

“Fortalecimiento de la capacidad exportadora del sector apícola del Uruguay a través del aseguramiento de la inocuidad y la incorporación de tecnología”

Consultoría: Diseño de alternativas para aumento de oferta de análisis.

Informe de Avance. BORRADOR

Consultor: Heber Freiría

Junio de 2020

1. Justificación.

Durante décadas, la capacidad de competir por precio frente a otros productores, y la calidad del producto, con ausencia de residuos químicos o biológicos, constituyeron fortalezas del sector apícola uruguayo, que vendía una alta proporción de sus exportaciones a la Unión Europea.

A pesar de que el sector mantiene fortalezas, como la capacitación de los recursos humanos en la fase de producción, empresas exportadoras con experiencia en la tarea y en el vínculo con compradores exigentes, y la incorporación de trazabilidad del tambor de miel; algunos cambios en la situación de los mercados, y el aumento del uso de agroquímicos por el crecimiento del área agrícola, generan nuevas amenazas que deben ser enfrentadas con cambios en la estrategia y sus instrumentos.

La presencia de residuos de agroquímicos, especialmente glifosato, es un serio problema para el acceso a los mercados de la UE, los más remunerativos. Existen otros países exportadores de miel con sistemas agrícolas semejantes al uruguayo. Pero dados su extensión territorial y heterogeneidad ecológica, disponen de grandes zonas libres de contaminantes, lo que les permite producir mieles puras no contaminadas, y/o generar mezclas que diluyen hasta niveles admisibles para los compradores, la concentración de productos no aceptados. Este máximo admisible es de apenas 50 ppb (partes por billón) en glifosato, lo que es difícil de alcanzar en zonas con presencia importante de cultivos de agricultura de secano.

La dificultad, y/o el alto costo de analizar contenido de glifosato en mieles, determina altos niveles de incertidumbre sobre el contenido de los embarques, y asimetría de información respecto a los importadores. La información confiable sobre contenidos de glifosato surge de análisis realizados en Alemania. Esos análisis, por su costo y demora, se aplican a los embarques de miel ya preparados para exportación, sin análisis previos de las distintas "partidas" que conforman ese embarque.

Esto tiene importantes repercusiones en el valor promedio de venta, y proporciones importantes de la cosecha sin comercializar, o destinada a mercados marginales. La diferencia de precio en algunas mieles según el contenido de glifosato puede llegar a los US\$ 0.50/kg.

Para enfrentar este problema, se requiere contar con metodología y equipamiento suficientes para realizar análisis rápidos, y de precio compatible con el valor del producto. Esto debería permitir analizar importantes proporciones de los tambores (300 kg) de miel comercializados, de manera de poder "armar" embarques que superen las exigencias, minimizando la cantidad de miel apta que se descarta para prevenir problemas en destinos exigentes.

El análisis rápido de glifosato en miel tiene poco desarrollo en el mundo. Uruguay es un productor pequeño, absolutamente especializado en la exportación, con buena presencia en los mercados remunerativos, y con un territorio relativamente homogéneo. Esto lo diferencia de la mayoría de los productores, en los que esa necesidad de análisis rápidos y de bajo costo es menor, o no existe.

Respondiendo a esta problemática, el Objetivo Estratégico 1 del Proyecto, consiste en "Mejorar las condiciones de pureza e inocuidad para fortalecer acceso a los mercados de exportación más remunerativos". Uno de los resultados que permitirá alcanzar ese objetivo, se define como: "Capacidad de analizar residuos en mieles mejorada y ampliada, permite aumentar los volúmenes de miel con niveles de contaminación menores a los admitidos".

Los aspectos clave de esa capacidad de análisis "mejorada y ampliada", son la sencillez y agilidad, una logística viable, y sobre todo, un precio "razonable", tanto desde la perspectiva del productor, como del exportador. El precio "razonable" debe analizarse teniendo en cuenta que, por el tipo de problema, el proceso de exportación y los controles en origen, es de

esperar que una proporción importante de los tambores de miel cosechados deba ser analizada.

Algunos de los problemas centrales a analizar son:

- a. Estimar la cantidad de análisis necesarios. Este es un aspecto central, que es determinante de una serie de decisiones:
 - La cantidad de análisis necesarios incide sobre la propensión a pagar un determinado precio por parte de los clientes. Es muy diferente tener que analizar todos los tambores, que hacerlo sobre muestras de tamaño reducido.
 - Afecta la potencial oferta de los servicios, incluyendo el tipo de prestadores. La cantidad y localización de la demanda, es determinante del eventual interés del sector privado por brindar el servicio
 - La cantidad de muestras afecta el diseño y operación de la “logística” de extracción, manejo y transporte de estas.

Aspectos que inciden en la cantidad de análisis, y serán tratados en el informe, son:

- i. Tamaño y tipo de apiarios: Apiarios grandes, situados en zonas homogéneas en materia de flora, pueden reducir notoriamente el número total de muestras. A modo de ejemplo, apiarios instalados dentro de una gran forestación en el Norte del país, presumiblemente tendrán poco o ningún glifosato, y se podrán controlar con un bajo % de muestreo sobre el total de tambores. A la vez, apiarios grandes en zonas conflictivas, se resolverán en sentido contrario.
 - ii. Estructura de la comercialización de miel. La tipificación de productos, la forma de comercialización y destino de las mieles, entre otros, tienen incidencia en la cantidad y precisión requerida de análisis. Habrá compradores, orientados a mercados orgánicos, o altamente exigentes en residuos, y por ello más remunerativos, que serán muy exigentes en analítica. Algo semejante a lo que ocurre en el mercado de lanas con compradores que peinan sus lanas y buscan entrar en nichos de mercado de alto valor. En el otro extremo, así como existen exportadores de lana sucia con pocas preferencias por finura, color, etc., también hay compradores de miel, orientados a mercados poco exigentes, que demandarán poca o nula analítica. Comprender y dimensionar esos canales ayudará a dimensionar “el mercado” de análisis.
- b. Analizar y plantear alternativas de organización y gobernanza del proceso. ¿Quién encarga los análisis? ¿Quién los paga? ¿Cómo se determina y quién decide cantidad y tamaños de muestra? En esta decisión juegan varios factores determinantes. Las costumbres, la confianza generada, juegan un papel clave. El conocimiento de los apiarios y su dinámica, que es de los productores, también. Pero el vínculo con el mercado y sus demandas, es de los exportadores. En cualquier caso, la existencia de laboratorios de referencia que controlen resultados, en forma sistemática o a demanda, es clave.
 - c. Estimar la “propensión a pagar” un precio por los análisis, teniendo en cuenta los beneficios esperados por los mismos, de parte de productores y exportadores.
 - d. Otro aspecto es el empresarial/institucional. ¿Hay una oferta potencial del sector privado?Cuál es el perfil de firmas, su giro actual, y su potencial interés? Aún si existiera esa posibilidad, ¿es una alternativa a tener en cuenta? O se prefiere establecer laboratorios en entidades “públicas”? Deben caracterizarse las alternativas para ayudar a la toma de decisiones.

