

RESUMEN

La fumigación convencional por aspersión (FCA)* para el control de malezas en c. 60.000 has. de plantaciones de caucho y palma de aceite en Indonesia y Papua, Nueva Guinea se ha reemplazado por una combinación de la aplicación controlada por goteo (ACG)** y un equipo de muy bajo volumen (MBV)***. Especialmente a través de la ACG, el volumen de aspersión se redujo de 400-600 l/ha a 14-110 l/ha, con lo cual prácticamente se ha eliminado el costo del transporte de agua, que con frecuencia es un costo elevado. La productividad se ha mejorado y, por lo tanto, se han reducido los requerimientos de mano de obra y se ha adquirido una mayor flexibilidad. Así, habiendo reducido el volumen de aspersión, la actividad del glifosato se ha mejorado de tal manera que se han obtenido buenos resultados con aplicaciones de 180-270 g i.a./ha. También ha sido posible reducir la concentración de otros herbicidas. En 1983, el costo total economizado con la utilización de la ACG fue por lo menos del 40% en comparación con la FCA, y se espera que este porcentaje llegue al 50%. Es posible lograr una frecuencia aún menor de fumigación. La mayoría de los programas se basan en la ACG y utilizan adaptaciones de los equipos Micron Herbi, con boquillas Cooper Pegler VLV100 en las plantaciones jóvenes. El éxito de la fumigación rutinaria requiere que se preste atención a los detalles más sencillos, que se proporcione un buen entrenamiento, que se practique una supervisión de campo y que existe el interés administrativo.

INTRODUCCION

La aplicación de herbicidas en grandes volúmenes (400-600 l/ha) utilizando el método convencional de fumigación por aspersión (FCA), sigue siendo el método predominante para el control de malezas en las plantaciones de caucho y de palma de aceite en el Sudeste Asiático y en las regiones del Pacífico Sur. Sin embargo, la introducción comparativamente reciente de técnicas más modernas ya ha demostrado su clara superioridad en casi todos los aspectos respecto a la FCA. A pesar de que la aplicación controlada por goteo (ACG), para la cual se emplean discos rotatorios que liberan de 13 a 22 l/ha,

solamente se ha utilizado a gran escala durante unos dos años, las economías realizadas en los gastos de mantenimiento ya han sido espectaculares. Potencialmente, las economías serán aún más importantes a medida que se perfeccionen los nuevos métodos.

Los resultados de los primeros experimentos realizados en Indonesia demostraron que existen grandes posibilidades de que se reduzcan los costos de los herbicidas, del transporte de agua y de la mano de obra. Quedó demostrado que las aplicaciones de los herbicidas más comúnmente utilizados podría reducirse por lo menos en un 50% en relación con las recomendaciones de los fabricantes. Se obtuvieron resultados especialmente significativos con el glifosato, los cuales permitieron utilizar rutinariamente el Roundup a niveles inferiores a 1 l/ha (Jollands et al, 1983). Desde ese momento, también se han obtenido beneficios utilizando boquillas hidráulicas de bajo volumen (c.110l/ha) en las circunstancias en las cuales hay dificultades para utilizar los discos rotatorios.

En este estudio se describen algunos de los aspectos prácticos y de los problemas relacionados con la introducción de una técnica nueva a nivel local en grandes extensiones, tanto en Indonesia como en Papua Nueva Guinea, así como un resumen de los resultados obtenidos. Teniendo en cuenta que las condiciones varían mucho de una región a otra, las conclusiones se presentan de una manera generalizada pero se derivan de una aplicación rutinaria de campo en c.60.000 ha, así como de otros experimentos realizados.

