
Urea	quintal	4	115,76	463,04	662,15
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
4. Control de malezas:					
a) Primer control (químico-preemergente)					
Gesapax	kilogramos	2	44	88,00	125,84
2,4-D	litro	1	28,15	28,15	40,25
b) Segundo control (químico-postemergente)					
Glifosato	kilogramos	3	120	360,00	514,80
Regulador pH-adherente	litros	1	125	125,00	178,75
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
c) Tercer control (químico-postemergente)					
2,4-D	litros	2	23,57	47,14	67,41
Amigán	libras	4	45,45	181,80	259,97
Adherente 810	litros	0,25	20,77	5,19	7,43
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
d) Cuarto control (químico-postemergente)					
Glifosato	kilogramos	3	120	360,00	514,80
Regulador pH-adherente	litros	1	125	125,00	178,75
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
5. Riegos (germinación, 25 dds, 20 ddseg):					
Combustible	galón	36	18,50	666,00	952,38
Mano de obra	jornal	9	51,00	459,00	656,37
6. Cosecha:					
Corte de caña	toneladas	60	20,00	1200,00	1716,00
Flete por transporte	toneladas	60	15,00	900,00	1287,00
			TOTAL	8921,06	12757,12

* Costos de producción durante el primer año del establecimiento del cultivo (3).

Cuadro 12: Costos de producción * en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (tratamiento 3 = 0,225 kg gallinaza/metro lineal)

RUBROS	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal por mz (Q)	Subtotal por ha (Q)
<i>1. Preparación del terreno:</i>					
a) Volteo del suelo					
Mano de obra	jornal	0,5	57,00	28,50	40,76
Combustible (Diesel)	galón	3,5	15,00	52,50	75,08
b) Rastreo					
Mano de obra	jornal	0,25	57,00	14,25	20,38
Combustible (Diesel)	galón	2,5	15,00	37,50	53,63
c) Surqueo					
Mano de obra	jornal	0,5	57,00	28,50	40,76
Combustible (Diesel)	galón	2,5	15,00	37,50	53,63
d) Rastreo (aporque o calza)					
Mano de obra	jornal	0,35	57,00	19,95	28,53
Combustible (Diesel)	galón	4	15,00	60,00	85,80
<i>2. Siembra:</i>					
Semilla (hilera doble)	paquetes	600	1,57	942,00	1347,06
Mano de obra	jornal	13	51,00	663,00	948,09
<i>3. Fertilización:</i>					
a) Primera aplicación					
Gallinaza	quintal	25	29,00	725,00	1036,75
Mano de obra	jornal	6	51,00	306,00	437,58
b) Segunda aplicación					
Urea	quintal	4	115,76	463,04	662,15
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
<i>4. Control de malezas:</i>					
a) Primer control (con azadón)					
Mano de obra	jornal	10	51,00	510,00	729,30
b) Segundo control (químico)					
2,4-D	litros	2	23,57	47,14	67,41
Amigán	libras	3	45,45	136,35	194,98
Adherente 810	litros	0,25	20,77	5,19	7,43
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
<i>5 Cosecha:</i>					
Corte de caña	toneladas	60	20,00	1200,00	1716,00
Flete por transporte	toneladas	60	15,00	900,00	1287,00
			TOTAL	6278,42	8978,14

* Costos de producción durante el primer año del establecimiento del cultivo (1,3,4).

Los cuadros 12, 13 y 14, presentan los costos de producción por hectárea renovada de caña de azúcar, donde se sustituye el fertilizante químico aplicado al fondo del surco durante la siembra, por gallinaza dosificada a 0,225, 0,180 y 0,0 kg, respectivamente y distribuida en un metro lineal dentro del surco de caña. Aunque los costos varían alrededor de Q.300-400 . ha⁻¹, no se reportó durante la cosecha diferencias relevantes entre los dos tratamientos realizados, aunque en relación al testigo (0,0 kg por metro lineal), si hubo incremento en el tonelaje de caña cosechada. Debido a que la mayor parte del contenido de los tres cuadros es común, el cuadro 12 presenta detalle de todos los rubros involucrados; mientras los cuadros 13 y 14 únicamente presentan el numeral 3 (fertilización) y al final el costo total acumulado (3).