2. Antecedentes

Teniendo en cuenta la necesidad de un proceso “mejorado y ampliado” de análisis, de costo accesible, se trabajó sobre la hipótesis inicial de que el método NIR podía constituir una solución innovadora, para este tipo de determinaciones.

En la consultoría realizada para este proyecto por el Dr. Eduardo Boido ¹, se elaboró un cuadro que califica una serie de atributos de sistemas de análisis considerados, incluyendo el NIR.

- a- Límite de detección y límite de cuantificación
- b- Precisión y exactitud
- c- Valor de equipamiento inicial
- d- Costo estimado por análisis
- e- Vida útil del equipamiento
- f- Tipo y costos de los insumos utilizados en la preparación de muestra y en el transcurso de los análisis
- g- Capacidad analítica diaria del equipamiento (tiempo por determinación y número de determinaciones analíticas que se pueden realizar por día)
- h- Beneficios secundarios (accesibilidad del método, otros tipos de análisis que permite realizar)

Ponderación de los ítems antes mencionados a través de puntajes que se otorgan a cada uno

Ítem	a	b	c	d	e	f	g	h	Totales
Puntaje máximo	9	9	9	20	9	15	20	9	
1. Cromatografía iónica con Orbitrap	9	9	1	1	6	10	12	9	57
2. HPLC-MS/MS	9	9	1	2	6	10	12	9	58
3. HPLC-Fluorescencia	4	9	3	8	6	8	12	5	55
4. HPLC Iónico detector amperométrico	1	9	3	8	6	10	12	5	Descalificado por LD muy alto
5. Lector de placas ELISA	7	9	9	20	1	1	17	1	65
6. Lector de placas ELISA automatizado	7	9	5	20	1	1	20	1	64
7. NIR	2	9	5	20	9	15	10	9	79

Fuente: Boido, Eduardo

El cuadro permite apreciar que el método NIR presenta limitaciones en los límites de cuantificación y detección, pero buen o muy buen comportamiento en los demás atributos. Su costo moderado de inversión inicial, bajos costos de operación, y versatilidad, lo constituían en la mejor alternativa.

Sin embargo, la consultoría desarrollada a esos efectos, detectó problemas de calibración o ajuste, ante variación en atributos de la miel, que reducen la capacidad de predicción, con confianza, del contenido de glifosato por parte del método NIR, haciéndolo incompatible con los niveles de certeza que requieren los exportadores.

Desde la perspectiva del proyecto, esa conclusión conduce a la necesidad de buscar alternativas.

3. Alternativas a evaluar y sus características

La comparación de métodos realizada, junto a la opinión de otros expertos, identifica dos alternativas a considerar, con características en buena medida contrastantes.

¹ Dr. Eduardo Boido. Informe final de consultoría “Ajuste de tecnología de análisis rápido de glifosato”

a. Test de ELISA

Esta alternativa apunta a minimizar las necesidades de inversión inicial, y reducir “barreras a la entrada”, como las constituidas por infraestructura y equipamiento adicional, capacitación del personal, acceso a mantenimiento especializado, entre otras. El método que presenta los menores costos iniciales, con buenos niveles de precisión y capacidad de análisis, es el ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas, test de ELISA por su denominación en inglés (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay).

Se trata de un test utilizado para varios fines, aunque con reactivos específicos según la determinación a realizar.

De acuerdo a información de expertos², el Kit específico de detección de glifosato en muestras de miel que existe comercialmente, y es más utilizado, es de la marca Abraxis, el que utiliza una variante de la técnica de ELISA denominada ELISA competitivo o ELISA de inhibición. En el mismo se utiliza un antígeno de referencia, que compite con el antígeno de la muestra por unirse al anticuerpo primario.

Esta variante en general se utiliza para detectar y/o cuantificar antígenos presentes en muy bajas cantidades. De acuerdo con Fariña (Ibid.), el procedimiento simplificado sería el siguiente:

- 1- El antígeno de referencia se inmoviliza sobre la placa.
- 2- Por otro lado, un exceso de anticuerpo primario sin marcar se incuba con la muestra que contiene el antígeno de interés, dando lugar a la formación de complejos antígeno-anticuerpo
- 3- Se añade la mezcla antígeno-anticuerpo a la placa, donde el antígeno de referencia competirá con el antígeno de la muestra por unirse al anticuerpo
- 4- Se lava la placa eliminando los complejos antígeno-anticuerpo solubles
- 5- Se añade a la placa un anticuerpo secundario marcado con una enzima que se unirá al anticuerpo primario anclado al antígeno de referencia.
- 6- Se añade el sustrato que al reaccionar con la enzima proporcionará una señal visible que será inversamente proporcional a la cantidad de antígeno de interés presente en la muestra.