MATERIALES Y METODOS

Equipo

Los ensayos iniciales y el trabajo de campo se llevaron a cabo utilizando máquinas Micron Herbi estándar, equipadas con boquillas azules o amarillas. Este equipo resultó adecuado para las pruebas y las demostraciones, pero rápidamente se demostró que debido a la sofisticación de su construcción, especialmente en lo referente a los circuitos, no podía soportar los rigores del uso diario en las condiciones de plantación. Por lo tanto, con base en la información disponible sobre fallas y demás proble-

Investigador de HFAS Ltd.
En inglés, Conventional Knapsack Spraying - CKS
En inglés, Controlled Droplet Application - CDA
En inglés, Very Low Volume - VLV

mas, se diseñó una nueva máquina que fue construida localmente, en la cual se utilizó únicamente la cabeza de la máquina Herbi originalmente empleada. El equipo que se está utilizando ahora comprende básicamente un eje de bajo peso (p.ej., una caja de aluminio) de aproximadamente 1,8 m de longitud, en el cual se adapta distalmente la cabeza. La fuente de energía está constituida ya sea por baterías colocadas dentro de un tubo de polietileno con terminales simples, o por una batería de motocicleta, recargable, de 6V, colocada cerca a la punta de la lanza. El cableado se ha dejado deliberadamente al exterior y visible en su totalidad, atado con cintas cuando es necesario, de tal manera que las fallas puedan verse y rectificarse rápidamente. Cerca de la mano del operario se ha colocado un interruptor sencillo de prendido/apagado. El tanque original de 2,5 l para la aspersión se cambió por un tanque plástico de 5 l, similar a los tanques en los que habitualmente se suministra el herbicida. Este tanque está colocado aproximadamente en la parte inferior de la lanza, asegurado con ganchos metálicos atornillados a la lanza. Para darle mayor estabilidad, se ha fijado en canasta metálica asegurada con los ganchos y que descansa sobre un soporte metálico provisto de almohadillas de caucho. La colocación del tubo plástico para la salida de la aspersión se hace rápidamente, utilizando "Araldit", y no se requiere el tubo de escape de aire si se hacen unos orificios pequeños en la tapa del llenador. Es preferible adaptar un filtro en línea, así como una tapa de flujo on-off. Para un surco más ancho, como por ejemplo en los círculos de maleza que se crean en las palmas de aceite maduras, se requiere construir y utilizar una máquina de doble cabeza. Este diseño permite muchas variaciones. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que el factor que más contribuye a reducir la pérdida de tiempo es justamente esa sencillez del diseño que no solamente permite evitar las fallas en la mayor medida posible sino que también permite repararlas en el campo mismo tan pronto como se presentan.

Para la aplicación con boquillas hidráulicas de bajo volumen, se utilizan boquillas Cooper Pegler VLV 100 y VLV200, de preferencia VLV100, adaptadas. cuando es posible, a máquinas CP3 o CP15. Con las boquillas VLV50 se hicieron únicamente pruebas iniciales, ya que se bloqueaban rápidamente. El método de aplicación está de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Herbicidas y aditivos

La elección de los herbicidas utilizados dependió considerablemente de la disponibilidad local, espe-

cialmente en Indonesia. Inicialmente se utilizó el paraquat (como Gramoxone), pero su concentración con el método CDA es tal que se intensifica el riesgo para el usuario. Por lo tanto, ahora se tiende a no utilizarlo. La mayoría de los programas de aspersión utilizan ahora glifosato y 2,4-D amina. Con el Roundup es frecuente el uso de adyuvantes tales como sulfato de amonio al 5% o urea, y se han hecho experimentos con Ethokem T25 al 0,5% y al 2%. Se han hecho ensayos en líneas de vegetación dentro de las plantaciones, generalmente de unos 50 m de largo como mínimo, y con un mínimo de tres réplicas por tratamiento, utilizando los procedimientos estándar para la prueba de herbicidas. En general no se han hecho ensayos a largo plazo, ya que cualquier tratamiento que ofrezca buenas posibilidades se incorpora rápidamente a la plantación. Así, las conclusiones sobre los efectos a largo plazo se han sacado de los resultados a gran escala. En las plantaciones se han desarrollado procedimientos rutinarios que han dado un buen grado de consistencia en las tasas de aplicación, las cuales se verifican tanto mediante la medida de las tasas ordinarias de flujo como por las cantidades récord utilizadas en grandes unidades de trabajo de extensión conocida.

