

USO DE TÉCNICAS NUCLEARES EN EL AREA AGROPECUARIA EN VENEZUELA

RAMIREZ C., R.¹

-RESUMEN

Este trabajo presenta las actividades que hasta el momento se han venido realizando en el área agropecuaria en Venezuela; en particular los logros y lecciones aprendidas del programa de mutaciones inducidas (sorgo y ajonjolí). De igual manera presenta algunos de los resultados obtenidos con el uso de isótopos en investigaciones biológicas de producción de ganado bovino lechero, bovino de carne y ovino.

Situación Actual y Planes Futuros:

No existe en Venezuela ningún centro de investigaciones científicas con verdadera vocación nuclear. Esto ha mermado el potencial que tiene el país de desarrollar programas de investigación de mayor envergadura.

En vista de lo anteriormente expuesto y del creciente interés en el uso de técnicas nucleares aplicadas a la agricultura, se está gestando la creación de un centro de Investigaciones Nucleares Aplicadas a la Agricultura (CINAGRI).

ANTECEDENTES

Como bien es sabido la mutagénesis es algo que se conoce por la comunidad científica desde los años 20, aun cuando su aplicación práctica en la fitotecnia no comienza sino hasta los años 50 (1).

En el año 1979 se sometió a consideración del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) una solicitud de asistencia técnica para el primer proyecto agrícola en Venezuela, que haciendo uso de técnicas nucleares, emprendía un programa de mutaciones inducidas. Esta solicitud vino a respaldar un trabajo que venía desarrollando la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, en la búsqueda de variedades de sorgo adaptadas a las condiciones ambientales de la región zuliana.

¹ Consejo Nacional para el Desarrollo de la Industria Nuclear, Apto. 17611, Caracas, 1015-A Venezuela.

El cultivo del sorgo, en escala comercial, tuvo sus inicios en el Estado Zulia, en el año 1966. Si embargo, la expansión tanto en el área, como en productividad de este cultivo, ha sido lenta por la poca fiabilidad en las cantidades cosechadas como por sus bajos rendimientos, quedando sólo unas 300 a 350 hectáreas cultivadas.

El Estado Zulia cubre una extensión de aproximadamente 80.000 hectáreas y su ciudad capital, Maracaibo, es la segunda ciudad más grande del país. Es en esta región donde se produce el 40% de la carne, 80% de la leche y productos derivados, al igual que otros productos agrícolas y pecuarios, tales como aves, huevos, plátanos y caraotas entre otros.

El potencial de este cultivo en la región es innegable, ya que el sorgo forma pilar importantísimo de la industria avícola y ganadera, no sólo del Zulia sino del país en general.

La región zuliana es una de las más secas de Venezuela, con una precipitación promedio de 500 a 1.000 mm al año, pero con márgenes de variabilidad bastante grandes. El área es apropiada para el cultivo de sorgo, granos leguminosos y forrajes, por sus poco exigentes requerimientos de agua. Durante los meses de agosto a diciembre las temperaturas nocturnas son elevadas (en el orden de los 30°C) mientras las temperaturas diurnas oscilan entre 35 y 37°C. Los suelos son livianos y de escaso contenido orgánico con profundidades variables, en las cuales las capas superiores son arenosas con un subsuelo bastante duro, con poca infiltración de agua y capacidad de retención de agua limitada.

Los problemas que ha tenido el cultivo del sorgo en Venezuela son múltiples, pero se podrían destacar factores tales como bajos coeficientes de infiltración y retención de agua en algunos suelos, lo cual ha ocasionado grandes pérdidas de agua por escorrentía y procesos de erosión rápidos e intensos, a los cuales los híbridos importados de alta productividad no se han logrado adaptar. Otros factores que han afectado al

cultivo, han sido la escasa tolerancia a la pudrición carbonosa del tallo, producido por Macrophomina phaseolina como también una mayor resistencia a las sequías.