En el caso del kit de Abraxis el procedimiento estandarizado requiere una curva de calibración (CC) de glifosato que es proporcionada dentro del kit. Esa curva, así como las muestras, se derivatizan durante diez minutos, luego de lo cual se añaden, junto con un anticuerpo específico para el glifosato, a la placa de ELISA. La placa tiene pocillos que están recubiertos con anticuerpos y la misma es incubada durante treinta minutos con agitación. Luego se añade un conjugado de enzimas glifosato peroxidasa (glifosato marcado). En este punto se produce una reacción competitiva entre el glifosato presente en la CC o en las muestras, y el glifosato marcado con la enzima para los sitios de unión de anticuerpos en los pocillos de la placa. Se permite que la reacción continúe durante sesenta minutos. Después de un paso de lavado se añade un sustrato de enzima (peróxido de hidrógeno) y el cromógeno. El glifosato marcado con enzimas unido al anticuerpo de glifosato cataliza la conversión de la mezcla sustrato/cromógeno en un producto coloreado. Después de un período de incubación, la reacción se detiene y se estabiliza mediante la adición de ácido diluido y se lee en un lector de placas a una longitud de onda de 450 nm. Como el glifosato marcado (conjugado) compite con

² Fariña, Laura, 2020 com. pers.

el glifosato no marcado (el de la CC o el que estaba presente en las muestras) por los sitios de los anticuerpos, el color desarrollado es inversamente proporcional a la concentración de glifosato en la muestra.

El test de ELISA es realizado en el país con distintas finalidades, y sólo un par de proveedores (LATU, Nutral), lo han aplicado a determinaciones de glifosato en miel. De acuerdo con la información recogida, existe una serie de laboratorios, no menos de 10, la mitad de ellos en el interior del país, en condiciones de realizar el test.

Como se señaló, los requisitos de instalaciones y equipamientos para realizar el test son reducidos, debiendo contar los laboratorios con: Vortex (agitador de tubos), baño de agua, balanza analítica, micropipeta, micropipeta multicanal, timer, y el lector de placas de ELISA, que resulta ser lo único específico.

Si bien las inversiones iniciales son reducidas (un lector de placas cuesta entre USD 3.500 y 5.500), el costo variable es considerable. El test requiere del uso de un kit y reactivos importados, que son específicos para cada tipo de determinación. Otra particularidad del test, es que requiere la disponibilidad de tandas de muestras, de entre 30 y 40. Esto se debe a que se requiere un Kit (microplaca de poliestireno, polivinilo o similares), que consta de 96 cavidades o “pocillos”, en los que se coloca cada muestra. Como se requiere realizar por duplicado los tests (al menos de una parte de las muestras), y cada kit debe ser calibrado, lo que demanda unos 36 pocillos, se llega a esa cifra.

Esto determina que ese test tenga el menor puntaje en materia de tipo y costos de insumos. De esta forma, puede afirmarse que se trata de un método de precisión y límites de detección suficientes, con los menores costos de inversión y costos fijos, y altos costos variables. A esto se asocia la particularidad de requerir el envío de lotes de muestras, con el fin de no incrementar más aún los costos variables.

Existe una idea preliminar de costos de análisis, suponiendo cantidades a realizar, y asumiendo la dependencia de kits y reactivos importados. El costo unitario de un kit es de US\$ 1.100, aunque por compras de un mínimo de 10, el precio baja hasta los US\$ 700. Esto significa que el costo de una muestra, sólo por concepto de materiales y reactivos, estaría en un rango de U\$S 23 a U\$S 37, según la forma y cantidad de adquisición de equipos e insumos. A eso debe agregarse la mano de obra, la cuota parte de instalaciones y gastos fijos, logística de traslado y preparación de muestras, y ganancia.

De acuerdo a información recogida, los proveedores actuales de ese test para glifosato, tienen precios al público que van de los USD 40 a 55 por muestra, si se logra enviar tandas de muestras. En caso de enviarse menos de 10 muestras, un laboratorio no realiza el test, y el otro proveedor aumentaría el precio a USD 67, y presentaría demoras en procesar.

Una posibilidad a explorar, más allá del plazo del proyecto, es la de promover el desarrollo local de insumos, para lo cual debería haber expectativas fundadas de un mínimo de demanda anual. La posibilidad existe, de acuerdo con el diálogo mantenido con científicos y responsables técnicos de laboratorios.

b. Determinaciones por cromatografía

La otra alternativa a analizar, es la de acceso a servicios de equipos de cromatografía líquida de alta eficacia o high performance liquid chromatography (HPLC).

De acuerdo a informe de Fariña (2020)³, se aplica el término cromatografía, en general, a una amplia variedad de técnicas de separación basadas en la partición de una muestra (soluto)

³ Com. pers.

entre una fase móvil y una fase estacionaria. La cromatografía puede considerarse como una serie de equilibrios entre la fase móvil y la estacionaria ⁴.

La técnica de HPLC es una técnica cromatográfica de gran versatilidad y poder analítico. Un sistema básico de HPLC consiste en una bomba, un inyector, una columna, un detector y un sistema de datos. La bomba entrega la fase móvil a través del sistema. Un inyector permite colocar la muestra en la fase móvil que fluye para introducirla en la columna. La columna de HPLC consiste en un tubo de acero inoxidable o polímero relleno con un material de separación. Estos materiales de relleno de la columna pueden clasificarse como de base silíceo (sílice porosa, fases unidas, rellenos peliculares) o poliméricos (microporosos, macroporosos, o peliculares/no porosos).

Los detectores utilizados en la HPLC incluyen absorción UV-Vis, fluorescencia, RI, electroquímica y dispersión de luz, así como sistemas analíticos acoplados, como espectrómetros de masas.

Los agroquímicos polares, como el glifosato, tienen una muy baja extractabilidad por los métodos típicos de multiresiduos, como QuEChERS7, acetato de etilo y mini-Luke, ya que estos métodos están diseñados para plaguicidas apolares. A su vez, estos agroquímicos polares, tienen una pobre retención en cromatografía líquida de fase inversa, que se utiliza para el análisis de un gran número de plaguicidas. Los altamente polares requieren condiciones de extracción alternativas para lograr porcentajes de recuperación suficientes, así como condiciones cromatográficas individuales para lograr la separación de los analitos de las sustancias co-extractivas no deseadas de la matriz⁵.