Cuadro 13: Costos de producción* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (tratamiento 2 = 0,180 kg gallinaza/metro lineal)

RUBROS	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal por mz (Q)	Subtotal por ha (Q)
3. Fertilización:					
a) Primera aplicación					
Gallinaza	quintal	20	29,00	580,00	829,40
Mano de obra	jornal	5	51,00	255,00	364,65
b) Segunda aplicación					
Urea	quintal	4	115,76	463,04	662,15
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
TOTAL				6082,42	8697,86

Cuadro 14: Costos de producción* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (testigo = sin aplicación de gallinaza)

RUBROS	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal por mz (Q)	Subtotal por ha (Q)
3. Fertilización:					
a) Primera aplicación					
15-15-15	quintal	4	86,52	346,08	494,89
Mano de obra	jornal	4	51,00	204,00	291,72
b) Segunda aplicación					
Urea	quintal	4	115,76	463,04	662,15
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
TOTAL				5797,50	8290,43

* Costos de producción durante el primer año del establecimiento del cultivo (1,3,4).

Cuadro 15: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en hileras simples, finca Sabana Grande, Escuintla.

RUBROS	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal por mz (Q)	Subtotal por ha (Q)
1. Preparación del terreno:					
a) Volteo del suelo					
Mano de obra	jornal	0,5	57,00	28,50	40,76
Combustible (Diesel)	galón	3,5	15,00	52,50	75,08
b) Rastreo					
Mano de obra	jornal	0,25	57,00	14,25	20,38
Combustible (Diesel)	galón	2,5	15,00	37,50	53,63
c) Surqueo					
Mano de obra	jornal	0,5	57,00	28,50	40,76
Combustible (Diesel)	galón	2,5	15,00	37,50	53,63
d) Rastreo (aporque o calza)					
Mano de obra	jornal	0,35	57,00	19,95	28,53
Combustible (Diesel)	galón	4	15,00	60,00	85,80
2. Siembra:					
Semilla (hilera doble)	paquetes	300	1,57	471,00	673,53
Mano de obra	jornal	6	51,00	306,00	437,58
3. Fertilización:					
a) Primera aplicación					
15-15-15	quintal	4	86,52	346,08	494,89
Gallinaza	quintal	11	29,00	319,00	456,17
Mano de obra	jornal	4	51,00	204,00	291,72
b) Segunda aplicación					
Urea	quintal	4	115,76	463,04	662,15
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
4. Control de malezas:					
a) Primer control (con azadón)					
Mano de obra	jornal	10	51,00	510,00	729,30
b) Segundo control (químico)					
2,4-D	litros	2	23,57	47,14	67,41
Amigán	libras	3	45,45	136,35	194,98
Adherente 810	litros	0,25	20,77	5,19	7,43
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
5 Cosecha:					
Corte de caña	toneladas	60	20,00	1200,00	1716,00
Flete por transporte	toneladas	60	15,00	900,00	1287,00
TOTAL				5288,50	7562,56

Los cuadros 15 y 16 muestran que existe diferencia de aproximadamente Q 1200 .ha⁻¹, valor mayor cuando fue sembrado en hileras dobles. Este último sistema de siembra se ha generalizado para la mayoría de productores de caña de azúcar, aunque en Sabana Grande no se ha realizado investigación alguna que informe sobre incrementos ocurridos por adoptar esta modalidad de siembra respecto a las hileras simples. Debido a que la “siembra” es el rubro que permite diferencias entre costos en ambas modalidades de cultivo, se omiten los demás rubros en el cuadro 16, aunque al final del mismo se reporta el costo total acumulado.

Cuadro 16: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (Pante No. 1)

RUBROS	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal por mz (Q)	Subtotal por ha (Q)
<i>2. Siembra:</i>					
Semilla (hilera doble)	paquetes	600	1,57	942,00	1347,06
Mano de obra	jornal	13	51,00	663,00	948,09
TOTAL				6116,50	8746,60

Cuadro 17: Costos de producción en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en hileras dobles, finca Sabana Grande, Escuintla (2do. año en adelante).

