



Serie Técnica
No. 32

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN
DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA**

Maduradores en Caña de Azúcar

Manual de procedimientos y normas para su aplicación

Cali, Colombia
Mayo de 2003

Maduradores en Caña de Azúcar

Manual de procedimientos y normas para su aplicación

Fernando Villegas T.¹

Jorge Arcila A.²

Cali, Colombia

Mayo de 2003

1. Ingeniero de Mecanización Agrícola, M.Sc., CENICAÑA.

2. Jefe Departamento de Agronomía, Ingenio La Cabaña.

Publicación CENICAÑA
ISSN 0120-5846

CITA BIBLIOGRÁFICA

Villegas T., F.; Arcila A., J. 2003. Maduradores en caña de azúcar. Manual de procedimientos y normas para su aplicación. Cali, Cenicaña. 66p. (Serie técnica No.32)

COMITÉ EDITORIAL

Álvaro Amaya Estévez
Carlos O. Briceño Beltrán
Camilo H. Isaacs Echeverry
Guadalupe Bustamante Álvarez
Nohra Pérez Castillo
Victoria Carrillo Camacho

REVISIÓN TÉCNICA

Claudia Ximena Calero Cifuentes, Asocaña
Santiago Durán, cultivador de caña
Carlos Osorio, Ingenio Manuelita
Gustavo Barona, Ingenio Riopaila

PRODUCCIÓN EDITORIAL

SERVICIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Coordinación editorial: Victoria Carrillo Camacho
Edición de textos: Alberto Ramirez, Victoria Carrillo
Diagramación: Alcira Arias Villegas
Fotografías: Hernán Felipe Silva Cerón
Preprensa e impresión: Feriva S.A.
Tiraje: 1900 ejemplares
Mayo 2003

DIRECCIÓN POSTAL

Calle 58 norte No. 3BN-110
Cali, Valle del Cauca, Colombia

ESTACIÓN EXPERIMENTAL

San Antonio de los Caballeros
Vía Cali-Florida, km 26
Tel: (57-2) 260 66 11
Fax: (57-2) 260 78 53
www.cenicana.org
buzon@cenicana.org

Las citas de decretos y normas, así como las recomendaciones técnicas o administrativas escritas en este documento constituyen una guía para las personas y empresas que aplican o contratan la aplicación de productos maduradores en caña de azúcar y de ninguna manera comprometen a CENICAÑA. Los interesados deben permanecer atentos a los términos y condiciones de las normas vigentes.

La mención de nombres y productos comerciales no tiene fines de promoción y se hace porque son de uso corriente en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia.

Contenido

	Página
Introducción	1
Maduración y uso de maduradores	2
Maduración natural	2
Uso de maduradores en caña de azúcar en Colombia	3
Factores que determinan la dosis del madurador y el volumen de aplicación	5
Estado de desarrollo vegetativo del cultivo	5
Variedad de caña	6
Condición de humedad	6
Condiciones del suelo	7
Equipo de aplicación	7
Características de los maduradores	8
Reguladores de crecimiento	8
Bioestimulantes	10
Recomendaciones básicas para la aplicación de maduradores	11
Personal	11
Jefe de maduradores	12
Supervisor de campo	13
Auxiliar de campo	13
Asesor técnico	13
Piloto	13
Auxiliar de pista	14
Equipos y materiales	
Equipo de aplicación	14
Equipo de meteorología	15
Otros equipos	15
Materiales	15
Procedimiento para la aplicación	
Programación de las aplicaciones	15
Aprobación del programa de aplicación	16
Visitas al campo	16
Marcación de planos	17

	Página
Selección del producto, la dosis y el volumen de aplicación	19
Selección del equipo de aplicación	19
Programación de vuelos	20
Informe a los propietarios o administradores	21
Delimitación de las áreas	21
Distribución del producto y del personal	22
Vuelo de reconocimiento	23
Preparación de la mezcla	23
Aprovisionamiento de aeronaves	24
Revisión de boquillas	25
Aplicación del madurador	25
Labores posteriores a la aplicación	26
Visitas posteriores a la aplicación	27
Secuencia para la aplicación de maduradores en caña de azúcar	33
Normas para la aplicación de maduradores en caña de azúcar	35
Resolución No. 00099 (12 SEP., 2000) expedida por el ICA, Seccional Valle del Cauca	35
Resolución No.1068 (24 ABR., 1996) expedida por el ICA (aportes del Manual Técnico en materia de aplicación de insumos agrícolas)	36
Glosario	45
Referencias bibliográficas	49
Anexos	
Anexo 1. Modo de acción de los bioestimulantes utilizados como maduradores en caña de azúcar	53
Anexo 2. Ejemplos de las planillas utilizadas para la programación y el reporte de las aplicaciones de maduradores en caña de azúcar	55
Anexo 3. Mapa de riesgo para la aplicación de maduradores en caña de azúcar, valle del río Cauca	61
Anexo 4. Hoja de reclamo. Resolución No.1068 (24 ABR., 1996) del ICA	65

Introducción

La región azucarera de Colombia presenta óptimas condiciones para la producción de caña de azúcar. Sin embargo, en algunos casos esas mismas condiciones no permiten el almacenamiento de sacarosa en los tallos en las cantidades necesarias para conseguir una producción de azúcar alta.

Una alternativa posible para alcanzar alta productividad y competitividad en el mercado internacional de azúcar es el uso de maduradores en el cultivo. La aplicación de maduradores en caña es una práctica usual en muchas zonas azucareras del mundo, especialmente en el valle del río Cauca donde las condiciones edáficas y climáticas permiten obtener una buena respuesta.

La mayoría de los productos maduradores actúan como reguladores de crecimiento y como consecuencia de este efecto primario se incrementa el contenido de sacarosa en los tallos. Es posible que algunos actúen también sobre las enzimas que catalizan la acumulación de sacarosa. En los últimos años se ha evaluado la acción maduradora de nuevos productos denominados bioestimulantes y, aunque los resultados de su aplicación no son iguales a los obtenidos con los reguladores de crecimiento, algunos bioestimulantes han mostrado buena respuesta y son utilizados actualmente en varios ingenios azucareros.

Para la aplicación de maduradores en caña de azúcar en Colombia es requisito seguir estrictamente las normas y procedimientos técnicos que regulan la aplicación de agroquímicos en el país y prevenir toda acción para evitar daños a cultivos vecinos o al medio ambiente. La industria azucarera actúa con el compromiso de responsabilidad, de acuerdo con las normas vigentes.

En este documento se establecen los pasos que se deben seguir para la correcta aplicación de maduradores con el objetivo de incrementar los rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada de caña cosechada, y se dan a conocer las normas existentes para su uso en el cultivo de la caña.

Maduración y uso de maduradores

Maduración natural

En el valle del río Cauca, donde la caña de azúcar se cosecha en todas las épocas del año, las condiciones en las que madura este cultivo son muy variables independientemente de las prácticas que se utilicen para obtener altos contenidos de sacarosa. El contenido de sacarosa en los tallos depende en buena parte de las condiciones climáticas durante las últimas semanas del período de cultivo, especialmente de la precipitación. En el valle, en cañas sin aplicación de madurador se han observado reducciones hasta de dos unidades en el contenido de sacarosa uno o dos días después de que el cultivo ha recibido una precipitación suficiente para incrementar la disponibilidad de humedad en el suelo y reactivar el crecimiento de los tallos (Villegas, 1992; Villegas *et al.*, 2000).

Para mantener niveles de rendimiento satisfactorios se recomienda:

- Utilizar variedades de caña con alto potencial de acumulación de sacarosa en condiciones naturales y cosecharlas en el momento óptimo de maduración.
- Hacer las aplicaciones de riego teniendo en cuenta el balance hídrico en el suelo.
- Suprimir los riegos después de los diez meses de edad del cultivo para favorecer el agostamiento natural.
- Asegurar un adecuado balance de la fertilidad en el suelo que contribuya a incrementar o por lo menos sostener el contenido de sacarosa: aplicar cantidades adecuadas de nitrógeno y potasio de acuerdo con los resultados del análisis de suelo; evitar las aplicaciones tardías de nitrógeno.
- Cosechar la caña con el menor contenido posible de materia extraña y reducir a menos de 24 horas los tiempos de permanencia entre corte y molienda para mantener así la sacarosa producida en el campo y evitar pérdidas en los procesos fabriles.

Es posible obtener niveles altos de sacarosa mediante la selección de variedades apropiadas y prácticas culturales adecuadas. Se ha observado que aun las variedades con buen rendimiento natural responden satisfactoriamente a la aplicación de maduradores, lo cual ha incentivado el uso generalizado de estos productos a escala comercial.

Uso de maduradores en caña de azúcar en Colombia

La investigación sobre el uso de maduradores en cultivos se inició en 1920, especialmente en caña de azúcar, soya, maíz, piña y sorgo (Villegas y Arcila, 1995). En Colombia los primeros ensayos con el uso de estos productos en caña de azúcar se realizaron a finales de la década de 1960 y se intensificaron en la década siguiente. A partir de 1981 CENICAÑA y el Ingenio Risaralda realizaron los primeros ensayos con maduradores, los cuales fueron ampliados a diferentes condiciones de suelo y clima, incluyendo las principales variedades comerciales, con la colaboración de los demás ingenios. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios y a partir de 1983 los ingenios incorporaron esta práctica en las labores normales de manejo del cultivo (Yang, 1981; Yang y Buenaventura, 1984; Vásquez y Arcila, 1984; Arcila, 1986; Buenaventura, 1986).

La investigación realizada por CENICAÑA sobre el uso de maduradores en caña de azúcar ha estado orientada principalmente a la evaluación de productos y a determinar las dosis adecuadas para aumentar el rendimiento sin afectar la producción de caña del cultivo tratado ni el desarrollo del cultivo siguiente. El listado de productos evaluados es extenso, pero realmente son pocos los que se usan a escala comercial en Colombia. Entre los reguladores de crecimiento más utilizados se encuentran la sal isopropilamina de glifosato, la sal monoamonio de glifosato y el fluazifop-p-butyl, y entre los bioestimulantes el biotición y el potasio foliar.

Después de 20 años de aplicaciones comerciales, las dosis de los productos y los volúmenes de la mezcla han sido ajustados de acuerdo con los resultados de la investigación y la experiencia adquirida en el trabajo continuo en los ingenios. En términos generales, se aplican productos comerciales de la manera siguiente: entre 0.8 y 1.8 lt/ha de sal isopropilamina de glifosato; 300 a 800 g/ha de sal monoamonio de glifosato; 0.5 a 1.0 lt/ha de un producto con fluazifop-p-butyl como ingrediente activo. El biotición es una mezcla de aminoácidos, ácido giberélico y potasio que fue utilizada inicialmente en el Ingenio Sancarlos (Cuellar *et al.*, 1997) y después adoptada en otros ingenios. Como fuente de aminoácidos en

este producto se usa la melaza en cantidades que varían entre 200 y 600 g/ha, la cantidad de ácido giberélico varía entre 15 y 30 cm³/ha y como fuente de potasio se usa nitrato de potasio (KNO₃) o sulfato de potasio (K₂SO₄) en cantidades que varían entre 250 y 500 g/ha. El potasio usado como bioestimulante consiste en un fertilizante foliar con 50% de K₂O que en la mayoría de los casos se aplica a razón de 1 kg/ha. Los bioestimulantes se pueden aplicar solos o en mezcla con las sales de glifosato para disminuir el posible efecto negativo de los reguladores de crecimiento en la producción de caña. Cuando se mezcla potasio foliar con una de las sales de glifosato se puede disminuir la dosis de cada componente hasta en 50% en comparación con las dosis utilizadas cuando se aplican en forma individual. Los volúmenes de mezcla utilizados varían entre 5 y 20 lt/ha, dependiendo del tipo de aeronave —avioneta, helicóptero, avión liviano— y del equipo utilizado para la aspersión —boquillas, aspersores rotatorios (“micronair”).

En el valle del río Cauca la caña se cosecha entre 12 y 14 meses de edad y sólo se hace una aplicación de madurador. Las mejores respuestas se han obtenido con los reguladores de crecimiento, con aplicaciones entre 10 y 12 meses de edad del cultivo y cosecha entre 6 y 10 semanas después de la aplicación. El incremento en el contenido de sacarosa obtenido con esta práctica en lotes comerciales es de 7% en promedio y en lotes experimentales hasta de 25% (Villegas *et al.*, 2000), lo cual indica el gran potencial del uso de maduradores como herramienta para incrementar la producción azucarera.

En 2001 en el valle del río Cauca se aplicaron maduradores en 140,000 ha de las 200,000 ha sembradas con caña de azúcar. Los productos más utilizados fueron las sales isopropilamina de glifosato y monoamonio de glifosato, que han dado los mejores resultados en incremento de sacarosa (Cuadro 1). Sin embargo, estos productos no son selectivos y cuando son dispersados por el viento pueden causar daño en cultivos vecinos. Cuando estos cultivos son de hoja ancha se puede aplicar fluazifop-p-butil que es selectivo y no ocasiona daño por deriva en cultivos diferentes a las gramíneas. Los bioestimulantes pueden ser aplicados en todas las situaciones sin riesgo de daño, ya que no son reguladores de crecimiento sino fertilizantes foliares que se aplican entre los 8 y 9 meses de edad de la caña, es decir, entre 12 y 16 semanas antes de la cosecha; no obstante esta ventaja, son poco utilizados debido a que el incremento en el contenido de sacarosa que se obtiene con ellos es menor que el obtenido con los reguladores de crecimiento.

Cuadro 1. Respuesta de la caña de azúcar a la aplicación de maduradores en condiciones comerciales.