La determinación de glifosato en miel por HPLC incluye alternativas:

- derivatización de glifosato y posterior análisis por HPLC-Fluorescencia ⁶
- derivatización y posterior análisis por HPLC-MS-MS o LC-MS/MS ⁷
- cromatografía iónica en combinación con la espectrometría de masas (IC-MS).⁸

Como se observa en la comparación de métodos citada más arriba, se trata de un método de alta puntuación en todas las medidas de desempeño. La menor calificación (mínima) la recibe en el costo de la inversión, y en el costo de los análisis. La inversión se sitúa en torno a los USD 240.000, y los costos se asocian básicamente a los del capital (amortización, mantenimiento), y al mantenimiento y reposición de la columna separadora. Tiene requerimientos de instalaciones y operación elevados, y se supone que sólo opera en laboratorios que lo utilizan además con otros objetivos.

En Uruguay, instituciones de investigación y control de calidad cuentan con el equipamiento. Algunas de estas instituciones, que realizan estos análisis y pueden prestar servicios a terceros, son: Grupo de Análisis de Compuestos Traza (GACT), de la Facultad de Química de la UDELAR;

⁴ Reuhs, B. (2017) High-Performance Liquid Chromatography. En Food Analysis, editora Suzanne Nielsen, 5ta edición. Pag 213-226.

⁵ Gasparini, M, Angelone, B, Ferretti, E. (2020). Glyphosate and other highly polar pesticides in fruit, vegetables and honey using ion chromatography coupled with high resolution mass spectrometry: Method validation and its applicability in an official laboratory. J Mass Spectrom.

⁶ Raina-Fulton. (2014). A Review of Methods for the Analysis of Orphan and Difficult Pesticides: Glyphosate, Glufosinate, Quaternary Ammonium and Phenoxy Acid Herbicides, and Dithiocarbamate and Phthalimide Fungicides. Journal of AOAC International Vol. 97, No. 4.

⁷ Raina-Fulton. (2014). Ibid

⁸ Gasparini, M, Angelone, B, Ferretti, E. (2020). Op. cit

Centro Universitario Regional (CENUR) Litoral Norte de la UDELAR, Salto; Universidad de la República, Paysandú; y el Departamento de Desarrollo de Métodos Analíticos LATU.

Cuando realizan análisis al público, los precios son elevados, superiores a los del test de ELISA. A modo de referencia internacional, de acuerdo con información relevada, el costo de analizar glifosato en QSI (Quality Services International, un laboratorio de referencia en el comercio de miel) es de EU 95, aunque ese costo puede reducirse a EU 70 si se analizan cantidades importantes de muestras.

La decisión sobre el tipo de análisis a realizar, y el “modelo de negocios” a proponer, depende de una serie de factores. Entre ellos, aparecen como relevantes:

- cantidad de análisis a realizar, lo que incide directamente en el costo y precio al público posible de los análisis,
 - la gobernanza y organización del proceso.
4. Estimación de la cantidad requerida de análisis
 - a. Producción nacional de miel y cantidad de apiarios

El país exportó, en los últimos años, unas 12.000 toneladas anuales de miel, lo que representa el 90% de la producción nacional. Esto corresponde a unos 40.000 tambores al año, lo que significa el embarque de 500 a 600 contenedores. Los tambores son el envase normal de comercialización de mieles, y constituirían la unidad mínima de muestreo.

Esa producción es responsabilidad de unos 2.500 propietarios de 560.000 colmenas, con un tamaño promedio de 225 colmenas por apicultor.

En la serie de datos 2007 a 2019, se observa que el número de colmenas ha tenido un leve aumento, de 9% en todo el período, con un aumento hasta 2014-2015 y posterior reducción. Mientras tanto, el número de apicultores registrados ha tenido un importante descenso en igual período (2007-2019), de 38%. De esa forma, aumenta sensiblemente el número de colmenas que maneja cada apicultor, de 128 en 2007, a las 225 actuales.

- b. Localización de apiarios

Una información importante, para estimar los riesgos asociados a la alimentación de las abejas, es la localización de los apiarios. Se ha accedido a información a nivel departamental, lo que constituye una aproximación poco precisa, pero que permite formular algunas hipótesis sobre los niveles de riesgo, y las intensidades de muestreo esperadas.

- c. Distribución de apiarios y cantidad de miel según riesgo de contaminación

El nivel de riesgo de contaminación de las mieles, está muy relacionado a la cercanía de las colmenas a las fuentes de contaminación.

Un estudio realizado por INIA, analizó 92 muestras de miel provenientes de colmenas localizadas en zonas con predominio de los siguientes cultivos/plantaciones: Bosques de Eucaliptos, áreas de pasturas sembradas, área de agricultura anual, campo natural, y monte nativo.

De las 10 muestras provenientes de bosques de eucaliptos, ninguna presentó niveles detectables de glifosato. En el otro extremo, muestras provenientes de zonas de agricultura anual y pasturas sembradas, dieron los peores resultados. Las muestras sin niveles detectables fueron 29% y 11% para cultivos y pasturas, respectivamente. El 13% de las muestras provenientes de cultivos, y el 28% de pasturas, tuvieron niveles superiores a 50 ppb de Glifosato, mientras que el 60% aproximadamente de las muestras de ambos orígenes, presentó niveles detectables pero menores a 50 ppb. De esta forma, entre el 15% y 30% de la miel originada en una zona de alta producción, no podría acceder a los mercados exigentes, y

resulta “contaminante” de otras mieles, en proporciones que dependen de los contenidos de las distintas partidas.

Luego, en campo natural y monte nativo, cerca del 80% de las muestras tienen niveles no detectables, y sólo el 5% supera las 50 ppb.

El siguiente mapa muestra la localización de las muestras, y sus resultados.



Fuente: INIA. 2019

La cantidad de muestras es reducida, y la clasificación de mieles exigiría mayores niveles de análisis y detalle, pero permite ver asociación de contaminación con flora dominante. Es importante identificar el origen de las mieles con las coberturas de suelo predominantes en el país, y cuantificar los distintos orígenes.