RUBROS	Unidad de Medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal por mz (Q)	Subtotal por ha (Q)
1. Primera limpia					
Desbasurado	Jornal	3	51	153,00	218,79
2. Fertilización:					
a) Primera aplicación					
0-0-60	Quintal	2	147,65	295,30	422,28
10-50-0	Quintal	2	197,65	395,30	565,28
Mano de obra	Jornal	1	51,00	51,00	72,93
b) Segunda aplicación					
Urea	quintal	4	115,76	463,04	662,15
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
c) Tercera aplicación					
Urea	quintal	4	115,76	463,04	662,15
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
3. Control de malezas:					
a) Primer control (químico-preemergente)					
Gesapax	kilogramos	2	44	88,00	125,84
2,4-D	litro	1	28,15	28,15	40,25
b) Segundo control (químico-postemergente)					
Glifosato	kilogramos	3	120	360,00	514,80
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
c) Tercer control (químico-postemergente)					
2,4-D	litros	2	23,57	47,14	67,41
Amigán	libras	4	45,45	181,80	259,97
Adherente 810	litros	0,25	20,77	5,19	7,43
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
d) Cuarto control (químico-postemergente)					
Rondoup max	kilogramos	3	120	360,00	514,80
Regulador pH-adherente	litros	1	125	125,00	178,75
Mano de obra	jornal	1	51,00	51,00	72,93
4. Riegos (germinación, 25 dds, 20 ddseg):					
Combustible	galón	12	18,50	222,00	317,46
Mano de obra	jornal	2	56,00	112,00	160,16
5. Cosecha:					
Corte de caña	toneladas	60	20,00	1200,00	1716,00
Flete por transporte	toneladas	60	15,00	900,00	1287,00
			TOTAL	5676,96	8118,06

Cuadro 18: Costos de producción en cultivo caña de azúcar, por concepto de mano de obra durante el 2005, en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.

CULTIVO CAÑA DE AZUCAR	Tipo jornal	No. jornales	Costo jornal (Q)	Subtotal (Q)
Corte de caña de azúcar	Eventual	795	46,93	37309,35
Limpia de caña de azúcar	Especializados	8	64,33	514,64
Limpia de caña de azúcar	Permanentes	12	59,33	711,96
Limpia de caña de azúcar	Eventual	996	46,93	46742,28
Control de plagas enfermedades	Permanentes	14	59,33	830,62
Control de plagas enfermedades	Eventual	31	46,93	1454,83
Control químico de malezas	Eventual	192	46,93	9010,56
Control químico de malezas	Especializados	16	64,33	1029,28
Control químico de malezas	Permanentes	7	59,33	415,31
Fertilización de caña de azúcar	Especializados	71	64,33	4567,43
Fertilización de caña de azúcar	Permanentes	18	59,33	1067,94
Fertilización de caña de azúcar	Eventual	1	46,93	46,93
Siembra de caña de azúcar	Eventual	584	46,93	27407,12
Siembra de caña de azúcar	Permanentes	6	59,33	355,98
Siembra de caña de azúcar	Especializados	18	64,33	1157,94
Riego en caña de azúcar	Especializados	16	64,33	1029,28
Pesada de grúa	Especializados	30	46,93	1407,9
Ayudante de tractorista	Eventual	30	64,33	1929,9
Tractorista	Eventual	30	58,33	1749,9
Caporal zafra	Especializados	30	64,33	1929,9
Costo total M.O./cultivo caña de azúcar				140669,05

Cuadro 19: Costos de producción en cultivo caña de azúcar, por concepto de insumos agrícolas durante el 2005, en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla (1,2).

Cultivo	Insumo	Unidad De medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal (Q)
Caña de azúcar	Superfullmina 68.3	Litros	84	23,57	1979,88
Caña de azúcar	Paraquat alemán	Litros	18	32,45	584,15
Caña de azúcar	Amina 2,4-D	Litros	72	25,30	1821,42
Caña de azúcar	Adherente Wetagro	Litros	2	9,42	18,85
Caña de azúcar	Adherente 810	Litros	18	20,77	373,79
Caña de azúcar	15-15-15	quintal	107	86,52	9257,42
Caña de azúcar	46-0-0	quintal	170	103,36	17570,71
Caña de azúcar	0-0-6	quintal	4	129,46	517,85
Caña de azúcar	10-50-0	quintal	100	152,49	15945,52
Caña de azúcar	0-0-60	quintal	100	99,62	9961,61
Caña de azúcar	Gallinaza	quintal	5	19,06	95,31
Caña de azúcar	Diesel	Galón	973	16,48	14103,99
Caña de azúcar	Aceite Donax TD	Galón	3	60,71	182,14
Caña de azúcar	Aceite 40	Galón	22	39,69	889,70
Caña de azúcar	Gasolina regular	Galón	5	16,07	80,36
Caña de azúcar	Aceite hidráulico	Galón	5	33,04	165,18
Caña de azúcar	Grilletes para cable	Unidad	2	4,34	8,67
Caña de azúcar	Grasa 3.8	cubeta	2	66,96	133,93
Caña de azúcar	Aceite 90	Galón	3	43,93	131,78
Caña de azúcar	Mascarillas	Unidad	25	16,07	321,67
Caña de azúcar	Guantes	Pares	24	16,73	327,39
Caña de azúcar	machetes	Unidad	21	23,00	483,00
Caña de azúcar	Boquillas	Unidad	16	35,71	571,42
Caña de azúcar	Filtros p/boquillas	Unidad	10	7,14	71,43
Caña de azúcar	Roundup max	Kilogramo	39	107,14	4178,57
Caña de azúcar	pH-Agro	Litros	16	45,67	730,71
Caña de azúcar	Detergente	Kilogramo	3	8,84	26,52
Caña de azúcar	Amigán 65 WG	Libras	47	40,58	1907,47
				Total Anual	82440,42