Tratamiento	Sacarosa (% caña) ^a	Diferencia a favor del madurador (sacarosa % caña)	Incremento en sacarosa (%)
Sin madurador	15.7	—	—
Con madurador:			
Sal isopropilamina de glifosato	16.8	1.1	7.0
Fluzifop-p- butil	16.5	0.8	5.0
Ciclohexadiona ^b	16.1	0.4	2.5

a. Promedios de todas las suertes sin aplicación y todas las suertes que recibieron aplicación durante el año 1998 con cada uno de los tres productos en un ingenio del valle del río Cauca (incluye diferentes variedades y dosis).

b. Madurador del tipo regulador de crecimiento, actualmente fuera del mercado.

FUENTE: Grupo de manejo de maduradores CENICAÑA – Industria azucarera.

Factores que determinan la dosis del madurador y el volumen de aplicación

Con la aplicación de maduradores en caña de azúcar es posible:

- Obtener el máximo nivel de sacarosa en los tallos.
- Evitar reducciones drásticas en el contenido de sacarosa debido a cambios del clima.
- Obtener una ganancia económica adicional en un período relativamente corto y sin afectar la producción de caña.
- Reducir el período vegetativo del cultivo cuando sea necesario.

A continuación se exponen las características del cultivo y las condiciones ambientales principales que se deben conocer para determinar la dosis y el volumen de aplicación de maduradores en caña de azúcar.

Estado de desarrollo vegetativo del cultivo

De acuerdo con el desarrollo vegetativo del cultivo se estima la producción de caña antes de la aplicación y con base en ella se calcula la dosis del madurador. La dosis aplicada, especialmente cuando se usan reguladores de crecimiento, debe ser proporcional al estado de desarrollo del cultivo, es decir, menor en cultivos con pobre desarrollo y mayor en cultivos con buen desarrollo vegetativo. Por ejemplo, puede ocurrir el caso de la aplicación de madurador a un cultivo de 11 meses de edad que por condiciones adversas de suelo, clima o manejo presenta un desarrollo vegetativo equivalente al de un cultivo de

8 meses de edad que ha crecido en condiciones favorables. En este caso, si no se reduce la dosis de madurador se incrementan las probabilidades de afectar la producción de caña al momento de la cosecha y el rebrote de la soca.

Variedad de caña

Los efectos de los maduradores son diferentes en las distintas variedades de caña. Al aplicar dosis iguales de un madurador del tipo reguladores de crecimiento a un grupo de variedades de la misma edad que han crecido en condiciones de clima, suelo y manejo similares es posible que algunas variedades presenten quemazón severa del follaje, lo cual afecta considerablemente su crecimiento. En estos casos se deduce que las variedades afectadas son muy susceptibles al madurador y que las dosis aplicadas son altas. Por su parte, las variedades que no presentan efecto alguno por la aplicación de madurador, ni en la coloración del follaje ni en el contenido de sacarosa, se identifican como variedades resistentes al madurador y se deduce que la dosis aplicada no fue suficiente.

En las variedades que presentan susceptibilidad o resistencia moderada al madurador, cuando la dosis aplicada es adecuada o cercana a la óptima se observa un amarillamiento ligero del follaje y una desaceleración en el crecimiento de los tallos que es suficiente para incrementar el nivel de sacarosa sin afectar la producción de caña.

Los trabajos de investigación realizados por CENICAÑA y la continua observación del comportamiento de variedades de caña en aplicaciones comerciales en los ingenios han permitido clasificar algunas de ellas de acuerdo con la susceptibilidad o resistencia al madurador. Así, por ejemplo, la variedad CC 85-92 es muy susceptible, lo que indica que con dosis bajas y bien manejadas del producto es posible alcanzar incrementos en su contenido de sacarosa al momento de la cosecha. Las variedades PR 61-632 y Co 421 han sido identificadas como muy resistentes y requieren dosis altas de madurador. Las variedades CC 84-75 y MZC 74-275 presentan una susceptibilidad moderada mientras que las variedades V 71-51 y CC 85-68 son moderadamente resistentes.

Condición de humedad

La aplicación de un madurador del grupo reguladores de crecimiento ocasiona una condición de estrés en la planta y como consecuencia se disminuye la tasa de crecimiento de los tallos. Si lo anterior coincide con un estrés debido

a un déficit severo de humedad entonces la producción de caña puede ser afectada en forma negativa. De acuerdo con lo anterior, cuando se prevé la presencia de un período seco entre la aplicación del madurador y la cosecha de la caña, la dosis establecida en función del estado de desarrollo del cultivo se debe disminuir entre 13% y 23% en relación con la dosis recomendada si ese período coincidiera con una época de lluvias.

Condiciones del suelo

Las características del suelo influyen directamente en el desarrollo del cultivo y en la condición de retención de humedad, por tanto, afectan indirectamente la dosis de madurador que se debe aplicar. Las plantas que crecen en suelos con baja capacidad de retención de agua son sometidas frecuentemente a estrés hídrico, lo cual afecta su desarrollo. Si adicionalmente ocurre una época seca entre la aplicación del madurador y la cosecha de la caña, la dosis aplicada se debe reducir como se mencionó anteriormente. En términos generales, los cultivos que crecen en suelos de baja fertilidad con limitaciones en sus condiciones físicas o con baja capacidad de retención de humedad deben recibir una dosis menor de madurador, en comparación con cultivos en suelos sin este tipo de problemas.

Equipo de aplicación

El volumen de aplicación depende en buena parte del equipo por utilizar en la aspersión del madurador. En aplicaciones aéreas el volumen tiende a ser bajo con el fin de cubrir una mayor área por vuelo. Cuando se utiliza helicóptero el volumen de aplicación es de 15 lt/ha aproximadamente; aunque este equipo puede ser calibrado para aplicar volúmenes menores no es aconsejable hacerlo porque la turbulencia generada por las aspas móviles puede incrementar la deriva o dispersión del madurador por el viento.

En las aplicaciones con avionetas que utilizan “micronairs” como aspersores el volumen del producto frecuentemente varía entre 7 y 10 lt/ha, mientras que con aviones livianos de menor capacidad de carga se aplican 5 lt/ha. Aunque 5 lt/ha se considera un volumen bajo, en las aplicaciones con avión liviano los riesgos de deriva son escasos debido a la poca turbulencia que causan estas aeronaves durante el desplazamiento.

El tipo de madurador puede también determinar el volumen de aplicación. Así, los reguladores de crecimiento generalmente son productos sistémicos que se pueden aplicar en volúmenes bajos o muy bajos sin que esto afecte

su acción maduradora; pero los bioestimulantes, que generalmente son fertilizantes foliares, posiblemente requieren volúmenes altos de aplicación para lograr un mayor cubrimiento del follaje.

En el Cuadro 2 se presenta una guía para seleccionar las dosis de maduradores del grupo de los reguladores de crecimiento basada en las investigaciones de CENICAÑA y en las observaciones de los ingenios.

Cuadro 2. Dosis de madurador (reguladores de crecimiento) recomendada por cada 100 t de caña^a, según las condiciones meteorológicas esperadas durante el período comprendido entre la aplicación y la cosecha.

Variedad	Sal isopropilamina de glifosato (lt/ha) ^b		Sal monoamonio de glifosato (kg/ha) ^d		Fluazifop-p-butil (lt/ha) ^e	
	Epoca seca ^c	Epoca lluviosa	Epoca seca	Epoca lluviosa	Epoca seca	Epoca lluviosa
CC 85-92	0.7	0.9	0.30	0.38	0.4	0.5
CC 84-75, MZC 74-275	0.8	1.0	0.34	0.42	0.5	0.6
V 71-51, CC 85-68	1.0	1.3	0.42	0.55	0.6	0.7
PR 61-632, Co 421	1.3	1.6	0.55	0.68	0.7	0.8

a. Producción estimada de caña al momento de hacer la aplicación.

b. Dosis de producto comercial con 480 g de i.a./lt

c. Condiciones meteorológicas esperadas entre la aplicación y la cosecha.

d. Dosis de producto comercial con 747 g de i.a./kg

e. Dosis de producto comercial con 125 g de i.a./lt

Características de los maduradores

Los productos utilizados como maduradores cuentan con amplia aceptación en el sector azucarero y han sido evaluados por las autoridades competentes teniendo en cuenta los criterios de utilización y manejo seguro. Son productos de toxicidad baja a moderada y su impacto ambiental es bajo. A continuación se presentan algunas características de los maduradores más usados en caña de azúcar en Colombia.

Reguladores de crecimiento

Sal isopropilamina de glifosato. Es un producto sistémico que se utiliza en caña de azúcar para favorecer el incremento del contenido de sacarosa.

El nombre químico del ingrediente activo es N-(fosfometil) glicina. La formulación del producto es una sal (sal isopropilamina de glifosato) en concentración de 480 g/lit de producto comercial.

El modo de acción de esta sal se caracteriza porque el ingrediente activo penetra en el follaje y se desplaza junto con los productos de la fotosíntesis tanto en el xilema (apoplasto) como en el floema (simplasto) para acumularse en los meristemas, principalmente en la yema terminal. Se considera que el glifosato inhibe la acción de las enzimas mutasa corísmica y desidratasa prefénica, las cuales intervienen en la síntesis del ácido corísmico el cual, a su vez, es el precursor de los aminoácidos triptofano, tirocina y fenilalanina que son exclusivos o que solamente sintetizan las plantas (Monsanto, sf.). La inhibición de la síntesis de estos tres aminoácidos, entre ocho que solamente sintetizan las plantas, es la base de la baja toxicidad de esta sal para los animales.

En la caña de azúcar se ha demostrado que este producto también reduce los niveles de la invertasa ácida, una enzima necesaria para desdoblar la sacarosa en glucosa y fructosa que son utilizadas directamente para el crecimiento de la planta. Como resultado de lo anterior, el desdoblamiento de la sacarosa que se utiliza para crecimiento es menor y su almacenamiento en las células es mayor, principalmente en las del tercio superior del tallo. Los síntomas externos en la planta aparecen lentamente, y entre una y dos semanas después de la aplicación se observa un leve amarillamiento del follaje que progresa hasta estabilizarse en la quinta o sexta semana. En este período se produce un hinchamiento de las yemas en los nudos de la parte superior de los tallos.

La planta absorbe el producto en las seis horas siguientes a la aplicación, de forma que el lavado por lluvias durante este tiempo puede reducir la efectividad del tratamiento. Es importante señalar que este producto es totalmente biodegradable (Franz *et al.*, 1997) y no deja residuos en el suelo que puedan afectar el desarrollo de los cultivos siguientes, debido a que la molécula del ingrediente activo reacciona químicamente con las arcillas y se adhiere fuertemente a ellas. Esta reacción de descomposición por microorganismos ocurre en cuanto los residuos llegan al suelo y en un término de 60 a 90 días se transforman en productos naturales como dióxido de carbono (CO₂), nitrógeno (N), fósforo (P) y agua (H₂O).

Sal monoamonio de glifosato. Es un producto sistémico cuyo ingrediente activo es la sal monoamonio de N-(fosfonometil) glicina en una concentración de 747 g/kg del producto comercial. La presentación es en gránulos secos altamente solubles en agua que facilitan la aplicación. El mecanismo de acción y el comportamiento del ingrediente activo dentro de la planta y en el suelo son similares a los de la sal isopropilamina de glifosato. Aparentemente penetra en mayor volumen y rápidamente en la planta, lo que permite dosificar una menor cantidad por unidad de área en comparación con la sal isopropilamina de glifosato.

Fluazifop-p-butil. El nombre común de este ingrediente activo (i.a.) es butil (R)-2-[4-{(5-(trifluorometil)-2- piridinil)oxi}fenoxi]propanoato. La concentración es de 125 g de i.a./lt de formulación. Los ingredientes aditivos corresponden a emulsificantes iónicos y no-iónicos y solventes orgánicos. Es un producto sistémico con presentación comercial en forma de concentrado emulsionable altamente selectivo para gramíneas. Actúa como inhibidor de los fosfolípidos y de la síntesis de los ácidos grasos que son componentes de la membrana celular. Es absorbido rápidamente a través de la superficie de las hojas y transportado por el xilema y el floema para acumularse en los meristemos apicales, los rizomas y los estolones de las gramíneas. Inhibe el crecimiento de la planta, los nudos y ápices se tornan necróticos y las hojas jóvenes presentan clorosis y cambios de pigmentación similares a los que se producen por senescencia. Actúa sobre la síntesis de la acetil-coenzima A (carboxilasa), por lo que los síntomas se manifiestan sobre los puntos de crecimiento. No ocasiona daños en la raíz y sólo actúa sobre puntos meristemáticos. Restringe el crecimiento de los tallos y se presenta crecimiento de brotes laterales y un anillo necrótico en la parte superior del tallo. No actúa sobre cultivos de hoja ancha ni ciperáceas.

Este producto se degrada rápidamente y después de una semana no aparecen residuos tóxicos en el suelo. La residualidad es ligeramente superior en suelos livianos y arenosos. La ocurrencia de lluvias una hora después de haber efectuado la aplicación del producto no afecta su actividad. Es de toxicidad baja (grado IV) para los hombres, los animales, la microflora y la microfauna en el suelo (ICI, 1987).

Bioestimulantes

Los bioestimulantes son fertilizantes líquidos que ejercen funciones fisiológicas cuando son aplicados a los cultivos. Entre ellos se destacan las formulaciones a partir de aminoácidos, algunos macro y micro elementos, y las fitohormonas.

Bioticón. Es una mezcla de aminoácidos, ácido giberélico y potasio que cuando se aplica solo actúa como estimulante de la maduración de la caña de azúcar debido a la acción de cada uno de sus componentes (Anexo 1). También es utilizado en mezcla con las sales isopropilamina y monoamonio de glifosato con el fin de minimizar los efectos de éstas en la desaceleración del crecimiento de los tallos.