El mapa de cobertura de la tierra del país constituye una fuente de información a esos efectos. Puede apreciarse que existen zonas del país con predominancia de distintos usos de la tierra, que se asocian con diferentes riesgos de contaminación de mieles.

a. Por una parte, existen núcleos importantes de bosques implantados en al menos dos grupos de zonas: (i) las zonas Norte y Este (Rivera, Tacuarembó, Cerro Largo, Treinta y Tres, Rocha y Lavalleja) concentran buena parte de las plantaciones, y tienen poca cercanía con zonas de producción agrícola y pasturas sembradas; (ii) la zona Litoral Noreste (Río Negro – Paysandú), en la que los bosques se encuentran rodeados de zonas de buena aptitud agrícola con importante presencia de cultivos y pasturas.

Eso determina que la miel proveniente de los bosques de la zona (i) pueda considerarse de riesgo mínimo. La salvedad estaría constituida por la miel proveniente de la primera cosecha de colmenas que trashuman, o sea que se mueven desde zonas en las que probablemente la contaminación fuera mayor.

En el caso de la miel de colmenas ubicadas en bosques de la zona (ii), el análisis de riesgo debe ser más detallado, en función del tamaño de los bosques, la cercanía de cultivos, la

trashumancia, etc., lo que podría demandar mayor intensidad de análisis en los primeros años, hasta caracterizar adecuadamente los orígenes.

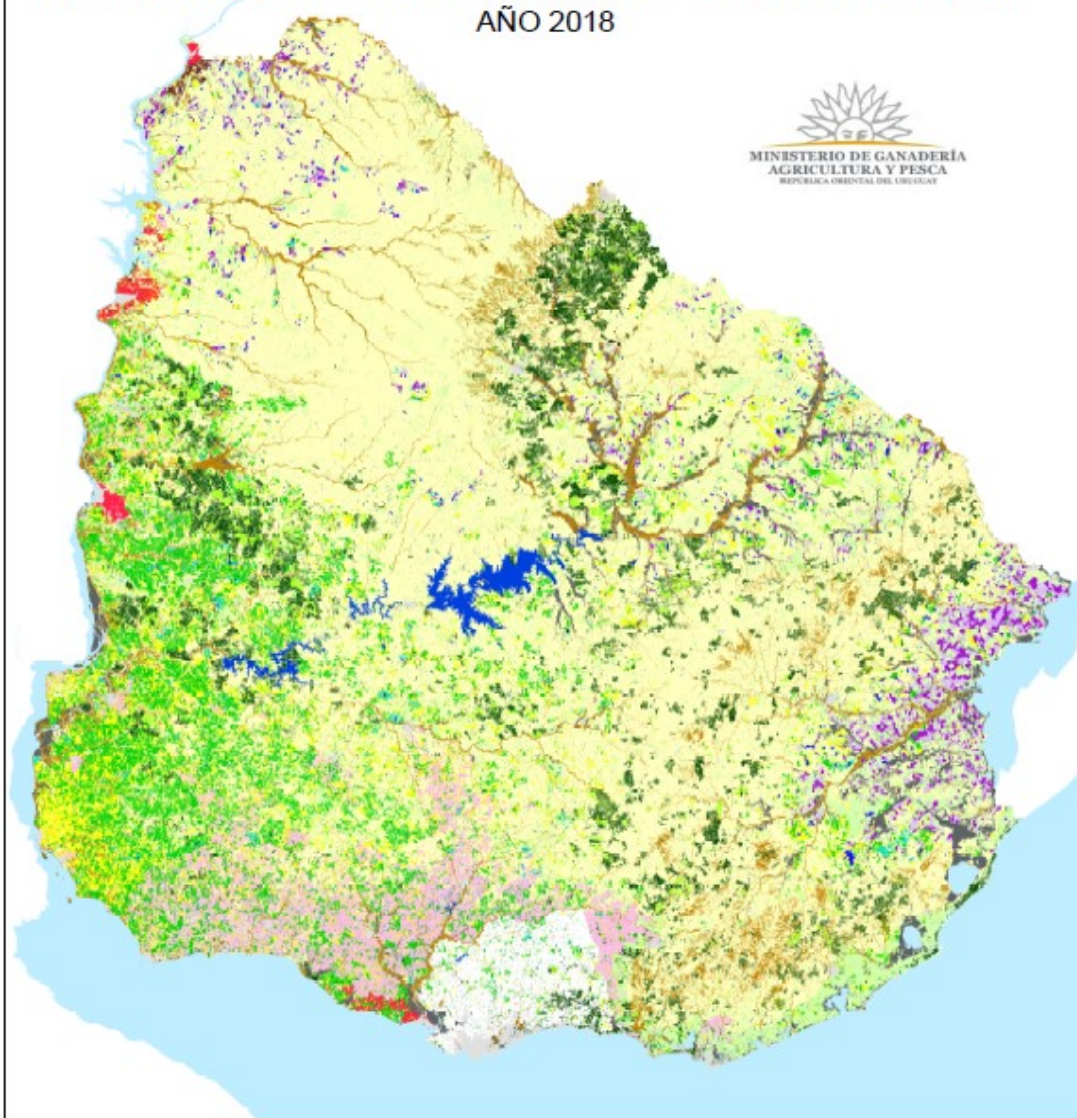
No obstante, la opinión de acopiadores y exportadores es que, como norma general, la miel proveniente de bosques de eucaliptos no requeriría análisis, salvo algunos en caso de presunción por alguno de los factores mencionados.

b. Un segundo grupo es el constituido por colmenas ubicadas en litoral Suroeste, compuesto por los departamentos de Colonia y Soriano, con la mayor presencia de cultivos anuales y pasturas sembradas. Las mieles de esa zona son las que presentan mayores riesgos de contaminación, y requerirán mayor intensidad de análisis.

c. Una tercera zona se conforma con la “cuenca lechera”, integrada por San José, Canelones y Florida. Se trata de una zona con presencia de pasturas, y cultivos, aunque con menor intensidad que en la zona anterior. Las mieles provenientes de esa zona tienen riesgos altos, aunque algo menores que la anterior

d. El resto del país incluye zonas variadas, con predominio de campo natural.