RESULTADOS

Equipo

Los resultados obtenidos con un gran número de máquinas ensambladas localmente han demostrado que, aunque no son especialmente elegantes, han sido muy eficaces. Sólo se requiere un mantenimiento sencillo y rutinario, y el daño es mucho menor cuando se responsabiliza a los operarios individualmente de máquinas específicas. Se han intentado muchas variaciones del diseño básico descrito. Por ejemplo, se han propuesto encerrar los cables dentro de las lanzas, separar de las lanzas las fuentes de energía, y utilizar tanques de espalda como los del método FCA, pero convertidos. Todas estas variaciones tienen sus inconvenientes. Inevitablemente, los cables se desgastan al salir por los bordes, y los cables de las baterías se enredan con la vegetación si están por el aire. Aunque en Papua Nueva Guinea ha tenido éxito la utilización de los tanques de la FCA, en otros lugares se ha demostrado que es psicológicamente favorable descansar después de haber aplicado 5 l. La principal desventaja de los paquetes de espalda se presenta cuando las malezas son muy altas, pues esto impide que se ejerza la gravedad de la aspersión sobre el disco ro-

tatorio; a este respecto, se han obtenido resultados mucho más satisfactorios con el modelo de equipo que se monta sobre el hombro.

Se han presentado pocos problemas con las boquillas CP VLV, salvo en los casos en que los filtros no se han colocado correctamente o cuando se han utilizado aspersores diferentes de los aspersores CP. Por ejemplo, cuando se adaptaron boquillas CP VLV a los aspersores "solo" de espalda, se utilizó un 35% más de producto que con las máquinas CP; era entonces preferible comprar nuevas máquinas y boquillas CP. Estas boquillas VLV fueron de especial utilidad en palmas de aceite de 4-5 años, ya que para los follajes más bajos se hace algo difícil utilizar el disco rotatorio.

Herbicidas y aditivos

En las áreas en donde se introdujo la ACG, después de varios años de aplicación del programa de fumigación con paraquat se demostró que generalmente la principal necesidad consistía en controlar los pastos; por lo tanto, el principal herbicida que se utilizó inicialmente fue el glifosato. Aparte de la mayor precisión de colocación que se obtiene respecto a la FCA, no hay duda de que la mayor eficiencia biológica reconocida del glifosato aplicado en diluciones bajas ha contribuido a su éxito. Las concentraciones que se utilizan normalmente ahora en las plantaciones son de 0,5 y 0,75 l/ha de Roundup en condiciones de sombra y al descubierto, respectivamente. Estas concentraciones son bastante inferiores a las que habitualmente recomiendan los fabricantes (4-6 l/ha). Una de las consecuencias es que ahora las plantaciones pueden permitirse utilizar Roundup, mientras que antes no era económicamente posible utilizarlo para aplicaciones rutinarias. Casi de manera accidental, se descubrió que el Roundup puede mezclarse con otros herbicidas, por ejemplo, con 2,4-D amina y con oxifluorfen. También se ha podido reducir las concentraciones con Fusilade, producto que ha dado buenos resultados con varias especies de pastos a 0,5-1,0 l/ha de Fusilade, aunque con algunas variaciones tanto entre las diversas especies de pastos como en una misma especie, en condiciones de sombra y al descubierto. Para las malezas de hoja ancha, el 2,4-D amina a 0,3-0,45 kg i.a./ha es el herbicida más barato y más eficaz que se consigue. Queda todavía por encontrar un buen sustituto para el paraquat, a pesar de que ya se han obtenido buenos resultados con mezclas de I7ISMA y diuron. En los ensayos iniciales con Ethokem T25 a 0,5% con Roundup, utilizando la APG, no se produjeron