B. Cultivo de café

Cuadro 20: Costos de producción en cultivo de café (*Coffea arabica* L.), en finca Sabana Grande, Escuintla.

RUBROS	Unidad de medida	cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal por mz (Q)	Subtotal por ha (Q)
1. Preparación del terreno:					
Chapeo	jornal	120	51,00	6120,00	8751,60
Trazo y estaquillado	jornal	12	51,00	612,00	875,16
2. Trasplante:					
Trasplante	jornal	34	51	1734,00	2479,62
Plantas	maceta	2333	1,5	3499,50	5004,29
3. Fertilización:					
15-15-15	quintal	31	30,62	949,22	1357,38
Mano de obra	jornal	6	51	306,00	437,58
4. Podas:					
Deshijes, podas, recepas, etc.	jornal	15	51	765,00	1093,95
Regulación de sombra en café	jornal	24	51	1224,00	1750,32
5. Cosecha:					
Corte de café	quintal	70	25	1750,00	2502,50
6. Herramienta (p/trabajadores permanentes)					
Machetes	unidad	84	14,96	1256,64	1797,00
Limas para afilado	unidad	168	6,22	1044,96	1494,29
			TOTAL	19261,32	27543,69

En el cuadro 20, se resumen los costos de producción, al considerar el acumulado durante los primeros cuatro años a partir de su establecimiento hasta el inicio de la producción, en base a una población de 3,336 posturas por hectárea (2,3,4).

Cuadro 21 : Costos de producción* en cultivo de café (*Coffea arabica* L.), en finca Sabana Grande, Escuintla.

RUBROS	Unidad de medida	cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal por mz (Q)	Subtotal por ha (Q)
1. Herramienta (p/trabajadores permanentes)					
Machetes	unidad	21	14,96	4,91	7,02
Limas para afilado	unidad	42	6,22	4,08	5,84
2. Podas:					
Deshijes, podas, recepas, etc.	jornal	15	51	765,00	1093,95
Regulación de sombra en café	jornal	24	51	1224,00	1750,32
3. Control de malezas:					
a) Control manual					
Chapeo	jornal	40	51	2040,00	2917,20
b) Control químico					
Glifosato	kilogramo	3	120	360,00	514,80
4. Fertilización:					
a) Químico al suelo					
15-15-15	quintal	31	109,75	3402,25	4865,22
Mano de obra	jornal	6	51	306,00	437,58
b) Orgánico al suelo					
Gallinaza	quintal	25	30,59	764,75	1093,59
Mano de obra	jornal	3	51	153,00	218,79
c) Foliar					
Bayfolan forte	litros	2	35	70,00	100,10
NU-Z	libras	2	42	84,00	120,12
Solubor	libras	1	5	5,00	7,15
Adherente 810 SL	litros	0,5	20,77	10,39	14,85
Mano de obra	jornal	6	51	306,00	437,58
5. Control fitosanitario					
a) Primera aplicación					
Adherente 810 SL	litros	1	20,77	20,77	29,70
Mano de obra	jornal	6	51	306,00	437,58
b) Segunda aplicación					
Thiodan 35 EC	litros	1	58	58,00	82,94
Adherente 810 SL	litros	1	20,77	20,77	29,70
Mano de obra	jornal	6	51	306,00	437,58
c) Control etológico (trampas)					
Etanol	litros	1	10	10,00	14,30
Metanol	litros	1	10	10,00	14,30
Trampas	unidad	12	5	60,00	85,80
Mano de obra	jornales	2	51	102,00	145,86
6. Cosecha:					

