

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**COMPONENTES NUTRICIONALES Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE MIELES
DE CUATRO REGIONES FITOGEOGRÁFICAS DEL URUGUAY**

por

Pablo Gerardo CRACCO CATTANI

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Magíster en Ciencias Agrarias opción
Ciencias Animales

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Dra. Karina Antúnez, Dra. Gabriela Speroni, y Dra. Mónica Cadenazzi, el 20 de diciembre de 2019. Autor Ing. Agr. Pablo Cracco. Directora Dra. Cristina Cabrera, Co-directora Fernanda Zaccari.

Este trabajo está dedicado a la organización social de las abejas de la cual tenemos mucho que aprender como sociedad humana y a los apicultores del Uruguay que no siempre han tenido momentos dulces y supieron mantenerse en la actividad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible por tres directoras del Departamento de Producción Animal y Pasturas.

Las Dras. Raquel Pérez, Cristina Cabrera y Laura Astigarraga, creyeron más en mí, que yo mismo.

A la Dra. Fernanda Zaccari, a la Dra. Cristina Cabrera, al Quim. Giovanni Galietta y la Lic. Mag. Estela Santos por sus sugerencias y aportes constantes, son parte del equipo.

A los Sres apicultores, José Puigdevale, Leonardo Rodríguez y Ángel Rosano, por dejarme manipular sus colmenas.

A un amigo, Arnaldo Moreni, por acompañar en el proceso.

A mi familia, por el tiempo que les robé, y los momentos de desánimo que me soportaron.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN.....	VII
SUMMARY	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
1.1.1 <u>Definición de miel</u>	2
1.1.2 <u>Composición de la miel</u>	3
1.1.2.1 Parámetros fisicoquímicos	4
1.1.2.2 Parámetros nutricionales	8
1.1.3 <u>Contaminantes</u>	11
1.1.4 <u>Origen botánico</u>	11
1.2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	12
1.2.1 <u>Hipótesis</u>	12
1.2.2 <u>Objetivo general</u>	13
1.2.3 <u>Objetivos específicos</u>	13
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	14
2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	14
2.2 CARACTERIZACIÓN FITOGEOGRÁFICA	14
2.3 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS	16
2.4 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	18
2.5 VARIABLES DETERMINADAS	18
2.5.1 <u>Color</u>	19
2.5.2 <u>pH, humedad y conductividad eléctrica</u>	20
2.5.3 <u>Proteína</u>	20
2.5.4 <u>Azúcares</u>	21
2.5.5 <u>Macrominerales</u>	22
2.5.6 <u>Glifosato</u>	22
2.5.7 <u>Análisis palinológico</u>	23
2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23

3 <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	25
3.1 COLOR.....	25
3.2 Ph	31
3.3 HUMEDAD.....	33
3.4 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	34
3.5 PROTEÍNA.....	36
3.6 AZÚCARES.....	38
3.7 MINERALES	43
3.7.1 <u>Potasio</u>	45
3.7.2 <u>Calcio y Magnesio</u>	46
3.7.3 <u>Sodio</u>	47
3.8 GLIFOSATO	49
3.9 ANÁLISIS PALINOLÓGICO	51
3.10 ANÁLISIS MULTIVARIADO.....	52
4 <u>CONCLUSIONES</u>	58
5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	60
6. <u>ANEXOS</u>	69
6.1 CUADROS.....	69
6.2 ARTÍCULO.....	73

RESUMEN

A pesar de la importancia del sector apícola existen pocos trabajos sobre mieles de Uruguay. En este trabajo se pretendió abarcar una parte de la diversidad de ambientes del país, obteniendo mieles de los 4 puntos cardinales a lo largo de un año en áreas protegidas y fuera de ellas. De 4 apiarios instalados en las regiones Sur, Este, Norte y Oeste (S, E, N y O) se obtuvieron un total de 66 muestras de mieles correspondientes a 7 fechas de cosecha en las 4 regiones (2 en Sur, 2 en Este, 2 en Norte y 1 en Oeste). En ellas se determinaron las variables; color, pH, humedad, conductividad eléctrica (C.E.), contenido de proteína, de macrominerales (K, Ca, Mg y Na) y de azúcares (Fructosa, Glucosa, Sacarosa, Isomaltulosa, Galactosa y Manosa). También se determinó contenido polínico y presencia de elementos de mielatos (HDE). Se formaron además muestras compuestas y se determinaron 13 contenidos de glifosato (4 en el S en 2 fechas, 3 en el E en dos fechas, 4 en el N en 2 fechas y 1 en el O en una fecha). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza simple y GLM (ANOVA) con contrastes de Tukey-Kramer ($p < 0,05$) y mediante métodos de estadística descriptiva (ACP, análisis de componentes principales y análisis de conglomerados). Los resultados muestran diferencias significativas entre regiones y fechas. Un alto contenido de minerales en las mieles se asocia a altos valores de C.E. Los minerales Ca y Na y los azúcares Galactosa y Manosa se podrían asociar a un origen geográfico o botánico. Se identificaron algunas mieles monoflorales de especies nativas. En las regiones asociadas a actividades de ganadería de carne o lanar y forestación no se pudo detectar presencia de glifosato.