Potasio foliar. Teniendo en cuenta las funciones del potasio en la planta, especialmente en los procesos de síntesis, desplazamiento y almacenamiento de azúcares, algunos ingenios aplican potasio al follaje de la caña entre ocho y nueve meses de edad del cultivo. Como fuentes se pueden utilizar nitrato de potasio (KNO_3), sulfato de potasio (K_2SO_4) o fosfato de potasio (K_3PO_4) en presentación líquida. Los mejores resultados se han obtenido con una presentación comercial que incluye (en peso) 50% de potasio soluble en la forma de K_2O y 20% de fósforo asimilable (P_2O_5), además de magnesio (600 ppm), azufre (800 ppm), boro (100 ppm) y fitohormonas (12 ppm). La aplicación debe ser en solución con agua suficiente para lograr un buen cubrimiento del follaje. Es necesario señalar que aún no se ha evaluado suficientemente el efecto del volumen de aplicación en la efectividad de los bioestimulantes, aunque en la mayoría de los casos se usan volúmenes similares a los utilizados con los reguladores de crecimiento.

Recomendaciones básicas para la aplicación de maduradores

Personal

La seguridad es lo más importante cuando se manejan agroquímicos. Las personas encargadas de la aplicación de maduradores en caña de azúcar deben cumplir las normas generales siguientes:

- Leer y entender las recomendaciones que aparecen en las etiquetas de los productos.
- Cumplir en todo momento con las normas establecidas para el manejo de los productos.
- En el momento de la adquisición observar que el producto tenga registro vigente como madurador.

- El transporte y el sitio de almacenamiento deben ser seguros y adecuados para el tipo de producto que se utilice.
- La dosificación debe ser precisa y no deben quedar residuos en el campo ni en los sitios de trabajo.
- Los equipos de aplicación se deben mantener en óptimas condiciones de funcionamiento y calibración con el fin de evitar riesgos para la salud de los operarios y hacer aplicaciones eficientes y seguras eliminando problemas de fugas, derrames, contaminación y pérdidas del producto que puedan causar daños a la comunidad y al medio ambiente.
- La ropa y los elementos de protección personal deben ser adecuados y coincidir con las recomendaciones que aparecen en la etiqueta de los productos.
- En todo momento se deben cumplir las recomendaciones de higiene personal que son exigidas después de haber manipulado productos químicos.

A continuación se describen las funciones principales de las personas que intervienen en la aplicación de maduradores.

Jefe de maduradores

Es la persona encargada de definir el programa de maduradores en el ingenio o en la empresa cultivadora de caña que realiza aplicaciones por su cuenta. Es responsable de coordinar directamente las labores de aplicación y velar por que se cumplan todas las normas vigentes, especialmente las obligaciones que para los agricultores establece la Resolución No.1068 (24 Abr., 1996) emitida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). El jefe de maduradores con título profesional de Ingeniero Agrónomo puede hacer la formulación o recomendación escrita para la aplicación del madurador, incluyendo el nombre comercial o técnico del producto, dosis y volumen de aplicación, equipo y fecha de aplicación. Igualmente está en capacidad de suspender la aplicación en cualquier momento si las condiciones meteorológicas no son apropiadas.

Cuando el jefe de maduradores no posea título profesional en ingeniería agronómica, el ingenio o el cultivador debe contratar la asesoría de un Ingeniero Agrónomo para cumplir con lo establecido en el artículo segundo, parágrafo 2, de la Resolución no.00099 (12 Sep., 2000) emitida por el ICA, Seccional Valle del Cauca. Este profesional debe cumplir con las obligaciones descritas en la Resolución No.1068 del ICA.

El jefe de maduradores es responsable de enviar un informe durante los primeros cinco días de cada mes a las oficinas regionales de la Corporación Autónoma Regional de Valle del Cauca (CVC) con jurisdicción en las áreas donde se aplicaron y se aplicarán los maduradores. En este informe se relacionan las áreas sembradas con caña que fueron aplicadas con madurador durante el mes inmediatamente anterior, así como las áreas programadas para aplicación en el mes en el cual se expide el informe, procedimiento que fue concertado el 13 de junio de 2002 en reunión realizada entre la CVC y la industria azucarera del Valle del Cauca.

Supervisor de campo

Colaborador inmediato del jefe de maduradores. Se encarga de dirigir y supervisar las labores del personal auxiliar de campo. Debe estar lo suficientemente capacitado en el manejo y aplicación de agroquímicos y contar con la respectiva credencial de Aplicador de Plaguicidas Agrícolas expedida por una entidad docente autorizada o acreditada por el ICA.

Auxiliar de campo

Es la persona encargada de marcar los lotes donde se van a aplicar los maduradores. Debe tener instrucción en el manejo y aplicación de agroquímicos y podrá, eventualmente, colaborar en la preparación de las mezclas de los productos.

Asesor técnico

Las empresas dedicadas a los servicios de aplicación de maduradores deben contar con la asistencia técnica de un profesional que acredite tarjeta profesional expedida por el Ministerio de Agricultura y esté inscrito en la Regional del ICA. La asistencia técnica debe estar respaldada por un contrato de asesoría no inferior a 40 horas mensuales de acuerdo con el artículo 108 del Decreto No.1843 (22 Jul., 1991), emitido por el Ministerio de Salud Pública. El asesor técnico debe cumplir con las obligaciones que se definen en la Resolución No.1068 del ICA.

Piloto

Además de poseer licencia como piloto debe estar suficientemente capacitado para realizar labores de aspersión aérea y contar con la respectiva credencial que lo autorice como Aplicador de Plaguicidas Agrícolas, expedida por una entidad docente autorizada por el ICA. Además, debe cumplir el artículo 102 del Decreto No.1843 (Ministerio de Salud Pública) y las obligaciones establecidas en la Resolución No.1068 del ICA.

Auxiliar de pista

Es la persona encargada de preparar las mezclas de los productos y de abastecer las aeronaves. Debe poseer instrucción en el manejo y aplicación de agroquímicos y contar con la credencial de Aplicador de Plaguicidas Agrícolas expedida por una entidad autorizada por el ICA.

Equipos y materiales

Equipo de aplicación

La aplicación de maduradores se realiza por vía aérea utilizando aeronaves de ala móvil como helicópteros o de ala fija como avionetas y aviones livianos, provistas de equipos de aspersion y con licencia vigente otorgada por las autoridades competentes.

Los equipos de aspersion pueden ser: boquillas de cono hueco utilizadas en helicópteros, aspersores rotatorios (“micronairs”) utilizados en avionetas, o boquillas rotativas utilizadas en aviones livianos. Las condiciones técnicas de uso de cada equipo se presentan en el Cuadro 3. Las aeronaves deben estar equipadas con un sistema de posicionamiento global (GPS) que les permita hacer aplicaciones sin necesidad de bandereo móvil (señalización con personas). El bandereo móvil está prohibido en concordancia con el Decreto No.1843 del Ministerio de Salud Pública, parágrafo único del artículo 92.

Cuadro 3. Condiciones técnicas y equipos utilizados para la aplicación aérea de maduradores en caña de azúcar. Valle del río Cauca, Colombia.

Condiciones técnicas	Unidades	Tipo de aeronave		
		Helicóptero	Avioneta	Avión liviano
Altura de vuelo sobre el cultivo	m	2 - 3	2 - 3	2 - 3
Ancho de faja	m	20 - 22	18 - 22	16 - 18
Velocidad de vuelo	millas/h	55 - 60	90 - 100	55 - 60
Tipo de aspersor		Boquilla de cono hueco	Aspersor rotatorio (micronair)	Boquilla rotativa
Presión de aplicación	psi	25 - 35	20 - 30	10 - 20
Tamaño de gotas	micras	300 - 400	250 - 300	250 - 300
Gotas	no./cm ²	15 - 30	15 - 30	15 - 30
Volumen de aplicación	lt/ha	10 - 20	5 - 20	5

FUENTE: Grupo de manejo de maduradores CENICAÑA – Industria azucarera.

De acuerdo con el artículo 31 de la Resolución No.3079 (19 Oct., 1995) del ICA, los equipos utilizados para las aplicaciones de maduradores deben recibir mantenimiento y ser calibrados permanentemente. Es función del ICA revisar los equipos de aspersión aérea, verificar su calibración y evaluar periódicamente las aspersiones de las empresas de aplicación aérea de agroquímicos.

Equipo de meteorología

En el área de cultivo donde se realizará la aplicación se debe disponer de medidores de temperatura (termómetros), humedad relativa (higrómetro), velocidad y dirección del viento (anemómetro y veleta móvil). CENICAÑA posee información acerca de las direcciones y velocidades de viento más frecuentes por hora en las áreas de influencia de las estaciones que conforman la Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero, la cual permite a los ingenios y empresas programar la aplicación de maduradores cuando los riesgos de deriva de los productos asperjados sean mínimos.

Otros equipos

Para la aplicación de maduradores en caña de azúcar es necesario disponer de vehículos que faciliten el acceso a los campos (camionetas, tractores enllantados), radios portátiles y sistemas automatizados de comunicación, tanque para preparar y almacenar los productos y motobomba centrífuga portátil con capacidad entre 2 y 8 lt/seg.

Materiales

Como materiales de uso general se encuentran los productos maduradores, adherentes, surfactantes, reguladores de pH y dureza del agua, banderolas, agua limpia, recipientes plásticos, embudos, probetas graduadas, decámetro, baldes, planos de las haciendas y regla a escala. Además de elementos para la protección de los operarios (caretas, botas y trajes, entre otros)

Procedimiento para la aplicación

Programación de las aplicaciones

El jefe de maduradores es la persona encargada de elaborar, de común acuerdo con la División de Cosecha del ingenio, la programación mensual según la edad óptima de aplicación y de cosecha de las variedades sembradas (Anexo 2). El programa incluye, entre otros, información sobre la suerte: área, variedad, número de corte, fecha de siembra o del último corte, edad actual,

producción esperada, sacarosa y brix % caña, fechas probables de aplicación del madurador y de cosecha. En los ingenios la programación es enviada a la Gerencia de Campo, a los jefes de zona y al Departamento de Agronomía durante los cinco días previos al inicio del mes en el cual se hará la aplicación. En el caso de las empresas cultivadoras de caña, el jefe de maduradores da a conocer el programa de aplicaciones a quienes corresponda de acuerdo con los procedimientos administrativos de la empresa.

Aprobación del programa de aplicación

En los ingenios el programa de aplicación debe ser revisado por los jefes de zona y del Departamento de Agronomía, quienes comunican sus observaciones a la División de Cosecha y ésta, a su vez, al jefe de maduradores. Teniendo en cuenta las observaciones se pueden efectuar cambios en la programación o cancelar las aplicaciones en una o más suertes; también se establecen las bases para la selección del equipo de aplicación, los productos y sus dosis, y las fechas definitivas de aplicación que generalmente corresponden a uno o máximo dos días de cada semana.

En algunos ingenios se toman muestras periódicas de tallos a partir de los diez meses de edad del cultivo para determinar el rendimiento teórico en azúcar, información que eventualmente puede ser utilizada para modificar el programa de aplicaciones. En las empresas cultivadoras de caña que aplican maduradores por su cuenta la aprobación del programa de aplicaciones se realiza de acuerdo con los procedimientos particulares existentes en cada una de ellas; no obstante, cualquier cambio debe ser concertado con la División de Cosecha del ingenio que realiza la labor. Antes de aprobar el programa de aplicaciones, el ingenio o la empresa cultivadora de caña debe verificar la ubicación de las suertes de acuerdo con los mapas de riesgo elaborados por cada ingenio para determinar si alguna de las suertes programadas está dentro de un área que requiera tratamiento especial según lo convenido con la CVC (Anexo 3).

Visitas al campo

El jefe de maduradores o el supervisor de campo debe realizar visitas previas a las suertes que van a recibir la aplicación para observar el estado del cultivo, las áreas con caña volcada, parches de arena o balasto y otros problemas relacionados con el suelo. Además, debe ubicar los obstáculos (árboles, líneas eléctricas, etc.) y detallar el vecindario (viviendas, instalaciones, cultivos) y otros posibles riesgos que pueda encontrar el piloto durante la aplicación aérea. Para

la visita se debe disponer de planos de las suertes en los cuales se identifican los obstáculos y se escriben las observaciones necesarias. Con base en las observaciones se modifica el programa de aplicación cuando es necesario.

Para cumplir con el artículo 94, capítulo IX del Decreto No.1843 del Ministerio de Salud Pública se debe informar a los vecinos sobre la aplicación a fin de que estos tomen las medidas necesarias para la protección de personas, alimentos, medicamentos, explotaciones agrícolas o pecuarias, especialmente cuando se trate de especies susceptibles a la acción nociva de los plaguicidas.

Marcación de planos

Los vuelos sobre cada suerte o finca deben ser programados en planos a escala, donde se indica la ubicación de las banderolas, los lotes vecinos y caseríos, la dirección del vuelo, los obstáculos, las franjas de protección y las áreas netas de aplicación. Esta información se entrega al piloto quien la debe constatar mediante un vuelo de reconocimiento antes de iniciar la aplicación. Con la marcación de los planos se persigue minimizar los riesgos por deriva y maximizar la eficiencia operativa de la aeronave. Por ejemplo, si se hace coincidir la dirección del vuelo con la mayor longitud del lote se reduce el número de virajes de la aeronave; no obstante, si esa dirección implica hacer virajes sobre lotes vecinos de cultivos susceptibles al madurador se debe cambiar la dirección aunque se reduzca la eficiencia operativa de la aeronave (Figura 1).