efectos observables, pero en general el beneficio fue de un 2%. No sólo se mejoró visiblemente la velocidad de la actividad del Roundup, sino que también quedó prácticamente eliminado el efecto normalmente adverso de la lluvia 1 o 1-1/2 hora después de la aplicación (en lugar de 6 h), en los ensayos para los cuales se utilizó una simulación de lluvia muy fuerte. Este resultado es muy importante para los países en donde la frecuencia de las precipitaciones es elevada, pues se aumenta la confiabilidad en el trabajo de rutina. También hubo indicios de que el Ethokem T25 mejoraba la actividad del paraquat en condiciones de sombra. Utilizando el sulfato de amonio al 5% como aditivo del Roundup, en varias ocasiones, aunque no siempre, se observaron claros efectos positivos, especialmente en plantaciones al descubierto. De manera similar, la úrea al 5% acelera marcadamente la muerte de **Imperata** cuando se fumigan las áreas muy infectadas con 2 l/ha de Roundup. Sin embargo, ninguno de los compuestos nitrogenados ejercieron influencia alguna sobre las precipitaciones fluviales.

Cambios en la vegetación

Se han presentado cambios sustanciales en las malezas. No ha sido difícil la erradicación casi total de los pastos a largo plazo, generalmente con programas de fumigación de una duración de dos años utilizando Roundup; se ha disminuido la dependencia al Roundup, y basta con fumigaciones puntuales para mantener el control. Con frecuencia, después de eliminar los pastos se presenta un desarrollo profuso de maleza de hoja ancha, derivada principalmente de la gran cantidad de semillas que se acumulan en el suelo, pero que se complementa con una mayor producción de semilla. Este problema puede ser más grave en los círculos de maleza que se crean alrededor de las palmas de aceite de más edad, en las cuales hay una mayor penetración de luz a través de la cubierta foliar, pero estas malezas se controlan fácilmente, con 2,4-D amina especialmente. La diversidad de los patrones de la flora en los diferentes lugares ha requerido un mayor esfuerzo de la gerencia en lo referente a las decisiones sobre la selección de los herbicidas.

Economías

Las mayores economías se han realizado a través de los siguientes elementos de la fumigación:

Mejora de la productividad

La productividad se ha mejorado de 4 a 5 veces más utilizando la ACG que la FCA, con boquillas

CP VLV apenas inferiores a la ACG. Se espera que la productividad aumente aún más a medida que se conozca más el método de la ACG. En este sentido, puede citarse como ejemplo el caso de una plantación de palma de aceite de cierta edad, de una extensión de 1.200 ha, en donde los caminos y los círculos se mantienen fácilmente empleando apenas tres trabajadores sin supervisión, mientras que cuando se empleaba la FCA se requerían de doce a quince trabajadores. En un vivero de palmas de coco, las economías fueron aún más importantes y el número de trabajadores se redujo a 1 hombre/día/mes, mientras que antes era de 30 hombres/día/mes. La experiencia de campo demostró que existen dos factores importantes en la productividad, como son la consistencia en la composición del equipo de fumigación y la maximización del número de horas eficazmente trabajadas, a través de una buena organización. Cuando se requiere un menor número de trabajadores disminuyen considerablemente los costos indirectos, tales como el alojamiento. La mayor facilidad de administración de las plantaciones ha permitido una flexibilidad mucho mayor en los programas de fumigación.

Transporte de agua

Con el método de la ACG se han eliminado casi totalmente los costos del transporte de agua. Se ha demostrado que los trabajadores pueden llevar una cantidad suficiente de solución herbicida para un día de trabajo, usando bicicletas para dirigirse al campo, o que se requiere un medio de transporte sólo para un corto tiempo. Generalmente, no se hace un cálculo correcto del costo del transporte de agua; en un caso, se hizo una evaluación adecuada y se observó que el costo del transporte de agua era superior al costo del herbicida. En algunos lugares, la distancia sobre la cual debe transportarse el agua constituye un costo importante y un factor logístico, especialmente en las épocas más secas del año. El uso de boquillas CP VLV, o de algunos equipos de ACG con concentraciones superiores a las de Micron Herbi, representa un cierto costo de transporte, pero siempre muy inferior al que se tendría con la FCA.