Palabras clave: calidad de miel, perfil de azúcares, contenido mineral, regiones de Uruguay

SUMMARY

NUTRITIONAL COMPOSITION AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF HONEYS FROM FOUR PHITOGEOGRAFIC REGIONS OF URUGUAY

Despite the importance of the beekeeping sector there are few works about honeys from Uruguay. In this work, it was intended to cover a part of the diversity of environments in the country, obtaining honeys from the 4 cardinal points over a year in protected areas and outside them. From 4 apiaries installed in the South, East, North and West regions (S, E, N and O) a total of 66 samples of honeys corresponding to 7 harvest dates were obtained in the 4 regions (2 in S, 2 in E, 2 in N and 1 in O). In them, some variables were determined; color, pH, moisture, electric conductivity (CE), protein content, macrominerals (K, Ca, Mg and Na) and sugars (Fructose, Glucose, Sucrose, Isomaltulose, Galactose and Mannose). Pollen content and presence of honeydew elements (HDE) were also determined. Moreover, pooled samples were formed and 13 glyphosate contents were determined (4 in the S in 2 dates, 3 in the E in two dates, 4 in the N in 2 dates and 1 in the O on a date). Data were analyzed by an analysis of variance (ANOVA) followed by a Tukey-Kramer test ($p < 0.05$) and by means of descriptive statistics methods, principal components analysis (PCA). The results show differences between regions and dates, and the range of values found agrees with those reported by other investigators in the world, with a high content of minerals and high EC values. The minerals Ca and Na and the sugars Galactose and Mannose could be associated with a geographical or botanical origin. Some monofloral honeys of native species were identified. In the regions associated with livestock production, like beef or wool, and forestry activities, no presence of glyphosate could be detected.

Key words: honey quality, sugar profile, mineral content, regions of Uruguay

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay la apicultura comenzó a inicios del siglo XIX y desde 1970 pasó a ser un rubro de exportación (Cordara, 2005). En 2017 se registraron 3021 apicultores con 535.613 colmenas distribuidas por todo el país. Los volúmenes exportados varían, dependiendo del clima, en torno a las 12.000 toneladas anuales (Uruguay Siglo XXI, 2014). Este volumen de exportación corresponde al 90% del total producido y representó el 0,3 % de los ingresos por exportaciones en el año 2017, por encima del vino o frutas no cítricas (MGAP, 2017). Pohl et al. (2012) indica un consumo potencial máximo para el ser humano adulto de 100 g diarios, según este valor en Uruguay el consumo anual per cápita es muy bajo, situándose en un promedio de 300 g en los últimos 7 años (MGAP, 2019). Los principales mercados son Europa y EE.UU, a los que llega como commodity en barriles de 200 L (300 kg). Los precios de exportación a granel varían de 1,2 a 3 U\$S (MGAP, 2017), y en el mercado local en frascos de kilo o medio kilo de 4 a 8 U\$S.

Por otro lado, la actividad apícola está en consonancia con la imagen de país natural por ser una actividad amigable con el ambiente y no contaminante, promovida desde el Ministerio de Turismo con la marca Uruguay Natural (Ministerio de Turismo, 2019). A pesar de su tamaño ($17,7 \cdot 10^6$ hectáreas), Uruguay posee 12 unidades de paisajes diferentes (Evia y Gudynas, 2000). Esto se debe a estar en una zona de transición entre las provincias Pampaena y Paranaense (Chebataroff, 1942) a lo que se le agrega una variación climática en temperatura y precipitaciones que aumentan de Sur a Norte. También en relación a su tamaño es un país rico en su flora, que abarca, unas 2500 especies entre herbáceas, arbustivas, árboles y palmeras, en ambientes diversos (Muñoz et al., 2005).