MAPA INTEGRADO DE COBERTURA/USO DEL SUELO DEL URUGUAY
AÑO 2018



Bañados	Cuerpos de Agua Artificiales	Pastizal regenerado
Bosque nativo	Cultivo de Arroz	Playas, dunas y médanos fijos y semifijos
Bosque plantado	Cultivo extensivo con riego por pivote	Rastrojo de arroz
Bosque plantado nuevo, cosecha, rebrote	Cultivo extensivo de secano	Rastrojo de cultivo de secano
Canteras, Areneras, minas a Cielo abierto	Cultivo extensivo en predios lecheros	Represas para riego
Caña de azúcar	Mezcla campo natural, pasturas y rastrojos	Sin clasificar
Citrus	Olivares	Zona hortifrutivicultura
Cuerpos de Agua Naturales	Pastizal natural	Zonas urbanas y urbanizadas

Fuente: DGRN MGAP

Para intentar caracterizar el origen geográfico de las mieles, se procedió a analizar la localización de colmenas y salas de extracción por departamento.

Cuadro 1. Cantidad y localización de colmenas y salas de extracción

Departamento	Colmenas 2019	Colmenas 2014	Var 19/14	Salas 2019	% de Colmenas	% de Salas
ARTIGAS	6751	7097	-4,9%	6	1,2%	1,7%
CANELONES	21444	24235	-11,5%	17	3,8%	4,8%
CERRO LARGO	18137	13150	37,9%	8	3,2%	2,3%
COLONIA	67292	67502	-0,3%	64	12,0%	18,0%
DURAZNO	24303	27263	-10,9%	15	4,3%	4,2%
FLORES	26604	25757	3,3%	11	4,7%	3,1%
FLORIDA	37410	39503	-5,3%	27	6,7%	7,6%
LAVALLEJA	8779	7762	13,1%	3	1,6%	0,8%
MALDONADO	10170	9658	5,3%	5	1,8%	1,4%
MONTEVIDEO	2144	2998	-28,5%	2	0,4%	0,6%
PAYSANDÚ	66805	68972	-3,1%	42	11,9%	11,8%
RIO NEGRO	61635	67050	-8,1%	33	11,0%	9,3%
RIVERA	40501	49899	-18,8%	20	7,2%	5,6%
ROCHA	9453	9890	-4,4%	6	1,7%	1,7%
SALTO	11388	15380	-26,0%	10	2,0%	2,8%
SAN JOSÉ	50460	48485	4,1%	33	9,0%	9,3%
SORIANO	74441	77501	-3,9%	42	13,3%	11,8%
TACUAREMBÓ	19120	16496	15,9%	11	3,4%	3,1%
TREINTA Y TRES	4446	4391	1,3%	5	0,8%	1,4%
TOTAL	561283	582989	-3,7%	360	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración en base a información de CHDA y SINATPA

Siguiendo el criterio de agrupación de zonas por su presunto riesgo de contaminación de mieles con glifosato, se construyó el cuadro que sigue.

Cuadro 2. Evolución de la localización de apiarios y salas de extracción por zonas

Zona	Colmenas 2019	Colmenas 2014	Var 19/14	Salas 2019	% de Colmenas	% de Salas
Norte - Este	100436	101588	-1,1%	53	17,9%	14,9%
Litoral SW agrícola	141733	145003	-2,3%	106	25,3%	29,9%
Litoral NW	128440	136022	-5,6%	75	22,9%	21,1%
Cuenca lechera	109314	112223	-2,6%	77	19,5%	21,7%
Resto	81360	88153	-7,7%	49	14,5%	13,8%

Fuente: Elaboración propia en base a información de CHDA y SINAPTA

El cuadro permite apreciar que, las zonas que de acuerdo con el estudio de INIA son complejas, como la litoral SW y cuenca lechera (predominio de cultivos y pasturas) concentran una buena proporción de las colmenas y las salas de extracción, algo más de 40% en ambos casos.

La zona litoral NW, con buena cobertura de cultivos y pasturas (aunque menor que la SW), e importantes áreas de forestación en suelos de prioridad, concentra algo más del 20%.

En el Norte y Este, con plantaciones forestales, y campo natural, lo que determinaría bajo riesgo, se encuentra el 18% y el 15% de las colmenas y las salas, respectivamente.

El "resto", concentra el 15% y 14% de las colmenas y salas, respectivamente.

Si se asume que las colmenas de la zona Norte y Este, y el 60% de las del “resto” del país tienen bajo riesgo, se tendría cerca del 30% de las colmenas en esa condición.

Un dato brindado por exportadores y comercializadores de miel, indica que cerca del 30% de la miel producida se origina en bosques de eucaliptos. Esto incluye la miel proveniente de las forestaciones del NW, y tiene en cuenta el hecho de que las colmenas localizadas en bosques rinden más. Por ello, al 30% de colmenas de zonas de bajo riesgo, debe agregarse la proveniente de bosques “seguros” del NW. De esa forma, podría estimarse que entre 40% y 45% de la miel presentaría bajo riesgo de superar los niveles máximos admitidos de glifosato.

Estas mieles sólo exigirían análisis periódicos a muestras con sospechas.

En el otro extremo, cerca del 60% de la miel se origina en zonas que aconsejan altas intensidades de muestreo, para poder identificar mieles aptas para constituir embarques.

Estimaciones de los exportadores, indican que en promedio, el 60% de la miel exportable debería tener con certeza, menos de 50 ppb de glifosato, para cumplir con la exigencia de los clientes de esos mercados. No hay mercados que no presenten exigencias en absoluto. En todos ellos hay compradores que presentan exigencias. Los mercados de la UE son más homogéneos en ese sentido, pero prácticamente toda la miel que supera el límite recibe menores precios, variando la brecha según mercados y años.

En la situación actual, un problema importante es que mieles de las cuales se sospecha que puedan contener glifosato, no son incluidas en los embarques a destinos existentes. Con esas mieles de distintos apiarios se conforman contenedores que se destinan a USA u otros mercados que no tienen limitaciones, en los hechos, hasta el momento. En el caso de que parte de esas mieles fuera apta, se está perdiendo la oportunidad de captar un precio mayor por ellas.

Según las estimaciones manejadas, el país debería intentar “rescatar” un 30% a 40% de las mieles de orígenes problemáticos, con niveles aceptables de glifosato. Esto constituiría un 12 a 16% del total, lo que agregado al 40% a 45% de mieles de bajo riesgo, se acercaría a la proporción esperada (60%). Mejoras adicionales, obviamente agregarían valor.