Herbicidas

La reducción en los costos de los herbicidas fue variable. Los herbicidas de contacto pudieron utilizarse generalmente en concentraciones mucho menores que las recomendadas por los fabricantes. Actualmente, en los ensayos se procede siempre a probar cualquier herbicida nuevo empezando con

la mitad de la concentración recomendada, aumentándola poco a poco. Utilizando la ACG, se ha logrado un control eficaz a corto plazo con paraquat a 200 g i.a./ha es similar al del paraquat + amina. Sin embargo, las comparaciones de costos deben hacerse sobre un período de por lo menos 2 años, ya que la experiencia normal ha mostrado que al período inicial de agitación de la actividad de las malezas después de la introducción de la ACG, siguen períodos de control mucho más largos, de manera que la frecuencia de fumigación se ha reducido en general en un 33-50%, es decir que la ACG ha aumentado la eficacia a largo plazo de la fumigación.

El total de las economías logradas utilizando la ACG y las boquillas de bajo volumen varía considerablemente de un lugar a otro, especialmente en lo que se refiere a los costos de mano de obra y al tipo de vegetación que va a controlarse. En los casos en que se utilizaron equipos fabricados localmente sobre c. 20.000 ha de plantaciones de palma de aceite y de caucho en Indonesia, las economías realizadas durante 1983 representaron por lo menos un 40% menos que con la FCA. En Papua Nueva Guinea se obtuvieron resultados similares, ya que los costos algo mayores de mano de obra y transporte se redujeron inmediatamente en un 60% respecto a la FCA. La diferencia de costos entre la ACG y el uso de CP VLV no es significativa.

Implementación de la ACG

El cambio de la FCA a la ACG no se hizo sin problemas, debido especialmente a factores humanos tales como la resistencia al cambio y la necesidad de un enfoque muy diferente de la FCA. Ha habido una clara correlación entre los estándares de éxito y el nivel de interés mostrado por la gerencia. La aceptación por parte de los operarios ha sido buena, ya que el control de las malezas se ha hecho menos difícil, a pesar de la mayor productividad, y actualmente muchas plantaciones prefieren emplear mujeres. El uso de las máquinas Micron Herbi modificadas es muy fácil, con la condición de que se apliquen algunas reglas muy sencillas, pero la experiencia ha demostrado que es esencial asegurarse no solamente de que la técnica se introduce correctamente desde el principio sino también de que se preste una atención continua a los detalles. Tanto la gerencia como los trabajadores deben tener muy claro cuál es el trabajo que se requiere, y es necesario que haya una supervisión continua y adecuada (especialmente en el campo) si se quiere maximizar

la eficacia del sistema en cuanto a los costos se refiere. Un buen entrenamiento inicial en todos los aspectos del equipo utilizado y su mantenimiento produce beneficios a largo plazo a los cuales no debe darse más importancia de la necesaria. Los errores más comunes de los usuarios han consistido en una velocidad de marcha incorrecta, en la colocación del disco rotatorio por encima de la vegetación, en el ensanchamiento de los chorros para que la fumigación se vea claramente, y en la poca verificación de la velocidad de flujo. La gerencia ha tenido que volverse más objetiva en la selección de los herbicidas y más flexible en cuanto a las decisiones sobre si se debe fumigar o no. Sin embargo, teniendo en cuenta el tiempo comparativamente corto durante el cual el sistema ha operado, las economías realizadas y los altos estándares logrados indican que hasta ahora se ha progresado bastante.