El supervisor de campo debe informar al jefe de maduradores acerca del área de cultivo que va recibir la aplicación: área total de la suerte, márgenes de seguridad establecidos y novedades observadas. También debe determinar los puntos de la suerte donde se deben ubicar las banderas fijas que marcan el contorno del campo. Posteriormente los auxiliares de campo colocan las banderas en dichos puntos y las aseguran para que no las derribe el viento.

En los planos deben quedar claramente demarcadas las franjas de seguridad de acuerdo con lo reglamentado en el Resolución No.00099 del ICA, artículo segundo, parágrafo 1: *“Las aplicaciones aéreas de herbicidas, defoliantes, reguladores fisiológicos y de maduradores de caña de azúcar, solo podrán efectuarse a más de doscientos (200) metros de distancia de otros cultivos o de explotaciones pecuarias y forestales ”*.

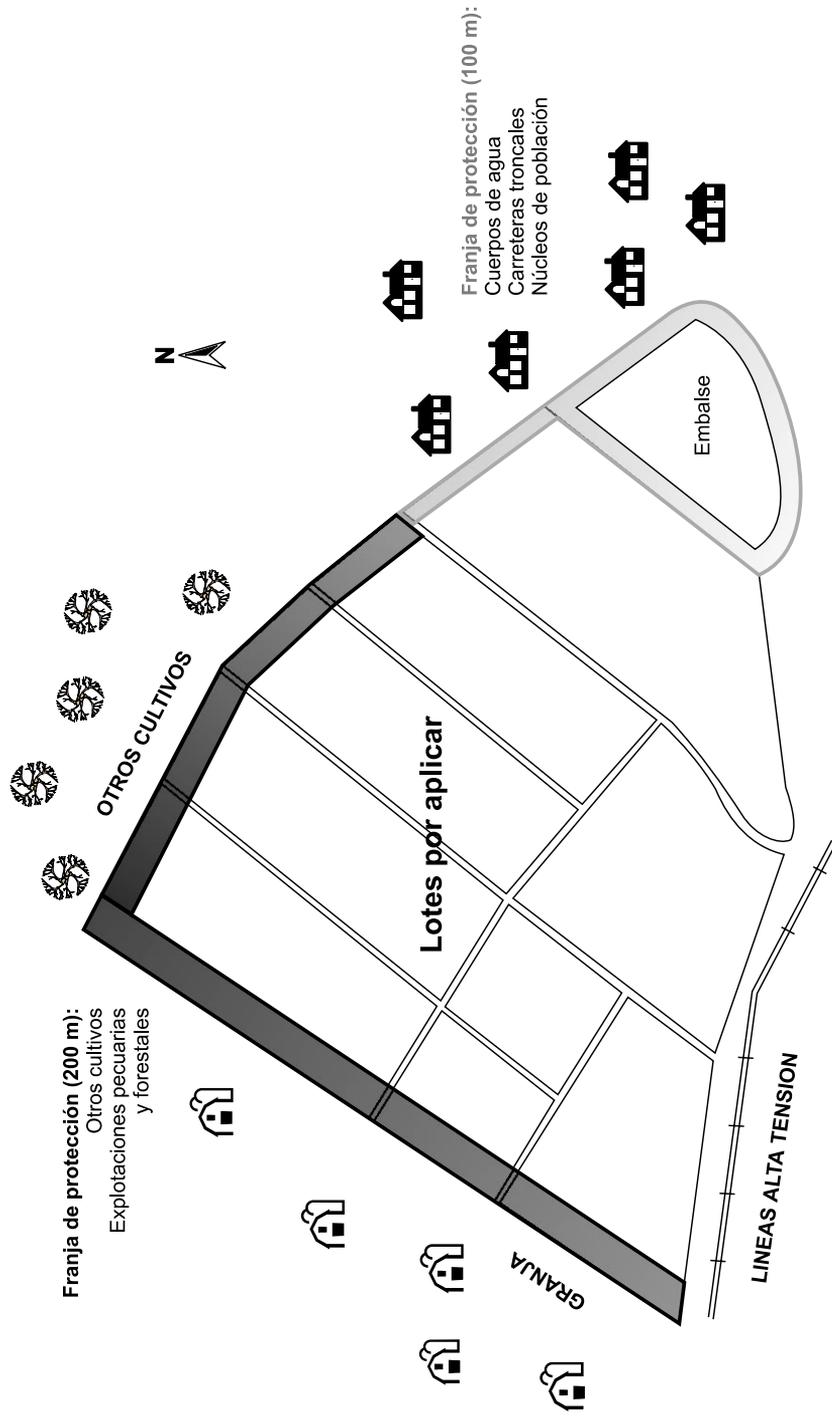


Figura 1. Plano del área programada para aplicación de maduradores en el cual se observan las marcas de referencia que sirven para orientar al piloto de la aeronave durante la labor.

Selección del producto, la dosis y el volumen de aplicación

La aplicación del madurador tiene el propósito de obtener el mayor beneficio en el incremento de sacarosa sin detrimento de la producción de caña. Se deben usar sólo productos maduradores que tengan registro del ICA vigente. Para la selección del producto, la dosis y el volumen de aplicación se deben tener en cuenta la ubicación del lote, los cultivos vecinos, la variedad de caña, el tipo de suelo, el estado de la plantación y la producción estimada, la época entre aplicación y corte, la edad de la plantación y el equipo de aplicación. Cuando no se conoce la respuesta de la variedad de caña a los maduradores se puede tomar como base la información disponible de otras variedades con características similares de desarrollo y producción para seleccionar el producto y la dosis por aplicar.

La recomendación final acerca del producto, la dosis y el volumen de aplicación debe estar *“escrita y firmada por un Ingeniero Agrónomo con Tarjeta Profesional vigente expedida por el Ministerio de Agricultura”* (artículo segundo de la Resolución No.00099 del ICA).

Selección del equipo de aplicación

Algunos ingenios poseen sus propios equipos de aplicación y en ese caso el jefe de maduradores junto con el personal encargado de la aplicación aérea definen el área, el día y la hora de la aplicación. En general son aviones livianos bajo la responsabilidad del ingenio y su utilización con fines agrícolas está condicionada al cumplimiento estricto de las disposiciones de la Aeronáutica Civil en la materia y a la licencia expedida por la autoridad ambiental según lo dispuesto por el ICA.

En el caso de ingenios y empresas cultivadoras sin equipos de aplicación propios, el jefe de maduradores generalmente contrata a un proveedor de servicios de aplicación aérea de maduradores. Para la selección de un proveedor se tienen en cuenta:

- La capacidad del tanque de mezcla (galones/vuelo) y el rendimiento del equipo de aspersión (ha/hora).
- La facilidad y la seguridad de las aeronaves para maniobra.
- Los costos de aplicación por hectárea.
- La localización de la pista o base principal y de los sitios de aprovisionamiento (pistas auxiliares).

- El estado de los equipos de aplicación, su correcta calibración y sistema antigoteo.
- La atención al cliente relacionada con el acatamiento de las observaciones y las demandas del jefe de maduradores y la posibilidad de efectuar vuelos de reconocimiento antes de la aplicación del madurador.
- El equipamiento de las aeronaves con el sistema de posicionamiento global (GPS)
- La vigencia de permisos y licencias.
- La existencia de una póliza de garantía por daños a terceros.
- La existencia de pólizas de cumplimiento y garantía de seriedad del servicio.
- El cumplimiento de la periodicidad requerida para los controles y exámenes médicos de los empleados.

Las empresas que realicen aplicaciones de maduradores deben cumplir con las obligaciones definidas en la Resolución No.1068 del ICA y enviar una relación trimestral sobre la aplicación de productos a la Dirección Seccional del ICA y al Servicio Seccional de Salud (Anexo 2).

Programación de vuelos

Una vez se define la dosis por aplicar, el jefe de maduradores debe conformar bloques de suertes que recibirán dosis iguales del producto, programar cada vuelo y definir los sitios de aprovisionamiento de la aeronave. El orden de aplicación se organiza por grupos de haciendas cercanas que recibirán igual dosis, teniendo en cuenta la capacidad del equipo y la disponibilidad de personal.

El jefe de maduradores debe registrar en la planilla de programación de vuelos (Anexo 2) si la aplicación se realizará con equipos propios o se contratará el servicio de un proveedor, caso en el cual anotará el nombre y la razón social. Debe registrar también el orden (secuencia) de los vuelos, la identificación y el área de los lotes que recibirán la aplicación, el área restringida y el área neta a aplicar, las dosis de cada producto, el volumen de aplicación, la altura de vuelo y el ancho de la franja de aplicación. Esta información debe ser notificada con anterioridad al personal encargado de hacer la aspersion para que efectúe la calibración del equipo de aplicación.

Los sitios de aprovisionamiento de las aeronaves deben estar en las bases o pistas principales o en las pistas auxiliares. Dichas pistas deben tener las dimensiones estipuladas por el Departamento Administrativo de la Aeronáutica Civil de acuerdo con el tipo de aeronave que se utilice:

- Para aviones livianos la pista debe tener por lo menos 310 m de longitud más 50 m de franja de protección en cada una de las cabeceras (total 410 m) y un ancho mínimo de 10 m más 10 m de franja de protección a cada lado (total 30 m).
- Los helicópteros deben contar con pistas de 100 m de longitud por 12 m de ancho para despegar, y los helipuertos deben tener 20 x 20 m.

En sitios sin protección vegetal es necesario remojar el suelo frecuentemente para evitar la formación de nubes de polvo durante el despegue o el aterrizaje de las aeronaves. Las pistas deben tener la correspondiente licencia ambiental, una plataforma para el lavado de los equipos y la infraestructura necesaria para el tratamiento de las aguas residuales contaminadas con agroquímicos.

Informe a los propietarios o administradores

El ingenio encargado de efectuar o contratar la aplicación de maduradores en la hacienda de un proveedor de caña debe contar con la autorización personal del propietario o con un contrato escrito. El jefe de maduradores debe informar al propietario o al administrador de la hacienda la fecha de aplicación, el área que se va a tratar, los productos, las dosis y los equipos por utilizar.

Delimitación de las áreas

La delimitación de las áreas sometidas a las aplicaciones de maduradores incluye:

Bandereo fijo. Un día antes de la aplicación, los auxiliares de campo colocan las banderas en las suertes según las indicaciones que aparecen en el plano marcado por el supervisor de campo y aprobado por el jefe de maduradores. Las banderas consisten en un soporte de cañamenuda de 4 a 6 m en cuyo extremo superior se fija un plástico de color blanco. Esta señalización sirve para indicarle al piloto cuál es el lote que debe aplicar y para guiarlo en la apertura y cierre del flujo de la mezcla a fin de que la aplicación se realice solamente en el área neta y se respeten las franjas de seguridad.

Bandereo electrónico o satelital. Los aviones deben estar equipados con sistemas de posicionamiento global (GPS) para guiar al piloto en cada una de las pasadas mientras aplica el producto. Con este sistema se puede obtener información adicional, por ejemplo, áreas que han sido tratadas y aquellas pendientes de aplicación, registros de los desplazamientos de la aeronave desde el sitio de aprovisionamiento e información acerca del lote tratado. De la misma manera, con la ayuda del GPS se asegura la precisión en la aplicación y se suple el bandereo manual o con personas, prohibido por el Ministerio de Salud Pública mediante el Decreto No.1843.

Franjas de seguridad. Para dar cumplimiento al artículo 89, Decreto No.1843 del Ministerio de Salud Pública, los maduradores *“deberán aplicarse dentro del área determinada, respetando las zonas o franjas de seguridad para evitar daño a la salud de la población y deterioro del ambiente”*.

Se debe tener en cuenta además la concertación del 13 de junio de 2002 entre la CVC y la industria azucarera con respecto al compromiso de respetar estrictamente la franja de seguridad de 200 m a partir de otros cultivos o explotaciones pecuarias y forestales, franja en la cual no se aplicará ningún producto madurador (Resolución No.00099 del ICA, Seccional Valle del Cauca). El área restante del lote o suerte de caña contiguo a la franja de seguridad se tratará como área de manejo especial, donde sólo se aplicarán bioestimulantes o maduradores del grupo de reguladores de crecimiento que sean selectivos. La franja debe ser respetada incluso cuando el madurador aplicado no sea nocivo para el cultivo vecino.

En la misma Resolución No.00099 se estipula que es obligatorio dejar, como mínimo, una franja de seguridad de 100 m para cuerpos de agua, carreteras troncales y núcleos de población, cuando se realiza la aplicación aérea de maduradores en zonas rurales.

Distribución del producto y del personal

El día de la aplicación, el jefe de maduradores autorizado o el ingeniero agrónomo que presta la asistencia técnica debe recorrer cada una de las suertes que van a recibir la aplicación del madurador portando los instrumentos de medición de las variables meteorológicas para determinar si se puede o no realizar la aplicación. Este mismo día el supervisor de campo se traslada a la base o pista principal y debe llevar, además de los productos que se van a aplicar, un plano general del ingenio o de la empresa cultivadora de caña, los planos marcados de las suertes por tratar y la planilla de programación de los

vuelos. Esta información se comparte con el piloto de la aeronave para ubicar cada suerte en el plano general, a la vez que se verifica si las condiciones meteorológicas son adecuadas antes de que los auxiliares de pista procedan a preparar la mezcla con la vigilancia del supervisor de campo.

Vuelo de reconocimiento

Mediante los vuelos de reconocimiento se verifica: la localización de los lotes y de los cultivos vecinos, la presencia de obstáculos y la información consignada en el plano correspondiente a cada suerte donde se va aplicar el madurador. En caso de identificar nuevos obstáculos para el vuelo se recomienda cambiar la dirección de aplicación con el propósito de minimizar los riesgos.