El conocimiento del contenido de glifosato de cada tambor que se usa para conformar embarques, sería lo ideal. Considerando los precios actuales de la miel (USD 400 por tambor en promedio), y el precio probable de los análisis (USD 40 como mínimo), éstos representarían cerca del 10% del valor del producto, lo que no parece viable.

Una intensidad de análisis mínima para mejorar la capacidad de los exportadores de conformar embarques, sería de un análisis por apiario, y por cosecha, o sea, en promedio, dos análisis por apiario, asumiendo que la miel de cada apiario, o grupos de apiarios similares, es homogénea.

Actualmente, el número promedio de colmenas por apicultor, es de 225. Sin embargo, éstas suelen estar distribuidas en diferentes apiarios. Se asumirá, con la información disponible, que cada apiario, o grupo de apiarios con niveles de riesgo similar, produce 1500 kg de miel por cosecha, o sea cinco tambores de 300 kg, con los cuales se generaría una muestra compuesta. En promedio entonces, se procedería a muestrear uno de cada cinco tambores producidos en zonas de riesgo.

Si se considera que debería analizarse el 40% de la miel producida, la estimación da: $12.000 \text{ ton} \times 40\% = 4800 \text{ ton}$

Si se requiere un análisis cada 1500 kg, la cantidad de análisis para mejorar los niveles de certeza sobre las mieles de origen problemático será: $4800/1,5$, o sea 3200 análisis al año.

Esta cantidad de análisis sería la requerida para conformar embarques con destino a la UE. En los hechos, al existir otras formas de comercialización, la cantidad disminuirá. Por otra parte, también es esperable que el conocimiento de los apiarios por parte de los compradores, permita reducir más aún esa cifra.

Dependiendo del precio de los análisis (rango de USD 50 a 100 por muestra), la miel de apiarios en zonas de riesgo, tendría un costo de entre USD 10 y 20 por tambor.

Ese costo debe ser comparado con el beneficio que obtendrían, productores y exportadores, por “rescatar” una proporción de esas mieles, que actualmente no se embarca a los mercados exigentes, y podría hacerlo.

La miel que ingresa a mercados exigentes en calidad y contenido de agroquímicos, puede obtener, según testimonios, sobre precios de hasta USD 0,5 por kg. Empleando promedios más conservadores (USD 0,30/kg), un tambor “rescatado” para ser exportado a Alemania, por ejemplo, podría tener un precio USD 90 (300 kg x 0,3 USD/kg) mayor que otro derivado a un mercado marginal, por su “presunto” contenido de glifosato.

Si el costo promedio de análisis resultara de USD 50 por muestra, y se realiza una muestra cada 5 tambores, el costo por tambor sería de USD 10. Si todos los tambores analizados fueran exportables al mayor precio, no existirían dudas sobre la conveniencia de realizar los análisis.

Pero la realidad es que se analiza un conjunto de apiarios, intentando “rescatar” una proporción de los mismos con contenidos aceptables. Puesto que el margen o beneficio por tambor “rescatado” es USD 90, se debería rescatar el 11,11% (10/90) de los apiarios analizados. Toda mejora en el sobre precio, o reducción del costo de análisis, mejoraría la ecuación.

Entrevistas realizadas, indican que existe incertidumbre sobre las variables que determinan la conveniencia del análisis y su factibilidad financiera. En esas condiciones, es poco probable garantizar que el sector expresará la demanda estimada, si se ofrece el servicio a los precios que se manejan. De hecho, existe una experiencia de resultado negativo, en que luego de negociaciones con el LATU, se logró que éste adquiriera los kits específicos del test de ELISA para glifosato, y ofreciera los análisis a un precio “promocional”. La incertidumbre sobre los beneficios de las partes, y en especial, la necesidad de acumular “tandas” de al menos 30 muestras, habrían motivado que la demanda efectiva fuera prácticamente nula.

Por otra parte, analistas de mercado señalan que los niveles de exigencia en los distintos mercados, los posibles diferenciales de precio a obtener, y la posibilidad de diferenciar el producto, dependen en buena medida del estado de los mercados, y el nivel de precios en los mismos. Una reducción de la oferta, con incremento de precios, relajaría exigencias y controles, y podría reducir diferenciales de precio. Actualmente, pequeños cambios en la oferta de miel china, con antecedentes de adulteración y otros problemas, pueden provocar variaciones importantes en los precios de mercado. Existen indicios de que el ingreso de miel china a ciertos mercados podría restringirse (por controles), lo que podría tonificar en general los mercados.

Otro factor que puede modificar los factores que determinan la necesidad de análisis y la propensión a pagar por ellos, es la forma de comercialización. Nuevos agentes y mercados, que busquen colocar grandes volúmenes, resignando diferenciación y precio, podrían reducir la demanda efectiva.

5. Organización y gobernanza del proceso

La forma de distribuir eventuales costos del proceso, entre productores, y entre fases (productor – exportador), es un aspecto delicado, que depende en buena medida de la forma de organización y gobernanza del proceso.

Las cadenas agroalimentarias difieren, según la naturaleza de los productos, su industrialización obligatoria o no, la perecibilidad de la materia prima, el tipo de empresas que la componen, el destino de los productos, etc. Y esa diferente organización, junto a la trayectoria pasada, determinan en buena medida los grados de confianza, y las necesidades de coordinación y costos de transacción involucrados.

Obviamente no es lo mismo la cadena láctea, que la de las frutas y hortalizas, o la carne.

La necesidad de generar confianza, y apoyo por parte de los productores es clave. Pero esa búsqueda de confianza no debería entrar en contradicción con las necesidades de organizar el proceso, en estrecho vínculo con las necesidades del mercado, aspecto del que están mucho más cerca los acopiadores y exportadores.

En la lechería, quien determina el tipo de análisis necesarios, los niveles de tolerancia, las bonificaciones de precios, y quien es responsable por los análisis, es la industria, y en función de esos resultados, determina premios y castigos al precio de la materia prima.