Las variedades criollas de sorgo (altura promedio de 2, 3 a 3, 0 m) con panojas grandes, sistemas radiculares excelentes, de bajos rendimientos por hectárea y muy susceptibles a terrenos anegadizos, demostraron superioridad en la extracción de nutrientes durante las horas de la noche bajo las temperaturas elevadas de la región. Igualmente se observó un más rápido desarrollo de las semillas que en las variedades importadas.

Las investigaciones de sorgo fueron iniciadas en Venezuela en 1962 (TABORDA R, FELIX) y durante diez y seis años se probaron 1.500 introducciones de los E.E.U.U. y otros países. Ninguna de estas introducciones fué de utilidad práctica. Posteriormente esfuerzos fueron hechos en un programa de hibridación, en el cual se hacía uso de variedades criollas con variedades importadas altamente productivas, provenientes de E.E.U.U. y de la India. Sin embargo este programa no rindió variedades realmente adaptadas a las condiciones locales y por lo tanto, se inició un primer intento de inducir mutaciones en variedades de sorgo criollo (empleando rayos gama 25 kR) en el año 1974. A pesar de que este primer intento no fué exitoso y es solo hasta principios del año 1978 cuando se inició un programa de mejoramiento genético empleando radiaciones gama, provenientes de una fuente de Cobalto-60. Se seleccionaron tres variedades para el programa, Criollo Rojo Pequeño (CRP), Criollo Blanco Alto (CBA), Criollo Rojo Alto (CRA) y se emplearon tanto agentes mutagénicos físicos (rayos gama) como químicos (azida sódica). Las características a ser consideradas en este programa fueron:

- a) Tipo de planta (robustez de la planta, altura, etc.).
- b) Resistencia a la pudrición carbonosa del tallo.
- c) Resistencia a sequía.

La selección de los mutantes deseados fué llevada a cabo en forma interdisciplinaria y se logró aislar 17 mutantes altamente productivos, los cuales se encuentran ahora en la generación Mg. Estos mutantes son de porte pequeño (1.0 a 2.0 m) con un sistema radicular profundo y finamente ramificado; igualmente, muestran buena tolerancia a la pudrición carbonosa del tallo, producida por Macrophomina phaseolina (2).

Como secuela al éxito obtenido en este programa de mutaciones inducidas, se han comenzado a emplear estas técnicas nucleares en otros de los proyectos de investigación que se han venido desarrollando en la Universidad del Zulia, tales como en el ajonjolí, el quinchoncho, frijol chino y otros.

De la misma forma en que las técnicas nucleares han demostrado un gran potencial

como herramientas de trabajo en el área de la fitotecnia, no menor ha sido potencial demostrado en el área de reproducción animal. A continuación se darán a conocer algunos de los experimentos que se han venido ejecutando en la Facultad de Agronomía, Instituto de Producción Animal de la Universidad Central de Venezuela, en materia de fisiología de reproducción de bovinos lecheros, bovinos de carne, ovinos y en animales no comercialmente explotados como el chiguire (Capivara).

En bovinos lecheros, como es bien conocido, se asume que bajo sistemas de producción modernos se puede lograr una máxima producción y una parición cercana a los 365 días, haciendo mejoras en la nutrición de los animales y siguiendo una estricta selección genética de los mismos. Sin embargo, bajo condiciones venezolanas, este no ha sido el caso. El rendimiento de vacas Holstein a expensas de una mejor nutrición se ha asociado con una baja actividad reproductiva. En varios experimentos, la actividad reproductiva ha sido medida a través de la cuantificación de la hormona progesterona, empleando como isótopo marcador el tritio (^3H) y por medio del cual se comprobó:

- "a) "Que los niveles endógenos de progesterona son ligeramente superiores en las vacas suplementadas con 10 kg de concentrado.
- b) Que independientemente del nivel de suplementación, los niveles endógenos de progesterona deben llegar a nivel permisible de acción, antes de que la vaca quedase gestante (1 ng/ml).
- c) Que los niveles crecientes de progesterona a inicios del ciclo fueron ligeramente superiores en las vacas gestantes que en las vacas vacías" (3).