Preparación de la mezcla

Los auxiliares de pista deben acatar las normas de seguridad existentes para prevenir accidentes ocasionados por actos y condiciones inseguros. Deben utilizar la indumentaria de seguridad apropiada: overol de algodón con mangas largas, guantes de caucho largos, botas de caucho de caña alta, gafas tipo industrial, mascarilla con respirador y sombrero impermeable. La persona debe prevenir todo contacto directo del producto con la piel y durante el trabajo no debe comer, beber, ni fumar; en caso de contacto con el producto debe bañarse y cambiarse inmediatamente de ropa. Si algún operario presenta síntomas de intoxicación debe interrumpir su labor e informar al jefe inmediato quien debe buscarle asistencia médica.

En la preparación de la mezcla se debe utilizar agua de óptima calidad, especialmente en relación con el pH, la dureza y el contenido de sedimentos. La mayoría de agroquímicos alcanzan buena estabilidad en la solución con pH entre 6 y 7, no obstante, la absorción de la sal isopropilamina de glifosato es mayor a pH 3, decrece a pH 5, incrementa nuevamente entre pH 7 y 8, y a valores superiores vuelve a decrecer. La dureza del agua debe estar determinada por valores inferiores a 150 ppm de CaCO_3 ; aquellas que presenten valores superiores deben ser tratadas con coadyuvantes. El agua utilizada para aplicar maduradores no debe contener sedimentos con el fin de evitar la formación de sustancias con propiedades diferentes a las del producto que pueden reducir la actividad del ingrediente activo (Rodríguez, s.f.). La mezcla del producto madurador en agua debe ser preparada en un tanque de premezcla de acuerdo con la formulación. Los productos químicos se deben medir con una probeta graduada y, una vez son agregados en el tanque de premezcla, se debe añadir agua hasta el volumen total calculado.

En las pistas principales y auxiliares deben existir tanques con carbón activado para disminuir los riesgos por derrame de productos y plataformas pavimentadas sobre las cuales se preparan las mezclas. Estas plataformas deben tener tanques subterráneos en los que se recogen los productos químicos en caso de derrame. Los productos derramados se pueden utilizar para aplicación como herbicidas cuando tienen esta propiedad.

La remoción de sustancias químicas residuales en recipientes o envases se hace mediante el triple lavado, el cual consiste en agregar agua hasta completar el 25% de la capacidad del recipiente (1/4 de su volumen), taparlo y agitarlo durante 20 a 40 segundos, la primera vez de arriba hacia abajo, la segunda en forma circular y finalmente combinando las dos formas anteriores. Después de realizar este lavado, se deben destruir las etiquetas y perforar los recipientes vacíos y las tapas respectivas. La disposición de los recipientes y residuos que se generen en la aplicación de maduradores se debe realizar de acuerdo con lo establecido en el procedimiento de manejo integral de residuos sólidos de cada ingenio. ASOCAÑA, los ingenios azucareros y la Cámara para la Protección de Cultivos de la Asociación Nacional de Industriales (ANDI) de Colombia realizaron un convenio por medio del cual se puso en práctica una metodología para la disposición y/o eliminación de los recipientes plásticos resultantes de la utilización de productos agroquímicos en el cultivo de la caña de azúcar. Después de realizar la práctica del triple lavado, estos recipientes inutilizados y las tapas por separado deben ser llevados a bodegas acondicionadas para su almacenamiento. Estos residuos son triturados y se utilizan como materia prima en la industria cementera sin generar efectos negativos en el ambiente; ésta es la única disposición sobre manejo final de residuos sólidos aprobada por el Ministerio del Medio Ambiente (Pérez *et al.*, 2000).

Aprovisionamiento de aeronaves

El aprovisionamiento de las aeronaves y la preparación de la mezcla del madurador son responsabilidades de los auxiliares de pista y deben estar vigilados por el supervisor de campo, quien debe asegurar que se cumpla con cada una de las actividades de la programación del vuelo. Cualquier modificación a estas normas se debe registrar como observación en la planilla de programación de vuelos. El aprovisionamiento de las aeronaves se debe realizar con el motor apagado.

Revisión de boquillas

Antes del despegue de la aeronave, el supervisor de campo debe verificar el correcto funcionamiento de las boquillas para lo cual debe solicitar al piloto que coloque en funcionamiento el equipo de aspersión. En caso de detectar fallas en alguna de ellas se debe proceder a su ajuste o al cambio de la misma. Dicha novedad debe ser registrada como observación en la planilla de programación de vuelos.

Aplicación del madurador

Las condiciones meteorológicas durante el día de la aplicación determinan finalmente el plan de trabajo. De acuerdo con ellas se hacen los ajustes necesarios; por ejemplo, la suspensión de aplicaciones en el momento de lluvias o cuando se prevea que éstas ocurrirán poco tiempo después, o cuando las condiciones atmosféricas excedan los límites permitidos (Cuadro 4).

Como se mencionó anteriormente, para tener certeza de las condiciones en las cuales se va a efectuar la aplicación, además de las mediciones con los instrumentos portátiles, que realiza el jefe de maduradores en cada una de las suertes, se puede utilizar la información registrada en la Red Meteorológica Automatizada de la industria azucarera. Esta red es administrada por CENICAÑA y los registros en tiempo real de las 29 estaciones que la conforman pueden ser consultados vía módem de acuerdo con las indicaciones que entrega el área de meteorología del Centro de Investigación.

Si las condiciones meteorológicas son adecuadas para realizar la aplicación, el piloto dirige la aeronave hacia la hacienda y las suertes seleccionadas e inicia la aplicación utilizando como guía las banderas fijas que señalan los límites del área y el GPS como un sistema adecuado para efectuar las pasadas.

Cuadro 4. Condiciones meteorológicas que se deben tener en cuenta en el momento de la aplicación de maduradores en caña de azúcar.

Condición	Valor o indicador	Equipo de medición o registro
Humedad relativa	> 60%	Higrómetro
Temperatura máxima	< 28 °C	Termógrafo o termómetro
Velocidad del viento	< 7 km/h (1.94 m/seg)	Anemógrafo o anemómetro
Dirección del viento	Que no afecte cultivos vecinos	Veleta

Como medida de protección durante la aplicación, el piloto debe dejar un margen de seguridad de 10 m antes de la apertura y el cierre del flujo del equipo de aspersión sobre el área marcada por las banderas fijas. Durante la aplicación, el piloto debe mantener comunicación directa por radio con el jefe de maduradores y no debe sobrevolar instalaciones fabriles, viviendas, reservorios ni fuentes de agua.

Para alcanzar una mejor acción del producto, la aplicación debe ser hecha cuando el cultivo se encuentre en buen estado de desarrollo y libre de estrés por déficit o exceso de humedad en el suelo. Para evitar los daños en cultivos vecinos por deriva del madurador es necesario respetar estrictamente las normas para la aplicación, tener en cuenta las áreas incluidas en los mapas de riesgo y, en ocasiones, extremar las medidas de seguridad dejando suertes sin aplicación.

En el valle del río Cauca el área afectada por la deriva de la aplicación de maduradores en el cultivo de caña es mínima; no obstante, el propósito es hacer de ésta una práctica totalmente segura que no cause daños en otros cultivos. Para asegurar la aplicación del producto en el área correspondiente y minimizar los riesgos de deriva, las aplicaciones aéreas se realizan en las condiciones meteorológicas más favorables, cuando la velocidad del viento es menor que 7 km/h, la temperatura del aire inferior a 28 °C y la humedad relativa superior a 60%. También se observan estrictamente las normas estipuladas por el ICA y los ministerios de Salud Pública y del Medio Ambiente.

Otro aspecto que ayuda a evitar los daños por deriva consiste en hacer la aplicación en el momento en que el viento no sople en la dirección de lotes susceptibles de daño. Para mayor seguridad los ingenios elaboran mapas de riesgo que son actualizados periódicamente y discutidos con representantes de la Subdirección de Gestión Ambiental de la CVC (Anexo 3). En estos mapas se señalan las áreas densamente sembradas con cultivos diferentes de la caña de azúcar; vías, ríos, poblaciones, los cuales deben ser protegidos de la deriva de maduradores de acuerdo con las normas vigentes.

Labores posteriores a la aplicación

Si la calibración de los equipos de aplicación de maduradores se hizo correctamente, la cantidad de residuos líquidos en éstos debe de ser mínima después de la aplicación. Al terminar la labor, los auxiliares de pista deben recoger los residuos líquidos y entregarlos al supervisor de campo quien decide si pueden

ser utilizados en una aplicación posterior o deben ser enviados en la aeronave para su eliminación en la base o pista principal donde existe un sistema de tratamiento y protección ambiental. Los auxiliares de campo deben recoger las banderas fijas para evitar posibles confusiones durante futuras aplicaciones.

El jefe de maduradores registra en la planilla de programación de vuelos la hora de inicio y terminación de la aplicación, el nombre del piloto que efectuó la aplicación y cualquier anomalía que se haya presentado durante la operación; posteriormente elabora un informe indicando el área total aplicada y lo envía a la División de Cosecha del ingenio correspondiente (Anexo 2). Cuando se contrata un proveedor de servicios para la aplicación se le debe proporcionar una copia del informe, el cual le servirá para el cobro de sus honorarios.

Después de la aplicación, el piloto traslada la aeronave a la pista o base principal para lavarla totalmente con detergente. Se desmonta el equipo de aspersión y junto con el tanque de mezcla de la aeronave se lavan con hipoclorito neutralizado para luego secarlos con aire a presión. Finalmente, se verifica el funcionamiento de las válvulas antigoteo y se ajusta y calibra nuevamente el equipo de aspersión.

Visitas posteriores a la aplicación

En las áreas de cultivo que recibieron la aplicación de maduradores se toman periódicamente muestras de tallos —usualmente cada dos semanas hasta la cosecha— con el propósito de hacer un seguimiento de la maduración mediante análisis de precosecha. El jefe de maduradores o el supervisor de campo debe realizar visitas frecuentes a las suertes tratadas para observar que los efectos del madurador sobre el cultivo estén en los rangos normales de acuerdo con el producto y las dosis utilizados.

Cuando se aplica un regulador de crecimiento y se observa una quemazón fuerte en el follaje se puede inferir que el producto ha causado un efecto muy severo en el cultivo; ante esta situación, el jefe de maduradores puede proponer al jefe de zona, al administrador de la hacienda y a la División de Cosecha que se realice el corte de la caña entre dos o tres semanas antes de la fecha prevista con el fin de evitar que los efectos sobre el cultivo sean mayores a medida que transcurre el tiempo.

Si por razones económicas o de logística no es posible adelantar la cosecha, se puede aplicar un riego adicional e inclusive aplicar en forma aérea un bioestimulante para la recuperación del cultivo.

En las visitas posteriores a la aplicación también se deben inspeccionar las áreas vecinas para constatar la presencia de daños que puedan ser atribuidos al madurador. No obstante, en caso de que estos ocurran, los reclamos de los agricultores deben ser atendidos en primera instancia por el jefe de maduradores quien investigará si corresponden realmente a una deriva del madurador o existen otras causas.

Es conveniente que los agricultores vecinos del ingenio o de la empresa cultivadora de caña que hace las aplicaciones por su cuenta se mantengan en contacto con el jefe de maduradores o el supervisor de campo, a quienes deben dirigir sus reclamos en el caso que se presenten daños en sus cultivos por aplicación de maduradores. Esto permite llegar a un rápido entendimiento entre ambas partes; no obstante, si no existe entendimiento el reclamante puede proceder de acuerdo con las instrucciones que para el efecto se describen en la Resolución No.1068 del ICA.

Cuando se comprueba el daño en cultivos vecinos al lote tratado, la responsabilidad es de quien haya hecho la aspersión aérea, es decir, del ingenio si ha aplicado con equipos propios, o del proveedor de servicios de aplicación aérea si fue contratado para esa labor. Actualmente, las aplicaciones realizadas en el valle del río Cauca son de alta calidad y siguen estrictamente las normas vigentes para las aplicaciones aéreas de agroquímicos con el propósito de minimizar los daños en cultivos vecinos.

Aeronaves utilizadas para aplicación de productos maduradores en caña de azúcar:



Avioneta



Avión liviano



Helicóptero

Boquillas utilizadas para aspersiones aéreas de maduradores:



Aspersor rotatorio (avioneta)



Boquilla rotativa (avión liviano)

Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en aeronaves:

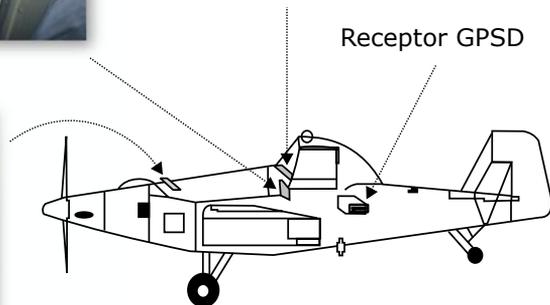
Computadora GPS



Antena GPSD
(GPS Diferencial)

Receptor GPSD

Barra de luces exterior



Preparación de la mezcla para aplicación:

El auxiliar de pista utiliza la indumentaria de seguridad requerida y prepara la mezcla de los productos de acuerdo con la formulación.



Infraestructura de la pista principal o base aérea que cumple con las exigencias de protección ambiental: plataforma pavimentada; sistema de tratamiento con carbón activado y piscina de evaporación para contingencias de posibles derrames de agroquímicos.



Actividades después de la aplicación: lavado general de la aeronave; destrucción de etiquetas y triple lavado de envases de productos; perforación de envases y separación de tapas para su disposición final.



Campo donde se observa el amarillamiento leve de las cañas que recibieron madurador en contraste con las áreas dejadas como franjas de seguridad.