Una diferencia con la miel, consiste en que toda la leche remitida a la industria es analizada, lo que supone facilidades al momento de distribuir costos.

Por su parte, los productores tienen todo el derecho y las posibilidades de analizar sus muestras como control. En el caso de la miel, incluso, las organizaciones de productores, o la propia institucionalidad público/privada podría ser responsable de análisis de muestras ciegas aleatorias, como forma de garantizar transparencia y confianza.

Sin embargo, los productores no tendrían incentivos para incrementar la frecuencia e intensidad de muestreo de apiarios problemáticos, y podrían optar por no intentar vender por los canales de mayor valor, u ocultar los resultados en caso de ser negativos, todo lo cual conduciría a pérdida de eficiencia de todo el proceso, eventuales repeticiones de análisis, o no confianza plena de los mismos por parte de quienes tienen la responsabilidad de armar embarques que aseguren el cumplimiento de los límites impuestos por los compradores.

Por esos motivos, se entiende que las decisiones en materia de selección de apiarios a analizar, intensidad de muestreo, y premios y castigos asociados a los resultados, deben estar en manos de los exportadores u otros concentradores de producción. Del mismo modo, una porción relevante de los costos de coordinación y análisis, sean responsabilidad de estos.

Para mejorar la confianza y evitar abusos basados en la asimetría de información, la institucionalidad pública privada de la cadena, debería supervisar el proceso, y contar con la información para su manejo público, o en caso de ser privada, para la eventual resolución de controversias.

Sea cual sea el resultado, parece importante que el proceso comercial incorpore incentivos a las mieles según contenido de glifosato, de manera de compensar los mayores costos de análisis, y premiar buenas prácticas.

Al plantear los contenidos de este estudio, se manejó la posibilidad de evaluar la eventual oferta de servicios por parte del sector privado, descentralizado en el país. Descartada por ahora la alternativa del método NIR, la recomendación apuntaría a laboratorios de entidades que ya hubieran incurrido en inversiones, y que no condicionaran estas inversiones a la evolución de la demanda efectiva en el corto plazo. La experiencia con el LATU, la necesidad de verificar gradualmente la eficiencia del proceso y los beneficios esperados del mismo, permiten esperar un crecimiento lento de la demanda de servicios, incompatible con el riesgo, para una entidad privada, de realizar inversiones específicas.

En función de este análisis, y del resultado del análisis de precios factibles, se plantearán algunas alternativas sobre las cuales la institucionalidad público-privada pueda decidir.

6. Conclusiones

En base a los análisis realizados hasta el presente, puede afirmarse que, si se superaran las restricciones verificadas en esta fase, el método NIR sería el adecuado para ser incorporado por la cadena, a través de instituciones especializadas, los propios exportadores, organizaciones de productores, etc.

Si bien no está dentro del alcance de este proyecto, se recomienda que la CHDA apoye iniciativas de investigación orientadas a calibrar el método a mieles homogéneas en ciertos atributos, que permita generar más de una escala, y mejorar la capacidad predictiva del método.

Dentro de las otras dos alternativas analizadas, el método ELISA aparece como promisorio por su precisión, y por sus bajos costos de inversión. No obstante, sus costos de operación, la necesidad de manejar tandas de muestras, la especificidad de reactivos a adquirir, y la necesidad de garantizar ciertos niveles de demanda para generar las capacidades, atentan contra su viabilidad, al menos con los precios “de mercado”, y la disposición actual a coordinar el proceso, y asumir costos por parte de la cadena.

El método HPLC es reconocido por su precisión, y empleado por organismos internacionales de análisis y certificación. Su gran problema radica en los altos costos, asociados al valor de la inversión y de algunos insumos críticos (columna), y otras barreras al ingreso de oferentes, como necesidad de personal especializado, instalaciones, etc.

Su ventaja, es que no tiene requerimientos específicos, y es ampliamente usado en otras actividades de investigación y desarrollo, sin necesidad de insumos específicos, especializaciones adicionales de personal, ni instalaciones.

Adicionalmente, una serie de factores, entre los que se destaca la evolución de mercados y precios, agrega incertidumbre a las exigencias por parte de los compradores, y su reflejo en la necesidad de análisis locales.

De todos modos, dados los requerimientos y precios posibles a ofrecer por el servicio en la actualidad, no es de esperar que se genere una demanda por análisis que haga viable la oferta de servicios en forma “espontánea”.

La incertidumbre sobre la evolución de los mercados y las exigencias asociadas, así como sobre los beneficios de la utilización de los análisis para “rescatar” y valorizar una parte de las mieles que hoy no se envían a los mercados exigentes, indica que sería aconsejable un proceso gradual, con apoyo de la institucionalidad para avanzar en la organización y gobernanza, estudios de apoyo que permitan comprobar beneficios generados a partir de los análisis, entre otros.

Por otra parte, parece difícil que con los actuales precios de análisis, que surgen de los costos, la demanda crezca.

En esas condiciones, otro apoyo que debería evaluarse, es el de gestionar el otorgamiento, por un período acotado, de un subsidio que financie una parte del costo de los análisis. Debe considerarse que el número de muestras para lograr las mejoras esperadas se estimó en 3200 al año, aunque presumiblemente se comenzará con cifras sensiblemente menores. Si el precio acordado, fuera de entre USD 50 y 90 por muestra (para ELISA y HPLC respectivamente), el costo por año, para 3000 muestras, sería de entre USD 150.000 y 270.000. Si se lograra subsidiar un 60% de ese costo en el primer año, el monto de ese apoyo sería de USD 75.000 a 135.000. Debería evaluarse rigurosamente la evolución de la demanda y el resultado obtenido, tendiendo a lograr la sostenibilidad en condiciones de mercado. También debería analizarse la posibilidad de que el apoyo fuera decreciente.

También parece recomendable, si se decide avanzar en esa línea, establecer contactos, y posibles “acuerdos marco”, con entidades, en su mayoría de interés público, que ya tienen posibilidades de prestar el servicio. Además de eventuales precios, debería analizarse la forma de garantizar la realización de análisis, aun cuando la demanda no fuera importante ni continua.