Igualmente se ha hecho uso de técnicas nucleares para determinar si el sistema endocrino del animal regulaba las relaciones existentes entre el balance energético y los procesos fundamentales de reproducción y lactación basados en un postulado de Swan (1976) donde este último afirma que a medida que avanza la lactación, el animal comienza a hacer una partición de los nutrientes para reponer tejidos y mantener la producción de leche. Por lo antes expuesto, se inició un ensayo para detectar la posible participación de la glándula tiroidea en dicho proceso. Con este fin se midieron los niveles de tiroxina libre empleando Iodo-125. Los resultados revelaron: "un ligero incremento en los niveles sanguíneos de tiroxina libre a partir de la semana 12 post-parto, momento en el cual declina la producción de leche y el animal comienza a exteriorizar síntomas de reposición tisular. Según esto, aparentemente la glándula tiroidea podría estar involucrada en la partición de la energía dentro del organismo del animal" (4).

De igual forma se han llevado a cabo experimentos para evaluar, endocrinamente, la técnica del amamantamiento restringido como alternativa para iniciar la actividad ovárica post-parto prematuramente. El isótopo empleado para medir los niveles de

progesterona ha sido el tritio (^3H).

En el caso de los bovinos de carne, la tendencia en el manejo reproductivo es hacia la reducción del ciclo estral con agentes sincronizadores del estro, al igual que maximizar el uso de las vacas más productivas mediante transplantes de embriones.

El uso de agentes sincronizadores es eficiente cuando, sin incurrir en complicaciones de uso, no causan reducción en la fertilidad del celo inducido.

Sin embargo, la efectividad de un agente sincronizado está supeditada a que efectivamente exista un cuerpo lúteo funcional, ya que de lo contrario este no podría ejercer su función sincronizadora. En la práctica la presencia de un cuerpo lúteo funcional se hace por dos medios, la palpación rectal y/o la cuantificación de los niveles endógenos de la hormona progesterona, por lo cual se utiliza un isótopo marcador, en este caso tritio. Una vez conocido este perfil endocrino, se ha podido conocer la existencia de un cuerpo lúteo funcional y en consecuencia se puede emplear la hormona Prostaglandina F_2 que "representa una de las mejores alternativas para la sincronización del estro".

En los transplantes de embriones se ha cuantificado las hormonas primarias de reproducción, con el fin de verificar una serie de eventos reproductivos; en estos casos los isótopos empleados han sido tritio (^3H) y yodo-125 (^{125}I) para las hormonas esteroides y protéicas, respectivamente.

Estudios realizados con ovinos revelan que parte de la baja eficiencia reproductiva en estos animales era consecuencia directa del uso inadecuado de los machos para la monta de hembras púberes. Esto fue posible determinarlo midiendo los niveles sanguíneos de testosterona, usando como isótopo marcador el tritio (^3H). Un proyecto, con el fin de caracterizar los eventos reproductivos de un animal comercialmente no explotado, en condiciones de cautiverio, fue el del chiguire. El ciclo estral de este animal ha llegado a ser caracterizado empleando isótopos radiactivos, llegándose a las siguientes conclusiones:

- "a) "El ciclo estral tiene una longitud aproximada de 7.5 ± 1.2 días.
- b) Aparentemente la ovulación es espontánea.
- c) Se reconoce la liberación de dos compuestos derivados de la hormona progesterona. Uno, asociado con el proceso de ovulación y el otro, relacionado con el metaestro" (5).

SITUACION ACTUAL Y PLANES FUTUROS

El Consejo Nacional para el Desarrollo de la Industria Nuclear (CONADIN), en su afán de optimizar el aprovechamiento de la asistencia técnica recibida de la OIEA y tomando en consideración la ausencia de centros de investigación con vocación nuclear que puedan actuar como un apoyo directo para dirigir y

asistir todas aquellas investigaciones que se realizan en el país haciendo uso de técnicas nucleares, está gestando conjuntamente con la Universidad del Zulia y la Universidad Central de Venezuela, un Centro de Investigaciones Nucleares Aplicadas a la Agricultura.