Secuencia para la aplicación de maduradores en caña de azúcar

Actividad	Detalle
1. Programación de las aplicaciones	El jefe de maduradores elabora el programa de aplicaciones según el informe cronológico de las suertes con más de 9 meses de edad y en función de la edad de cosecha programada.
2. Aprobación del programa de aplicaciones	Los gerentes de campo y cosecha, y los jefes de zona y agronomía aprueban el programa de aplicaciones; se fijan las fechas.
3. Visitas al campo	El jefe de maduradores o el supervisor de campo realizan visitas previas al campo para comprobar el estado del cultivo, estimar la producción, identificar cultivos vecinos y obstáculos para la aeronave, informar a los vecinos sobre la aplicación y verificar los mapas de riesgo.
4. Marcación de planos	El supervisor de campo señala en el plano respectivo la dirección del vuelo, la presencia de obstáculos, las franjas de protección y la ubicación de las banderas fijas.
5. Selección del producto, la dosis y el volumen de aplicación	El jefe de maduradores o el Ingeniero Agrónomo autorizado escribe las recomendaciones de producto, dosis y volumen de mezcla por aplicar en cada lote de acuerdo con: variedad de caña, producción de caña estimada, características del suelo, porcentaje del cultivo volcado, cultivos vecinos, condiciones climáticas.
6. Selección del equipo de aplicación	El jefe de maduradores selecciona el equipo de acuerdo con: seguridad y experiencia, rendimiento (ha/h); capacidad del tanque (galones); capacidad de maniobra; GPS; costos; ubicación; equipo de aspersión; tratamiento ambiental; pólizas de responsabilidad; exámenes médicos al personal; tarjeta de Aplicador de Insumos Agrícolas vigente.
7. Programación de los vuelos	El jefe de maduradores programa los vuelos, para lo cual conforma bloques de suertes para aplicaciones y ubica sitios de aprovisionamiento de las aeronaves. Elabora las planillas de programación.
8. Informe a los propietarios o administradores	El jefe de maduradores o el asistente técnico de los proveedores designado por el ingenio azucarero informa al propietario del cultivo la fecha programada para la aplicación.

9. Delimitación de las áreas por aplicar	Los auxiliares de campo, de acuerdo con las indicaciones del supervisor y con la aprobación del jefe de maduradores, identifican las franjas de seguridad mediante la colocación de banderas blancas en los límites de las áreas por aplicar (bandereo fijo).
10. Distribución de los productos y el personal	El jefe de maduradores o el Ingeniero Agrónomo autorizado ordena la salida de los productos y garantiza el transporte de éstos y del agua a los sitios de aprovisionamiento, así como el traslado del supervisor de campo y los auxiliares hasta la pista. El jefe se traslada al campo donde se llevará a cabo la aplicación.
11. Vuelo de reconocimiento	El piloto realiza un vuelo de reconocimiento para verificar: localización de lotes; estado del cultivo; presencia de cultivos vecinos; presencia de obstáculos.
12. Preparación de la mezcla	Los auxiliares de pista deben cumplir con todas las medidas de seguridad establecidas para la aplicación de agroquímicos, utilizar agua de buena calidad para las mezclas y seguir las normas de manejo de empaques y recipientes (triple lavado de envases).
13. Aprovisionamiento de la aeronave	Los auxiliares de pista son responsables de cargar en el tanque de la aeronave la mezcla por aplicar, tarea que se realiza con el motor de la aeronave apagado. El supervisor de campo vigila la operación.
14. Revisión de las boquillas	El supervisor de campo verifica el funcionamiento de las boquillas. Las novedades se registran en la planilla.
15. Aplicación del madurador	El jefe de maduradores y el piloto de la aeronave verifican que se den las condiciones meteorológicas para el éxito de la aplicación: humedad relativa >60%; temperatura <28 °C; velocidad del viento <7 km/h; dirección del viento en sentido contrario a los cultivos vecinos.
16. Labores posteriores a la aplicación	Los auxiliares de pista recogen los residuos líquidos de las mezclas y los entregan al supervisor de campo. Los auxiliares de campo recogen las banderas fijas colocadas en el campo. El jefe de maduradores registra lo pertinente de la operación en la planilla de programación de vuelos y elabora un informe para enviar a la División de Cosecha, con copia al proveedor del servicio de aplicación. Se realiza el traslado de la aeronave a la base donde ésta y su equipamiento para aplicación se lavan completamente.
17. Visitas posteriores a la aplicación	El jefe de maduradores o el supervisor de campo inspecciona los campos que recibieron la aplicación y las áreas vecinas, y comprueba y registra posibles daños.

Normas para la aplicación de maduradores en caña de azúcar

En la aplicación de maduradores en caña de azúcar se debe dar cumplimiento a lo estipulado en los decretos y resoluciones siguientes:

- Decreto No.1843 (22 Jul., 1991) expedido por el Ministerio de Salud Pública.
- Resolución No.3079 (19 Oct., 1995) expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
- Resolución No.1068 (24 Abr., 1996) expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
- Resolución No.00099 (12 Sep., 2000) expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Seccional Valle del Cauca.

A continuación se presentan algunos apartes de las normas anteriores. Para mayor claridad y seguridad se recomienda consultar los textos originales y mantener vigilancia acerca de los cambios que se puedan presentar al respecto.

Resolución No. 00099 (12 SEP., 2000) expedida por el ICA, Seccional Valle del Cauca

Artículo segundo. Autorizar las aplicaciones por vía aérea o terrestre de herbicidas, defoliables, reguladores fisiológicos y de maduradores de caña en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca, siempre y cuando exista recomendación escrita y firmada por un Ingeniero Agrónomo con tarjeta profesional vigente expedida por el Ministerio de Agricultura.

Parágrafo 1. Las aplicaciones aéreas de herbicidas, defoliables, reguladores fisiológicos y de maduradores de caña de azúcar, sólo podrán ser efectuadas a más de doscientos (200) metros de distancia de otros cultivos o de explotaciones pecuarias y forestales.

Parágrafo 2. En toda área en donde se vaya a realizar una aplicación por vía aérea de herbicidas, defoliables, reguladores fisiológicos y de maduradores de caña de azúcar, debe estar presente un Ingeniero Agrónomo en el momento de la aplicación con los instrumentos apropiados, verificando que las condiciones meteorológicas prevalentes al momento de la aplicación sean las

adecuadas, con el propósito de ordenar la suspensión de la operación cuando éstas sean adversas.

Artículo tercero. Los daños que se ocasionen por la aplicación de herbicidas, defoliadores, reguladores fisiológicos y de maduradores de caña de azúcar a cultivos vecinos u otras explotaciones cercanas serán responsabilidad del agricultor, de quien ordenó la aplicación, de la empresa que hace la aplicación terrestre o de la empresa de aviación agrícola, según el caso.

Artículo quinto. Se prohíbe colocar banderas dentro de la franja de seguridad. Estas deben ser colocadas entre el inicio y el final del área que recibe la aplicación.

Resolución No.1068 (24 ABR., 1996) expedida por el ICA (aportes del Manual Técnico en materia de aplicación de insumos agrícolas)

Profesionales que prescriben y agricultores

Obligaciones de los profesionales que prescriban plaguicidas de uso agrícola. Los profesionales que formulen o prescriban productos de uso agrícola deberán cumplir las obligaciones siguientes:

- Poseer tarjeta profesional y consignar su número y firma en los informes escritos o recomendaciones dirigidos al agricultor.
- Recomendar sólo productos agrícolas con registro de venta o de uso del ICA teniendo en cuenta las fechas de vencimiento, los usos autorizados en las etiquetas y los períodos de carencia o intervalos de veda entre la última aplicación y la cosecha.
- Colaborar con el ICA y las autoridades de salud y del medio ambiente en la detección y cuantificación de residuos en productos de cosecha y aguas.
- Revisar y mantener información actualizada sobre prohibiciones y restricciones de plaguicidas registrados y su uso permitido en el país.
- Colaborar con los programas de capacitación, información y motivación a los agricultores, operarios, propietarios de explotaciones agrícolas y de bodegas de almacenamiento de productos vegetales.

Obligaciones de los agricultores. Los agricultores y los almacenadores de productos vegetales que demanden el servicio de aplicación de agroquímicos están obligados a:

- Presentar ante la empresa de aplicación la formulación realizada por un Ingeniero Agrónomo debidamente identificado con tarjeta profesional.
- Adquirir únicamente productos que tengan registro de venta o de uso del ICA con fecha vigente.
- Señalizar los sitios de acceso a las áreas de aplicación con el símbolo internacional de **PELIGRO** y un aviso que indique: “Peligro. Área Tratada con Plaguicidas. Si necesita entrar, Use Equipo de Protección”. Estos avisos deberán ser de material resistente a la intemperie, en tamaños fácilmente legibles a una distancia mínima de 20 m y no podrán ser retirados antes del vencimiento del período de reentrada establecido y considerando en las etiquetas de los productos.
- Instalar bandereo fijo de los lotes o áreas a tratar, siguiendo las instrucciones impartidas por la empresa aplicadora que realice el vuelo.
- Avisar a los vecinos sobre el día y hora de la aplicación con el fin de que tomen las medidas necesarias para la protección de personas y alimentos y explotaciones agrícolas, pecuarias y acuícolas, especialmente cuando se trate de especies susceptibles a la acción nociva de los plaguicidas.
- Evitar las aplicaciones de plaguicidas en los períodos de carencia, o sea, en los intervalos de veda entre la última aplicación y la cosecha. Estos intervalos aparecerán impresos en el lado derecho de la etiqueta de los productos y serán aprobados por el ICA y por el Ministerio de Salud.
- Destruir los empaques o envases vacíos de conformidad con las instrucciones de las autoridades de salud y del medio ambiente.

Empresas de aplicación de insumos agrícolas. A más de la puesta en práctica de los buenos conocimientos técnicos y del criterio profesional de las personas acreditadas, a continuación se dan a conocer los principales aspectos relacionados con la asesoría, supervisión y control de las actividades de aplicación de insumos agrícolas, que se deben tener en cuenta en un momento dado:

Obligaciones de los aplicadores. Toda persona natural o jurídica que se dedique a la aplicación comercial de productos insumos o agrícolas reglamentados en la Resolución ICA no. 3079/95 deberá cumplir con las obligaciones siguientes:

- Inscribirse ante la Dirección Seccional del ICA mediante solicitud escrita debidamente firmada por el representante legal. Esta inscripción tiene carácter indefinido, pero podrá ser cancelada en cualquier momento cuando se incumpla alguna de las obligaciones establecidas en el manual técnico y demás disposiciones vigentes.
- Suscribir una póliza de garantía por daños a terceros, expedida por una compañía de seguros a favor del ICA, en la cuantía que establezcan los consejos seccionales de plaguicidas, destinada exclusivamente a cubrir los daños ocasionados por efectos de una deficiente aplicación.
- Emplear únicamente operarios que cuenten con la respectiva credencial de aplicador de plaguicidas agrícolas, expedida por entidad docente autorizada o acreditada por el ICA.
- Mantener los equipos de aplicación en óptimas condiciones de funcionamiento y calibración, a fin de evitar riesgos para la salud del operario y lograr aplicaciones eficientes, eliminando problemas de fugas, derrames, contaminación y pérdidas del producto que puedan causar daños a la comunidad y al medio ambiente.
- Comprobar el cumplimiento de todas las medidas preventivas y de seguridad establecidas por las entidades de salud y del medio ambiente, tanto en el área de aplicación como en las zonas vecinas.
- Dejar franjas mínimas de seguridad en relación con cultivos susceptibles, cuerpos de agua, carreteras, núcleos de población humana o animal y cualquier otra área que requiera protección ambiental especial.
- Revisar y mantener información actualizada para sus clientes sobre restricciones y prohibiciones en el uso de los plaguicidas registrados en el país.

- Colaborar en la información y motivación hacia los agricultores y operarios en aspectos relacionados con el uso y manejo correcto, seguro y eficaz de los plaguicidas y demás insumos agrícolas.
- Exigir a los propietarios de los cultivos o bodegas tratados la señalización de los sitios de acceso con el símbolo internacional de **PELIGRO** y un aviso que indique: “Peligro, Área Tratada con Plaguicidas. Si necesita entrar, Use Equipo de Protección”. Estos avisos deberán ser de material resistente a la intemperie, en tamaños fácilmente legibles, a distancia mínima de 20 metros, y no podrán ser retirados antes del vencimiento del período de reentrada establecido y consignado en las etiquetas de los productos.
- Diligenciar dentro del término fijado los formularios que para fines estadísticos le suministre el ICA.
- Informar oportunamente al ICA los cambios de dirección o de compromisos que modifiquen la información inicial suministrada en su inscripción.
- Brindar el apoyo y las facilidades a los funcionarios del ICA, o a aquellos debidamente acreditados, para la práctica de visitas de supervisión y control técnico.
- Colaborar con el ICA, las autoridades de salud y del medio ambiente en la detección y cuantificación de residuos de plaguicidas en productos de cosechas, suelos y aguas.
- Exigir al agricultor el bandereo fijo de los lotes a tratar, para lo cual la empresa hará las recomendaciones del caso al momento de contratar el servicio.
- No aceptar del agricultor envases y empaques abiertos de los productos a aplicar. En caso contrario, se debe dejar constancia escrita de la novedad.
- Utilizar aguas de óptima calidad para la mezcla de plaguicidas, especialmente en lo relacionado con pH, dureza y contenido de sedimentos (arcilla o materia orgánica). El ICA brindará la asesoría necesaria sobre este particular, especialmente para el establecimiento de la infraestructura para el estudio y análisis de las aguas.
- Disponer, como mínimo, en cada una de las pistas de dos (2) tanques de mezcla impermeabilizados, aforados y construidos sobre el nivel del suelo en forma segura y técnica, que permitan mezclar por separado

los herbicidas de otros agroquímicos y que impidan el contacto directo o la inhalación de estas sustancias por parte de los operarios.