La promulgación de la ley 17234 (Poder Legislativo, 2000) creó un sistema nacional de áreas protegidas (SNAP) definidas como el...“conjunto de áreas naturales del territorio nacional, continentales, insulares o marinas, representativas de los ecosistemas del país, que por sus valores ambientales, históricos, culturales o paisajísticos singulares,

merezcan ser preservados como patrimonio de la nación, aun... transformadas parcialmente por el hombre”. El artículo 8, entre otras prohibiciones establece: “El desarrollo de aprovechamientos productivos tradicionales o no, que por su naturaleza, intensidad o modalidad, conlleven la alteración de las características ambientales del área”. Esto genera una problemática social, los habitantes de esas áreas deben tener una actividad económica que los sustente, sin generar alteraciones al entorno donde viven. La actividad apícola puede ser una alternativa. El trabajo de Canini et al. (2009), muestra que las mieles producidas en áreas protegidas italianas presentaron diferencias en cuanto a su calidad tanto por ausencia de contaminantes como en sus propiedades nutraceuticas. Caracterizar la miel producida en áreas pertenecientes al SNAP permitiría agregar valor a una actividad que cumple con la ley, dando una salida laboral al apicultor de la región. Asimismo, la presencia en el mercado interno de una miel producida en regiones emblemáticas del Uruguay podría incrementar el consumo interno dando mayor estabilidad al productor. La importancia social y económica de la miel en Uruguay, así como la diversidad de suelos y de climas entre regiones a lo largo del año son una oportunidad para llevar adelante una investigación que permita caracterizar a estas mieles por atributos de calidad. Este trabajo pretende comenzar una línea de investigación en este sentido.

1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.1. Definición de miel

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación la miel es una “sustancia natural producida por abejas a partir de néctar de flores o secreciones de partes vivas de plantas o de secreciones de insectos que se alimentan de partes vivas de plantas, que las abejas recolectan, transforman con el agregado de sustancias propias, depositan en panales donde las deshidratan y maduran” (FAO, 2001). Las normas europeas agregan que debe de ser de *Apis mellifera* (Council directive, 2001). Los EE.UU. tienen un sistema simple que apunta a la calidad del

producto basada en 3 categorías A, B y C en un sistema de puntos. Los puntos se obtienen por ausencias de defectos, sabor y aromas y claridad. El color de la miel se define según la escala Pfound, generando 7 grados de color de Water White a Dark Amber. Es una escala de observación visual en un rango de 14 a 140 mm, pero no otorga puntos. El parámetro más importante es la humedad que no puede ser superior a 20% (miel C) o 18,7 % (A y B). Las normas de EE.UU. varían de estado a estado, y no tienen la complejidad de las normas europeas ni son obligatorias (USDA, 2019). Tanto la FAO, como las normas europeas establecen una serie de parámetros a medir en miel para su autenticidad. Las normas europeas, más completas, reflejan la mayor tradición cultural en producción y consumo de miel del viejo continente (Council Directive, 2001).

1.1.2. Composición de la miel

La propia definición de la miel plantea la complejidad del producto. Dentro de *Apis mellifera*, diferentes razas pueden generar mieles diferentes según las especies vegetales elegidas. Estas especies su vez son influenciadas por el clima de distintas maneras. La misma colonia de abejas no producirá la misma miel en la misma región en diferentes temporadas, incluso por prácticas diferentes del mismo apicultor (White, 1978). Tampoco lo hará con igual flora en ambientes geográficos diferentes, ya que aún las mismas especies botánicas no generan el mismo néctar en suelos con propiedades físicas y químicas diferentes (Persano Oddo et al., 1995). La misma especie de abejas no produce mieles con el mismo contenido de minerales en diferentes regiones, esto dependerá de la flora, suelos y el clima de cada región (Escuredo et al., 2015). Esta producción de mieles diferente en distintas regiones también lo encuentra Biluca et al. (2017) trabajando con ápidos de la subfamilia Meliponidae. Esa complejidad de la miel se evidencia en 181 sustancias diferentes encontradas en la miel, azúcares, enzimas, vitaminas, compuestos aromáticos, ácidos orgánicos y aminoácidos (Ouchemoukh et al., 2007). Esta complejidad es mayor aún si consideramos su contenido de polen en cuanto constituyente normal de la miel

(Anklam, 1998).