Durante estos siete años, en los cuales CONADIN, con ayuda de la OIEA, ha venido financiando una serie de proyectos que ha hecho uso de técnicas nucleares, se han acumulado una serie de equipos, recursos humanos y experiencias en cantidades suficientes como para mancomunarlos en un esfuerzo coordinado a fin de que actúen en pro de objetivos expresamente concebidos para ser solucionados en el área agrícola y pecuaria nacional.

Con esta idea en mente, se sometió a consideración del Organismo Internacional de Energía Atómica, el proyecto (VEN 5/009) CINAGRI (Centro de Investigaciones Nucleares Aplicadas a la Agricultura). El Organismo ha enviado hasta la fecha tres misiones de expertos, quienes han visitado al país, para apreciar los fundamentos expuestos para la creación del centro. Las primeras dos misiones de carácter técnico, estuvieron integradas por los expertos M. Fried, J. Plimmer y L. Edquist. La tercera misión nos ha permitido trabajar conjuntamente con expertos de gran experiencia en la creación y funcionamiento de este tipo de centros, como el Dr. Cervellini, fundador y director durante muchos años de este maravilloso centro, donde hoy tenemos el honor de darnos cita; el Dr. Lamm, Director Adjunto de la División Conjunta FAO/OIEA, quien además trabajó por espacio de dos años en la creación del CENA, y finalmente el Dr. Murty, quien es fundador y también ejerció el cargo de Director de Laboratorio de Investigaciones Nucleares en Nueva Delhi, India. Quiero hacer notar que hemos tenido el privilegio de tener trabajando en nuestro país, por espacio de tres años al Dr. Murty, en calidad de experto internacional en el uso de técnicas nucleares para inducir mutaciones en variedades de sorgo y ajonjolí.

CONCLUSIONES

Las experiencias hasta ahora tenidas en el campo agropecuario y en especial la del sorgo, han despertado un gran interés en nuestro país, por hacer mayor uso de técnicas nucleares como herramientas de trabajo muy efectivas dentro de los programas de investigación desarrolladas por métodos convencionales.

La experiencia adquirida por la Facultad de Agronomía del Zulia en un trabajo interdisciplinario en que ha involucrado a personal de todos los niveles alrededor del problema de un cultivo, ha sido un factor importantísimo para lograr un efectivo aprendizaje de estas técnicas que pueden ser de tanta ayuda en la búsqueda de soluciones a los problemas agrícolas de nuestros países.

USE OF NUCLEAR TECHNIQUES IN AGRICULTURE IN VENEZUELA

Background:

The present paper describes the agricultural activities being carried out so far in Venezuela, especially failures and lessons learned from the induced mutation programme (sorghum and ajonjolí). Also, some of the results obtained with the use of isotopes in biological investigations with dairy and beef cattle and sheep.

Present situation and future plans

There is not in Venezuela a scientific investigation centre which is completely dedicated to nuclear techniques. This has hampered the country's potential to develop more advanced programmes. In view of the above and the increasing interest in nuclear techniques applied to agriculture, a Nuclear Agriculture Research Center (CINAGRI) is being formed.

REFERENCIAS

- 1) "Organismo Internacional de Energía Atómica Boletín", Vol. 26, nº 2, 1984.
- 2) "Mejoramiento Genético de Algunos Sorgos

Venezolanos (*Sorghum bicalao* (L), Meenck) Utilizando Mutaciones Inducidas" Antonio M. Reinoso C., Maracaibo, Septiembre 1984.

- 3) "Uso de los Isótopos en Investigaciones Biológicas", Sergio López Barbella, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Noviembre 1982.

4) Idem

5) Idem

- "Report to the Government of Venezuela", B. R. Murty, IAEA Expert, 18 October-31 December 1979.

"Report to the Government of Venezuela, TA Report nº 1460", M.S. Hag, IAEA Expert, 10 Decembre 1977-31 Decembre 1978.

"Informe al Gobierno de Venezuela", J.M. Hetier, Experto del OIEA, 4 de Julio al 3 de Agosto de 1982.

"Report to the Government of Venezuela", L. Edquist 7 May-10 May 1974.