- Dar a los auxiliares de base y de pistas la capacitación requerida, bien directamente o permitiendo la asistencia a los cursos y eventos que ofrezcan el ICA, las autoridades de salud y del medio ambiente o las entidades acreditadas, con el fin de lograr el uso y manejo seguro de plaguicidas y demás insumos.
- Exigir a los agricultores y propietarios de las explotaciones agrícolas demandantes del servicio de aplicación que informen a los vecinos sobre la fecha y hora de aplicación, con el fin de que adopten las medidas necesarias para la protección de personas, alimentos, explotaciones agrícolas o pecuarias, especialmente cuando se trate de especies susceptibles a la acción de los plaguicidas.
- Contratar asesoría técnica no inferior a 40 horas mensuales con un profesional que posea tarjeta vigente, con el fin de mantener el nivel técnico de la empresa.

Obligaciones de los pilotos de aviación agrícola. Los pilotos de aviación agrícola deben cumplir con las obligaciones siguientes:

- Realizar todas las aplicaciones de volúmenes alto, bajo y ultrabajo teniendo en cuenta las condiciones adecuadas de velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, velocidad y altura de vuelo, y las restricciones de uso relacionadas con las dosis de acuerdo con la formulación técnica de un Ingeniero Agrónomo acreditado.
- Realizar las aplicaciones utilizando un sistema adecuado de bandereo fijo. En todos los casos queda prohibido el bandereo efectuado por personas.
- No sobrevolar poblaciones, acueductos, escuelas y demás lugares que representen riesgo para la salud de las personas, la sanidad animal y vegetal o para el ambiente. Cuando por alguna emergencia se vea obligado a descargar el contenido del tanque de la aeronave, deberá comunicar del hecho inmediatamente a las autoridades de salud, a la Corporación Autónoma Regional (CVC), a la alcaldía de la localidad o al ICA, según sea el caso.

- No aplicar plaguicidas sobre viviendas o instalaciones pecuarias o acuícolas localizadas dentro del campo a tratar, áreas de protección de cuerpos de agua, parques naturales y zonas de reserva o vedadas para tal fin.
- No intervenir en la manipulación directa de plaguicidas —ésta es una función sólo de personal capacitado y autorizado—, aunque sí podrá propender a que la preparación de las mezclas se haga correctamente.
- Colaborar con la empresa en el buen mantenimiento del equipo de aplicación de la aeronave, con el fin de garantizar su buen funcionamiento y calibración, de acuerdo con los volúmenes de aplicación requeridos.

Conceptos para los permisos de operación de la Aerocivil. De acuerdo con la coordinación que debe existir entre las diferentes entidades oficiales, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil exige a los empresarios de la aviación agrícola y a los propietarios y explotadores de pistas para el desarrollo de la actividad un concepto técnico que debe expedir el ICA, previo al otorgamiento de los Permisos de Operación.

A continuación se presentan los diferentes requisitos que se deben cumplir ante el ICA para la obtención de los respectivos conceptos previos que autorizan el funcionamiento de las bases principales y pistas auxiliares:

- Nombre o razón social y dirección del solicitante.
- Nombre de la base principal y de las pistas auxiliares, su ubicación y propiedad.
- Relación de las aeronaves con sus números de matrículas y descripción de marca, modelo y carga útil.
- Descripción de los equipos de aplicación instalados en las aeronaves y disponibilidad cuantificada de repuestos.
- Información sobre los tanques de mezclas disponibles en sus bases y sus características.
- Información sobre el origen de la fuente de agua que va a ser utilizada, su forma de almacenamiento, aprovisionamiento y calidad según su

pH y dureza, así como el tratamiento a que será sometida antes de mezclarla con plaguicidas.

- Descripción de las instalaciones disponibles para el almacenamiento de productos.
- Listado del personal de pilotos y auxiliares de pista que participarán en las labores de aplicación, con su respectivo número de carné de aplicador expedido por el Ministerio de Salud o por las seccionales de salud, según el caso.
- Cada uno de los auxiliares de pista debe tener la certificación expedida por el ICA u otra entidad reconocida relacionada con asistencia técnica y la aprobación de un curso teórico-práctico con una intensidad mínima de 60 h sobre manejo seguro de productos, uso adecuado y mantenimiento de equipos de aplicación.
- Lugar y fecha de presentación de la solicitud ante el ICA.
- Recibo de pago expedido por la tesorería del ICA, según tarifa establecida.
- Una vez radicada la solicitud en la oficina respectiva, el Director Seccional del ICA o su representante debidamente acreditado, realizará una visita técnica de comprobación.
- Previo el cumplimiento de los requisitos exigidos, el Director Seccional del ICA expedirá la respectiva certificación al interesado con destino a la Aerocivil, copia de la cual enviará a la jefatura de la División de Insumos Agrícolas.

Obligaciones de los profesionales en asesoría técnica de las empresas.

Los profesionales responsables del servicio de asesoría técnica a las empresas de aplicación por vía aérea y en productos vegetales almacenados, deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

- Capacitar y entrenar a los operarios y auxiliares de aplicación sobre las diferentes prácticas, técnicas, precauciones y conductas a seguir en el uso y manejo de plaguicidas y la disposición final de desechos tóxicos.
- Vigilar periódicamente los procedimientos y prácticas adelantados por los operarios en el manejo de los equipos de aplicación, preparación

de las mezclas, observancia de medidas de precaución y uso de los elementos de protección personal.

- Vigilar con la periodicidad requerida el cumplimiento de los controles y los exámenes médicos a los funcionarios.
- Asesorar a la empresa encargada de las aplicaciones en el envío a la Dirección Seccional del ICA y al Servicio Seccional de Salud de la relación trimestral sobre las aplicaciones de productos. En la información dirigida al ICA se deben incluir el nombre comercial del producto, el número del registro de venta, la dosis, la finca y su ubicación, el tipo de cultivo, el área de aplicación, el volumen aplicado por área, el nombre del profesional responsable de la formulación con el número de su tarjeta profesional y la fecha de presentación del informe escrito.
- Revisar y mantener información actualizada para la empresa sobre prohibiciones y restricciones a los plaguicidas registrados y aquellos registrados y de uso permitido en el país.
- Participar en acciones de educación a la comunidad sobre aspectos sanitarios y de manejo integrado de cultivos (MIC) para facilitar la implementación de prácticas agronómicas sostenibles.

Visitas de supervisión a las empresas de aplicación. Los funcionarios del ICA y los profesionales o personas acreditados que realicen actividades en el área de la supervisión de la aplicación de insumos agrícolas deberán velar por el cumplimiento de las normas establecidas, mediante visitas frecuentes programadas en los proyectos operativos y sin aviso previo a las instalaciones de las empresas, pistas auxiliares y lugares de aplicación:

- Si durante la visita se encuentran fallas o infracciones a las normas, el profesional del ICA o acreditado hará las recomendaciones del caso y fijará un plazo prudencial para su cumplimiento, al cabo del cual realizará una nueva visita. En caso de reincidencia o incumplimiento de lo solicitado se dejará constancia en un informe técnico firmado por el funcionario y por el usuario, con copia para este último. Dependiendo de la gravedad del caso, se debe informar a la Dirección Seccional del ICA, para que con el apoyo de la División de Insumos Agrícolas se estudien las medidas que sea necesario ejecutar.

- Durante las visitas de asesoría o supervisión es necesario dejar copia del formato correspondiente firmado por el funcionario y por el usuario, en el cual se consignarán las observaciones y las recomendaciones a que haya lugar así como el plazo para su cumplimiento.
- Para mantener la historia de cada empresa, la oficina local del ICA debe abrir un archivo para cada una de ellas donde aparezcan los documentos, copias de las visitas técnicas y de asesoría, recomendaciones, amonestaciones, solicitudes tramitadas, sanciones y, en general, todos sus antecedentes.
- Las visitas a fincas de agricultores serán realizadas por personas e instituciones acreditadas y tendrán por finalidad evaluar la calidad de las aplicaciones aéreas o terrestres, recopilar información técnica o estadística, desarrollar trabajos de ajuste de tecnologías y atender reclamos por problemas derivados de las aplicaciones de agroquímicos.

Reclamos por daños. Cuando por alguna circunstancia un agricultor o propietario de explotación agrícola, pecuaria, forestal o acuícola reciba perjuicio como consecuencia de una deficiente aplicación, podrá diligenciar la Forma 3-033 'Hoja de Reclamo' (Anexo 4) y presentarla ante la oficina del ICA o ante la autoridad delegada, en un término no mayor a los cinco (5) días después de detectado el daño. La solicitud debe ser respaldada con un concepto escrito de un Ingeniero Agrónomo.

Con base en la solicitud presentada, el ICA directamente a través de sus funcionarios o por intermedio de un acreditado, realizará la visita al área afectada y rendirá el informe correspondiente; los costos de la visita serán por cuenta del reclamante. Con base en este informe, el ICA dará respuesta al interesado para los fines pertinentes, ante las autoridades competentes.

Glosario

Abreviaturas:

gl	galón	lt	litro
h	hora	m	metro
ha	hectárea	min	minuto
i.a.	ingrediente activo	ml	mililitro
km	kilómetro	seg	segundo

Ancho de faja	Distancia que cubre la cortina de aspersión del producto en cada pasada. El ancho efectivo que cubre una aeronave asperjando sobre un campo es función del tipo de aeronave y de la altura de vuelo sobre el cultivo. Para aviones livianos y una altura de vuelo entre 2 y 3 m, el ancho de faja debe ser de 18 m. Para avioneta tipo Cessna y helicóptero con altura de vuelo entre 2 y 3 m sobre el follaje el ancho de faja debe ser de 20 m.
Anemógrafo	Instrumento que registra, mediante una gráfica, la velocidad del viento en función del tiempo.
Anemómetro	Instrumento que mide la velocidad y la dirección del viento.
Aplicación en 'carrusel'	Método de aplicación que consiste en dividir un campo de grandes dimensiones en dos secciones de igual número de fajas por aplicar, definidas por líneas de referencia paralelas ubicadas una en un extremo del campo y la otra en el centro del mismo. La aeronave debe iniciar la aplicación por la línea de referencia del extremo en su primera pasada para después ingresar al campo por la línea de referencia del centro; a continuación debe regresar y hacer la segunda pasada del extremo, por la faja contigua a la cubierta inicialmente, y luego cubrir la que sigue a la del centro, y así sucesivamente hasta cubrir todo el campo.
Aplicación en franjas continuas	Sistema de aplicación que consiste en hacer pasar la aeronave aplicando los productos en forma paralela al eje de referencia indicado por la bandera o por la señal del GPS y regresando por la línea siguiente en sentido contrario.

Aspersión	Método o sistema de aplicación de un insumo agrícola en forma líquida para distribuirlo uniformemente mediante gotas sobre un área de cultivo o plantas individuales. La aplicación se realiza mediante aeronaves con equipos especiales de aspersión. Estas aeronaves pueden ser helicópteros, avionetas de ala fija y aviones livianos.
Bandera	Objeto utilizado para señalar los límites del área de aplicación de maduradores. Se compone de un asta de caña menuda (caña brava) y una tela de polipropileno de color blanco en la parte superior.
Bandereo	Sistema de señalización en un cultivo utilizando banderas que sirven de guía al piloto para obtener un buen cubrimiento del lote que se va a tratar.
Base o pista principal	Lugar en el cual una empresa de aplicación de insumos agrícolas dispone de instalaciones e infraestructura adecuadas y pista aprobada por la Aeronáutica Civil para el despegue y aterrizaje de las aeronaves, que cuenta con medios para tratamiento ambiental.
Bioticón	Es un bioestimulante usado como madurador en caña de azúcar compuesto por una mezcla de aminoácidos, ácido giberélico y potasio.
Boquilla	Parte del equipo de aspersión por donde sale la mezcla asperjada.
Coadyuvante o surfactante	Sustancia o mezcla de sustancias que se adiciona a un plaguicida químico, madurador y productos afines para facilitar su aplicación, mejorar su acción o conservar sus características fisicoquímicas.
Dirección del viento	Corresponde al rumbo o la medida en grados de la procedencia del viento en un lugar determinado.
Dosis	Cantidad de producto comercial que se requiere aplicar sobre una unidad de área determinada para incrementar el contenido de sacarosa en el cultivo de la caña de azúcar.
Empresa de aplicación	Persona natural o jurídica dedicada a la aplicación comercial de insumos agrícolas en cultivos por vía aérea.
Equipo de aplicación aérea	Aeronave y conjunto de accesorios instalados en ella, necesarios para asperjar o dispersar de una forma técnica los insumos agrícolas sobre los cultivos.