1.1.2.1 Parámetros fisicoquímicos

El consumidor presta atención a la calidad de los alimentos que consume y la miel no es la excepción (Major et al., 2011). Se han definido valores para diferentes parámetros que inciden en el valor comercial y la aceptación por parte de consumidores. Las normas europeas se basan en la medición de parámetros como contenido de humedad, contenido de Sacarosa, relación Glucosa+Fructosa/azúcares totales, sólidos insolubles, diastasa, Hidroximetilfurfural (HMF), conductividad eléctrica y acidez libre. Se establecen límites máximos o mínimos y excepciones según tipos de miel (floral o no, monoflorales o no). Si bien la miel se percibe como alimento natural, limpio y saludable, su origen geográfico o botánico puede incidir en la aceptación o no por parte de los consumidores (Bogdanov, 2006). El origen geográfico y botánico están unidos a la calidad de la miel y afectan su valor comercial (Fechner et al., 2016). Es así que otros análisis, como el perfil de monosacáridos y el contenido de minerales, se proponen para determinar con precisión el origen botánico y geográfico de la miel para cumplir con las normas europeas (Anklam, 1998; Persano Oddo et al., 1995).

Color

Es lo primero que percibe el consumidor, es subjetivo y se asocia a la decisión de consumir. El consumidor por sinestesia puede asociar el color a un aroma o a un sabor (Aubert y Gonnet, 1983). Es un parámetro influenciado por el origen botánico, a través de taninos y pigmentos vegetales (Fell, 1978), el contenido de minerales, la temperatura y condiciones de almacenamiento (Bogdanov et al., 2004). El color determina precios, aunque mieles claras de Citrus sp. ó acacia (*Robinia pseudoacacia*) reciben mejores precios, mieles oscuras son más apreciadas en Alemania y Austria (Bogdanov et al., 2004) y doradas oscuras en Irlanda (Murphy et al., 2000). Puede usarse parámetros de color para diferenciar origen botánico. Bettar et al. (2015),

utilizaron el tono del color (Hue, °Hab) entre otros parámetros para diferenciar dentro del género *Euphorbia* las especies *E. officinarum* y *E. regis-jubae*. Sin embargo, White (1978) da mayor peso al sabor como elemento para separar mieles frente al color. Si bien en el sabor intervienen compuestos volátiles que son propios de cada especie en el color intervienen minerales que también pueden marcar origen geográfico o botánico.

Las formas de medir el color en miel son utilizando un colorímetro Pfound o basado en el espacio tridimensional del sistema CIELAB.

El Colorímetro Pfound usado por el United States Department of Agriculture (Fell, 1978) se basa en una escala en milímetros que se mueve sobre un vidrio con gradiente de colores ámbar. Al obtenerse la equivalencia de colores se lee el movimiento de la escala en mm, tiene subjetividad del operador, tanto en la apreciación del color como en la lectura de la escala.

La medición objetiva del color utilizando el sistema CIELAB de la Comisión Internationale d'Éclairage (Aubert y Gonnet, 1983), se basa en la lectura de 3 parámetros del color, luminosidad (L^*) con valores de 0 (negro) a 100 (blanco), a^* con valores de +60 a -60, (rojo a verde) y por último la variable b^* con valores que van de +60 a -60 (amarillo a azul). El método más usado hasta ahora es la escala Pfound a pesar de ser el CIELAB más fácil de usar y no presenta la subjetividad de la escala Pfound. En Uruguay se encontró que la preferencia para consumir miel en Uruguay están dentro del rango Light Amber y Amber (Gámbaro et al., 2007) con mieles que van desde los 26 a los 104 mm Pfound. Corbella y Cozzolino, (2006) muestran un rango de valores de 37,8 a 99 mm Pfound para diferentes mieles de Uruguay.

pH

La acidez es una característica del sabor. El ácido glucónico es el principal ácido de la miel (Stinson et al. 1960), mientras que otros investigadores encontraron otros ácidos como acético, butírico, fórmico, láctico, oxálico, málico entre otros (White, 1978). El ácido glucónico se forma desde la Glucosa por la acción de la enzima Glucosa oxidasa agregada por las abejas. Factores ambientales que afectan al néctar (en su densidad)