Corte de café	quintal	70	25	1750,00	2502,50
Transporte	quintal	70	1,5	105,00	150,15
Pita rafia	rollo	3	60	180,00	257,40
Costales quintaleros	unidad	70	1,5	105,00	150,15
			TOTAL	8134,93	11632,94

* Costos de producción con una población de 2,333 posturas/mz, 3,336 posturas/ha (1,2,3,4)

Cuadro 22: Costos de producción en cultivo café, por concepto de insumos agrícolas durante el 2005, en finca Sabana Grande, el Rodeo, Escuintla.

Cultivo	Insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Subtotal (Q)
café	Paraquat alemán	litros	18	32,453	584,154
café	Amina 2,4-D	litros	18	25,298	455,370
café	Adherente Wetagro	litros	1	9,424	9,424
café	Adherente 810	litros	4	20,766	41,532
café	Gallinaza	quintal	150	25,893	3883,935
café	diesel	galón	15	14,988	224,819
café	solubor	libras	10	11,607	116,070
café	gasolina regular	galón	5	19,062	95,312
café	aceite 2T	litros	1	17,858	17,858
café	NU-Z	libras	20	4,464	89,286
café	20-20-20	libras	8	9,821	78,570
café	Lazo plástico	libras	15	12,946	197,170
café	glifosato	kilogramo	5	107,142	535,710
				TOTAL (Q.)	6329,210

* Según registros del señor Francisco Esquequé Camey (1,2)

Cuadro 23: Resumen de costos de producción del cultivo de café, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande.

RUBROS	COSTO (Q.)
Costo por mano de obra	148122,92
Costo Insumos	6329,21
Costos por corte y transporte de café	28754,95
Costo total/cultivo	183207,08
Prod. promedio/ha	43,6
Area total (ha)	30,793
Prod. total/cultivo	1343,75
Costo total/quintal café en cereza	136,34

Cuadro 24: Costos de producción en cultivo café, por concepto de mano de obra durante el 2005, en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.

Descripción de la actividad	Tipo de jornal	No. de jornales	Costo por jornal	Subtotal (Q)
Corte de café y acarreo	Eventual	641	46,93	30082,13
Limpia de café	Eventual	303	46,93	14219,79
Limpia de café	Especializados	553	64,33	35574,49
Limpia de café	Permanentes	149	59,33	8840,17
secado de café	Permanentes	2	59,33	118,66
Costo total M.O./cultivo café				88835,24

3.3.4 Evaluación

- A.** Durante la estimación de los costos de producción en los dos principales cultivos (café y caña de azúcar) que representan la principal actividad productiva en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, se encontró que el rubro que influencia más sobre los costos de los cultivos es la mano de obra. Esto se debe básicamente a que se ha descuidado la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos.
- B.** En cuanto al recurso humano se refiere, evaluar el manejo de grupos de trabajadores en distintos sectores y actividades productivas posiblemente resultará en mejorar el rendimiento per cápita. Asimismo, involucrar al personal en general en todas las actividades, puede ser objeto de evaluación en posteriores oportunidades, con el objetivo de analizar la posibilidad de formar cuadros de eficiencia; en donde en orden de prioridad se ubiquen las habilidades y destrezas del personal principalmente permanente de Sabana Grande.
- C.** Finalmente, se espera que la información tabulada que se presenta, funcione como un recurso que puede contribuir en la toma de decisiones enfocadas a mejorar el aprovechamiento de los recursos en general, con los que cuenta la Unidad Docente.

3.3.5 Bibliografía

1. Esquequé Camey, F. 2005. Informe de materiales e insumos agrícolas utilizados en los cultivos de caña de azúcar y café durante 02/01/04 al 12/04/05, finca Sabana Grande. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 4 p.
2. Fuentes Orozco, R. 2005. Cuaderno de control de actividades de campo, finca Sabana Grande, Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 100 p.
3. Pérez Hernández, JL. 2005. Archivo de control administrativo, finca Sabana Grande, Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.
4. Rivas, B. 2005. Cuaderno de asistencia y control de actividades en cultivos de café y caña de azúcar, finca Sabana Grande, Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 100 p.