DISCUSION

La posición actual consiste en que mientras más cosas se descubran sobre la fumigación de bajo volumen en las plantaciones, especialmente utilizando la ACG, mayores serán las economías potenciales, siempre y cuando se tenga la oportunidad para realizar la cantidad necesaria de experimentos. Hasta ahora, las reducciones en los costos que han podido lograrse han sido el resultado de una combinación de consideraciones teóricas, experimentos limitados para demostrar las economías potenciales, riesgos comerciales para explotar este potencial sin demora y aprendizaje a partir de los errores y las observaciones derivadas de las aplicaciones a gran escala. Los conocimientos actuales parecen ser apenas la punta del iceberg, pero la punta solamente ha permitido realizar economías significativas.

Es indudable que aún quedan por descubrir muchos datos valiosos. Esto se aplica especialmente a la reducción de la cantidad de herbicida utilizado, pues este elemento representa generalmente del 50 al 90% del costo total. A este respecto, los resultados favorables que se han obtenido con los aditivos podrían cobrar mayor importancia, y se está acordando la más alta prioridad a la investigación en este campo. Una de las características de la APG ha sido su capacidad para utilizar los herbicidas en concentraciones mucho más bajas que las recomendadas por los fabricantes, aspecto éste que cobra importancia con las concentraciones excepcionalmente bajas en que se utiliza el Roundup. Aunque esto puede ser un motivo de alarma para los fabricantes, el uso rutinario del Roundup en altas concentraciones no podría recomendarse para

las plantaciones contempladas en este estudio, y la técnica desarrollada significa que por lo menos algo se está utilizando con regularidad.

Además de las economías, que son obvias, y de las ventajas prácticas de la ACG, el aumento de la productividad implica otras consideraciones importantes. La escasez de mano de obra se ha convertido, en algunos países, en un problema cada día más grave, de tal manera que la ACG constituye una ventaja al mantener un nivel aceptable de mantenimiento para facilitar la cosecha en las regiones en donde la mano de obra es escasa. En las regiones más marcadas por las estaciones, en donde se requiere un considerable número de mano de obra durante un corto período en el cual las malezas se desarrollan rápidamente, la productividad mejorada permite que existan estándares continuados de buen mantenimiento. Incluso en donde hay abundancia de mano de obra y su costo es bajo, las infestaciones importantes de algunas malezas, como **Imperata** y **Eupatorium**, se erradican de manera mucho más eficaz con herbicidas que mediante el desyerbe manual, y para esto la ACG ha demostrado ser más económica que la FCA.

Aunque los experimentos iniciales con la ACG que se describen en este estudio se llevaron a cabo en Indonesia y en Papua Nueva Guinea, lo dicho se aplica igualmente a las plantaciones de otros lugares, especialmente las de África y Suramérica, a pesar de que en los climas más secos la actividad herbicida puede no ser tan buena en las plantas afectadas. De manera similar, aunque este estudio

se ha referido únicamente a las plantaciones de palma de aceite y de caucho, la ACG se ha introducido con éxito también en plantaciones de café de Papua Nueva Guinea. En estos casos, se ha demostrado que la cabeza de la máquina Herbi para surcos anchos da los mejores resultados, y las economías realizadas son similares a las que pueden lograrse en otros cultivos, como el del té, en el cual ya se ha probado su utilidad potencial.

RECONOCIMIENTOS

- A "PTPP London Sumatra Indonesia and New Britain Palm Oil Development" por una gran parte de la información contenida en este estudio, y a "Micron Sprayers Ltd." por su valiosa ayuda.
- A The British Crop Protection Council.
- Publicado (en Inglés) en 1985 BCPC Monogram No. 28 Application and Biology.

BIBLIOGRAFÍA

JOLLANDS. P.; TURNER, P.D.; KARTIKA, D.; SOEBAGYO, F.X. (1983). Use of the controlled droplet application (CDA) technique for herbicide application. Basic considerations, equipment, trials and recommendations. **Planter, Kuala Lumpur** 59, 388-407.