y propios cada colonia altera la cantidad de ácido producido por lo que las mismas fuentes florales pueden generar diferentes pH. En su estudio de casi 500 mieles en EUA, White (1978) presenta un rango de valores de pH de 3,4 a 6,1. Sin embargo, sería un factor que permitiría discriminar entre diferentes fuentes florales (Persano Oddo et al., 1995). La acidez generada por la acción de la Glucosa oxidasa así como las moléculas de peróxido de hidrógeno que se forman en la reacción son responsables de la alta estabilidad y conservación del producto miel (Bogdanov et al, 2004; White, 1978). Por el contrario, mieles con pH altos como la miel de *Ziziphus spina-cristy* (Sidr honey) de hasta 6,97 (Roshan et al., 2017) son usadas en tratamientos contra la gastroenteritis y otros problemas gástricos (Taha et al., 2015). Trabajando sobre 490 mieles White (1978) encontró valores de 3,4 a 6,1. En Argentina, 141 mieles de la provincia de Corrientes dieron valores en el rango de 3,67 a 5,4 de pH (Fechner et al., 2016). En Brasil 12 mieles de diferentes estados dieron valores entre 3,1 y 4,05 (Azeredo et al., 2003). En Uruguay, sobre 30 muestras de miel, el rango de pH encontrado por Corbella y Cozzolino (2006) es de 3,0 a 4,2 siendo un parámetro de buen poder discriminatorio entre diferentes orígenes vegetales. Conocer el pH de la miel puede orientar sobre sus posibles usos y su estabilidad como producto.

Humedad

La humedad de la miel es una de las variables que controlan tanto las normas europeas como la norma norteamericana (USDA, 2019). En el caso de las normas americanas, relacionan la humedad con la capacidad de fermentar en función del número de esporas de levaduras por gramo y según la clase de la miel aceptan hasta un 20 %. Dentro de Estados Unidos la humedad varía entre regiones e incluso entre estaciones (White, 1978). En el caso de Europa no más de 20 % o admitiendo excepciones como en caso de miel de *Calluna vulgaris*, con no más de 23 % (FAO, 2001). Si bien afecta la estabilidad de la miel, no es el único factor que interviene y hay que considerar el pH, en mieles tropicales se llega a humedades de 27 %, con pH de 3,1 a 3,4 (Jaafar et al., 2012) sin arriesgar la estabilidad. La humedad (H) también afecta la relación Glucosa/humedad (G/H), que se toma como índice para determinar

la velocidad de cristalización.

Conductividad eléctrica (C. E.)

La medida de la C.E. se presenta en miliSiemens/cm (mS/cm) y como es sensible a la temperatura se debe acordar a qué temperatura se realizan las mediciones para estandarizar el método (Bogdanov et al., 2004). Se usa en la determinación de origen botánico de la miel principalmente en la diferenciación (con algunas excepciones) de mieles florales de mielatos utilizando el valor límite de 0,8 mS/cm. La conductividad eléctrica de las mieles tiene alta correlación con el contenido de cenizas, Thrasyvoulou y Manikis (1995) encuentran valores de $r = 0,97$ en mieles de Grecia y El-Sohaimy et al., (2015) encuentra un $r = 0,99$ para mieles de la península arábiga. Determinar la conductividad eléctrica es un método rápido y barato para identificar mieles florales de mielatos, y fue incorporado tanto por el Codex alimentarius de la FAO (FAO, 2001) como por la Comisión Europea (El-Sohaimy et al., 2015). En Argentina (Corrientes) se encontraron en mieles valores de 0,16 a 1,79 mS/cm, los valores más altos ($> 0,8$) relacionados a colores oscuros estarían asociados a mieles extraflorales (Fechner et al., 2016). En Uruguay se encontraron valores en mS/cm de 0,8 Eucalyptus spp, 0,49 Baccharis spp, 0,46 Pasturas, 0,41 Citrus, 0,6 multifloral, y 0,99 otras (Corbella y Cozzolino, 2006). Encontrar diferencias en la conductividad eléctrica podría justificar posteriores análisis de esas mieles para su caracterización más profunda.

1.1.2.2. Parámetros nutricionales

Proteína

La proteína en miel está dada por el contenido de polen, los aminoácidos libres y las enzimas propias de las abejas (Anklam, 1998). Los principales métodos citados para la determinación de proteína son Kjeldahl de la AOAC (El-Sohaimy et al., 2015) y Bradford (Azeredo et al., 2003).

Los valores son bajos y oscilan entre mieles de diferentes orígenes, 0,41% a 0,09% (White, 1978), 0,94% a 0,37% (Ouchemouk et al., 2007). Con el proceso de ultrafiltrado, los valores de proteína bajan un promedio de 55% (Paine et al., 1934).