Formulación	Es la recomendación escrita expresada en dosis y formas de uso de un producto o productos para conseguir un efecto biológico, realizada por un profesional idóneo.
GPS	Sistema de posicionamiento global (GPS, en inglés) utilizado en la navegación para guiar las aeronaves en la aplicación de agroquímicos sin necesidad de colocar señales o banderas en tierra.
Higrómetro	Instrumento que sirve para medir el grado de humedad del aire.
Humedad relativa	Es la relación entre el contenido real y el máximo contenido de humedad posible que podía contener el aire en ese mismo momento. El máximo contenido de humedad posible en el aire depende de la temperatura. La humedad relativa se expresa en términos porcentuales.
Ingrediente activo	Compuesto químico, presente en una formulación, que ejerce la acción plaguicida.
Madurador	Producto que aplicado al follaje de la caña de azúcar incrementa el contenido de sacarosa en los tallos. Puede ser regulador de crecimiento o bioestimulante.
Micronair	Es un atomizador o aspersor rotatorio usado en la aspersión de agroquímicos por vía aérea. Usa un cilindro de malla para producir las gotas que son asperjadas. La rotación del cilindro se produce gracias al giro de tres aletas conectadas a él y que son movidas por el flujo de aire durante el vuelo de la aeronave.
Parámetros de aplicación	Condiciones físicas y técnicas que se deben cumplir para realizar una eficiente aplicación aérea de los insumos agrícolas.
Plaguicida	Todo agente de naturaleza química, física o biológica que solo, en mezcla o en combinación se utilice para la prevención, represión, atracción, o control de insectos, ácaros, agentes patógenos, nemátodos, malezas, roedores u otros organismos nocivos a los animales, las plantas y sus productos derivados, la salud o la fauna benéfica. La definición también incluye los productos utilizados como defoliantes, reguladores fisiológicos, feromonas y cualquier otro producto que a juicio de los ministerios de Salud o Agricultura se considere como tal.

Pista auxiliar	Es aquella que por necesidad de operación se utiliza esporádicamente. En ella sólo se pueden efectuar operaciones de aprovisionamiento de combustibles y productos de aplicación agrícola. En ningún caso se puede efectuar el lavado de aeronaves ni equipos de aplicación (Artículo 95, Decreto no.1843 de 1991, Ministerio de Salud Pública).
Suerte	Es un área limitada de terreno, aunque de tamaño variable, que corresponde a una unidad administrativa dentro de una finca o hacienda.
Temperatura máxima	Es el mayor grado de calor del aire durante un determinado período de observación, en este caso, durante la aplicación del madurador.
Termógrafo	Instrumento que registra, mediante una gráfica, las variaciones de la temperatura a través del tiempo.
Termómetro	Instrumento que sirve para medir la temperatura.
Veleta	Instrumento que indica la dirección del viento.
Velocidad del viento	Rapidez con la que se desplaza el aire en función de la distancia y el tiempo, se mide en m/seg, km/h, o millas/h.
Volumen de aplicación	Es la cantidad de mezcla que es aplicada por unidad de área. La mezcla está formada por el madurador y los coadyuvantes que se van a aplicar, más el portador que generalmente es agua.

Referencias bibliográficas

- Arcila Arias, J. 1986. Maduración química de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). En: *Tecnicaña. El cultivo de la caña de azúcar. Memorias del curso dictado en Cali, 28 julio-1 agosto, 1986, Cali, Tecnicaña.* p. 323-347.
- Buenaventura Osorio, C. E. 1986. Evaluación de la aplicación de madurantes químicos en caña de azúcar en Colombia. Cali, Documento de Trabajo, no. 090, CENICAÑA. 20 p.
- Cuéllar Cano, J.; Castro, J.C.; y Arana D., C. H. 1997. Bioestimulantes de biomasa y rendimiento aplicados en la época de maduración de la caña con y sin glifosato. En: *Cuarto Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, Cali, 24-26 septiembre, 1997. Memorias Tecnicaña 1:401-409.*
- Franz, J. E.; Mao, M. K.; y Sikorski, J. A. 1997. Glyphosate: A unique global herbicide. ACS Monograph 189. American Chemical Society. Washington, DC. 653 p.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1996. Aplicación de Insumos Agrícolas. Manual Técnico, Resolución no. 1068 de 1996. Santafé de Bogotá, D.C. 48 p.
- _____. 1995. Normas del ICA en Materia de Insumos Agrícolas – Bioinsumos, abonos, enmiendas, acondicionadores, reguladores fisiológicos, coadyuvantes y plaguicidas, Resolución no. 3079 del 19 de octubre de 1995. Santafé de Bogotá, D.C. 43 p.
- ICA Seccional del Valle del Cauca. 2000. Resolución no. 00099 del 12 de Septiembre de 2000. Cali, Colombia. 2 p.
- ICI Agrochemicals. 1987. Fluazifop-P-butil: Su seguridad a la salud humana y el medio ambiente. Boletín Agroquímica. 8 p.
- Ministerio de Salud Pública de Colombia. 1991. Decreto No. 1843 del 22 de julio de 1991. Se reglamenta el uso y manejo de plaguicidas. En: *Diario Oficial de La República de Colombia, Santa Fe de Bogotá, 26 de agosto de 1991.* 24 p.
- Monsanto. sf. Roundup herbicida de Monsanto. Manual técnico. 16 p.
- Pérez, S.; Calero, C. X.; y Jaramillo, J. M. 2000. Manejo de envases plásticos de agroquímicos. Carta Trimestral CENICAÑA 22(4):25-27.
- Rodríguez, N. M. sf. Calidad de agua y agroquímicos. Agronort insumos agropecuarios. <http://www.agronort.com/informacion/calidagua.html>
- Vásquez Quintero, H. y Arcila Arias, J. 1984. Análisis de la aplicación comercial de madurantes en el Ingenio Risaralda. En: *Primer Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, Cali, 28-30 noviembre, 1984. Memorias Tecnicaña 1:347-364.*
- Villegas T., F. 1992. Avances de la investigación con madurantes. Cali, Documento de trabajo, no. 265. CENICAÑA. 18 p.

-
- _____ y Arcila A., J. 1995. Uso de madurantes. En: Cassalet, C.; Torres, J.; e Isaacs, C. (eds.). CENICAÑA. El Cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia. Cali, CENICAÑA. p. 315-335.
- _____ ; Torres, J. S.; Besosa, R.; Gaviria, L. F.; y Domínguez, J. C. 2000. Respuesta de la variedad CC 85-92 a los maduradores. En: Quinto Congreso Colombiano de La Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar (Tecnicaña), Cali, 4-6 octubre de 2000. Documento de trabajo no. 442, CENICAÑA. 21 p
- Yang, S. J. 1981. Study on chemical ripening of sugarcane in the Cauca Valley. Cali. Documento de trabajo no. 047, CENICAÑA. 22 p.
- _____ y Buenaventura Osorio, C. E. 1984. Aplicación de madurantes químicos para aumentar la producción de azúcar en el Valle del Cauca, Cali. Documento de trabajo, no. 045, CENICAÑA. 29 p.

Anexos

Anexo 1

Modo de acción de los bioestimulantes utilizados como maduradores en caña de azúcar

Las especies vegetales sintetizan los aminoácidos necesarios para la formación de proteínas a partir de glucosa y nitrógeno mineral. Para esta síntesis y la de proteínas la planta realiza un consumo energético importante. Actualmente se están suministrando directamente a la planta algunos aminoácidos con el propósito de conseguir un ahorro energético y obtener así una respuesta rápida en el desarrollo vegetativo. Estos aminoácidos forman diferentes proteínas, la mayoría enzimas, que actúan sobre una multitud de procesos que ayudan a la planta a producir más con mejor calidad. En general, los aminoácidos se caracterizan por ser, en mayor o menor grado, directamente asimilables por las plantas y su absorción no depende de la función clorofílica; es decir, pasan a través de la epidermis al torrente circulatorio de la planta. Su absorción y desplazamiento interno ocurren de manera rápida después de la aplicación y emigran de forma inmediata hacia las partes de la planta en crecimiento activo.

Una de las ventajas de la aplicación de fertilizantes que contienen aminoácidos es su efecto bioestimulante. Los aminoácidos metabolizados de forma rápida originan sustancias biológicamente activas que vigorizan y estimulan la planta, por tanto, son de gran utilidad en los períodos críticos de los cultivos en especial cuando han soportado condiciones adversas de suelo, clima, patógenos o manejo. La aplicación de estos productos en los momentos oportunos mejora el efecto de los fertilizantes minerales.

Los aminoácidos pueden formar quelatos con microelementos como hierro, cobre, zinc y manganeso, que favorecen su transporte y absorción en el interior de los tejidos vegetales. Esta propiedad se aprovecha actualmente para mejorar la eficiencia de diferentes productos fitosanitarios sistémicos como son los herbicidas y fitoreguladores, lo que permite, inclusive, reducir las dosis de aplicación (Agrimartin, 2002).

Las giberelinas son las hormonas más comunes en las plantas y dentro de ellas la número 3 o ácido giberélico es la más abundante, no obstante, las más activas son las número 9 y 21. El desarrollo de los cultivos está regulado por la acción de diversos compuestos, entre los que se destacan carbohidratos,

proteínas, ácidos nucleicos, lípidos y hormonas. Para que un compuesto sea considerado como hormona debe ser natural, actuar en concentraciones muy bajas, ser producido y tener efecto en el mismo tejido u órgano de la planta, o movilizarse por el floema o el xilema para regular un proceso. Las giberelinas estimulan la división y la elongación celular de órganos, retardando la maduración de tejidos, inhiben la formación de raíces y flores (excepto en algunas especies sensibles al fotoperíodo), terminan la latencia de semillas y yemas y favorecen la formación de floema. Las aplicaciones hormonales que favorecen la presencia de altas concentraciones de giberelinas en los tejidos inducen la síntesis de etileno y la aparición de sus efectos típicos—inhibición del crecimiento de la parte aérea y las raíces, inducción de la maduración y senescencia de tejidos y órganos (Tecnilasa, 2001).

La caña de azúcar requiere potasio en grandes cantidades. Este nutriente hace parte de la estructura celular de la planta y participa en la asimilación de carbono, la síntesis de proteína y la formación de carbohidratos; interviene en la movilización de proteínas; es esencial para el desarrollo normal de las raíces; activa la producción de enzimas; ayuda a regular la transpiración favoreciendo la economía en el uso del agua; e incrementa la resistencia de las plantas al ataque de patógenos e insectos. Además, interviene en la fotosíntesis y en los procesos de síntesis, movilización y almacenamiento de azúcares (Lazcano-Ferrat y Marina, 2002).

Referencias bibliográficas

- Agrimartin, Grupo. 2002. Bioestimulantes.
<http://www.agrimartin.com/3.htm#Bioestimulantes>
- Tecnilasa, Dirección de Investigación y Desarrollo. 2001. Las hormonas vegetales y los fitoreguladores.
<http://www.agroenzymas.com.mx/www/noticias/hormona.html>
- Lazcano-Ferrat, I. y Marina G., M.A. 2002. El potasio, esencial para un buen rendimiento en la caña de azúcar. Foundation for agronomic research. 2002 Interpretive summaries.
<http://www.ppi-far.org>

Anexo 2

Ejemplos de las planillas utilizadas para la programación y el reporte de las aplicaciones de maduradores en caña de azúcar

- 2.1 Programación mensual de aplicación de maduradores
- 2.2 Formulación para la aplicación de maduradores
- 2.3 Programación de vuelos para la aplicación de maduradores
- 2.4 Aplicación de maduradores. Informe final de la semana No. ____
- 2.5 Relación trimestral de productos maduradores aplicados dirigida al ICA y al Servicio Seccional de Salud por la empresa de aplicación aérea.

Anexo 2.3

Empresa:		PROGRAMACIÓN DE VUELOS PARA LA APLICACIÓN DE MADURADORES										FECHA				
		Aplicador _____		Equipo _____		Piloto _____		DIA		MES		AÑO				
N° de vuelo	Hacienda	Suerte	Area (ha)		Productos (Total /suerte)			Vol. total (lt)	Hora			Cond. meteorológicas		Observaciones		
			Total	Aplicar					Inicio	Final	Dir.	Vel	T (°C)		HR (%)	
Total / vuelo																
Total / vuelo																
Total / vuelo																
Total / vuelo																
Condiciones de operación: Ancho de franja _____ m Altura de vuelo _____ m Diámetro de gotas _____ micras Vol de aplic. _____ lt/ha																
A tener en cuenta: a. Efectuar vuelo de reconocimiento. b. Revisar boquillas en cada vuelo. c. Lavar equipos al cambiar de productos. d. No aplicar lotes sin bandereo. e. Respetar las franjas de seguridad. f. Tomar las precauciones necesarias para evitar daños en cultivos vecinos. g. Suspender la aplicación cuando sea necesario.																
															_____ Jefe de Maduradores	

Anexo 3

Mapa de riesgo para la aplicación de maduradores en caña de azúcar, valle del río Cauca



El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA) es una corporación privada, sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (ASOCAÑA) en representación de la agroindustria azucarera localizada en el valle del río Cauca.

Su misión es contribuir por medio de la investigación, evaluación y divulgación de tecnología y el suministro de servicios especializados al desarrollo de un sector eficiente y competitivo, de manera que éste juegue un papel importante en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación de un ambiente productivo, agradable y sano en las zonas azucareras.

CENICAÑA desarrolla programas de investigación en Variedades, Agronomía y Procesos de Fábrica, y cuenta con servicios de apoyo en Análisis Económico y Estadístico, Información y Documentación, Tecnología Informática, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.

Los recursos de financiación durante 2003 corresponden a donaciones directas realizadas por los ingenios azucareros Carmelita, Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda, Sancarlos y Sicarare, y por sus proveedores de caña. Desde 1996 adelanta proyectos cofinanciados por otras entidades, principalmente en el marco de programas coordinados por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas" (COLCIENCIAS).

La Estación Experimental está ubicada en el corregimiento de San Antonio de los Caballeros (Florida, Valle del Cauca) donde se encuentran las oficinas de administración e investigación, la biblioteca, los invernaderos y los laboratorios de servicios analíticos. Ocupa 62 hectáreas localizadas a 3°21' de latitud norte, 76°18' de longitud oeste y 1024 metros sobre el nivel del mar. En este sitio la temperatura media anual es de 23.5 °C, precipitación media anual de 1160 mm y humedad relativa de 77%.

Las investigaciones sobre el cultivo se realizan en la estación experimental y en predios de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña. Las investigaciones de fábrica se llevan a cabo en plantas industriales seleccionadas como ingenios piloto.