Bergner y Diemair (1975), con ultrafiltrado encuentran valores de reducción entre 33 y 45 %. Esto apunta a que el polen sea responsable de un gran porcentaje de la proteína en miel. Los valores proteicos de los pólenes son diversos, 14,5% a 41,5% y dependen del origen botánico más que de la región, suelos o época del año (Santos et al., 2009). La variación en contenido proteico de la miel podría explicar diferentes orígenes de la miel (El-Sohaimy et al., 2015). El contenido de proteína y las relaciones entre aminoácidos y algunos aminoácidos en especial podrían ser indicadores de regiones geográficas (Anklam, 1998). Contenidos bajos de proteínas podrían indicar adulteraciones con azúcar (Vit Olivier, 1987), por eso la importancia de conocer el porcentaje normal de cada miel. Encontrar diferencias en proteína entre mieles podría justificar posteriores análisis con mayor profundidad de sus componentes.

Azúcares

Los azúcares son los compuestos principales de la miel. Los azúcares principales constituyen el 96 % y son, Fructosa, Glucosa y, en menor medida, Sacarosa (White, 1978). Las normas de calidad establecen límites máximos y mínimos y relaciones entre los azúcares principales de la miel. En el caso de la Sacarosa no debe superar los 15 g en 100 g de miel y la suma de Glucosa y Fructosa no debe superar los 60 g ni ser menor a 45 g en 100 de miel, aunque se plantean excepciones (FAO, 2001). Otros azúcares que han sido reportados en la miel son monosacáridos, trisacáridos y polisacáridos, destacándose la Maltosa, la Isomaltosa, la Maltotriosa y la Isomaltotriosa (White, 1978). Trabajos más recientes reportan pentasacáridos y hexasacáridos (Ouchemoukh et al., 2010). Además de la importancia como prebióticos de algunos de ellos, (Ouchemoukh, et al., 2010) se estudia su presencia y relaciones en diferentes mieles para prevenir fraudes (Anklam, 1998). La práctica de adulterar con azúcar de otro origen puede ser detectada ya que altera la relación normal de azúcares de una miel. La relación Fructosa/Glucosa (F/G) puede ser utilizada para diferenciar mieles. Si bien la Fructosa siempre es mayoritaria, en mieles de *Taraxacum officinalis* y *Brassica napus* la relación es menor a uno. Además las relación F/G y G/H (Humedad) puede predecir la velocidad de cristalización, mayor velocidad a relaciones F/G

menores a 1,11 o relaciones G/H mayores a 2 respectivamente (Escuredo et al., 2014). El contenido de azúcares en la miel depende de las fuentes florales. Por esto el perfil de azúcares puede diferenciar mieles por origen botánico (Bárez et al., 2000). Es así que algunos azúcares menores pueden ser utilizados como marcadores de origen botánico. En mieles de origen extrafloral aparecen trisacáridos como Melezitosa y Rafinosa en mayor concentración que en mieles florales en donde pueden no aparecer (Nayik et al., 2015). En el trabajo de Anklam (1998), se mencionan diferentes formas de determinar azúcares, por métodos físicos, químicos o enzimáticos. Sin embargo, muchos azúcares de la miel se forman en el proceso de maduración debido a las enzimas que agregan las abejas, y continúan cambiando con el tiempo debido a la acción de esas enzimas (Lazarević et al., 2017). Esto es natural y será un proceso más o menos rápido en función de la temperatura de almacenamiento. No hay antecedentes de descripción de azúcares en mieles de Uruguay y su estudio podría aportar datos para una caracterización más profunda y una diferenciación por origen.

Minerales

White (1978) presenta un valor promedio de minerales totales para mieles de EUA, de 0,17%, pero con variaciones, de 0,02 a 1,03%, siendo el Potasio el principal macromineral en miel. En Europa se publican valores para mieles europeas de que van de 0,1 a 0,2 % para mieles florales y más de 1 % para mielatos, también en estas mieles el Potasio es mayoritario con porcentajes de 45 a 85 % sobre minerales totales y con valores máximos en torno a los 5500 mg/kg (Lazarević et al., 2017). Diferentes valores para Potasio, Calcio, Sodio y Magnesio se reportan para mieles de diferentes orígenes botánico pero, con pocas excepciones, el Potasio en mayor cantidad (Liberato et al., 2013). Lo mismo se encuentra en mieles de la península arábiga y de otras partes del mundo (Alqarni et al., 2014). Valores de 0,54 a 0,06 % de cenizas se encuentran en mieles Argelinas (Ouchemoukh et al., 2007). Los minerales están correlacionados con la conductividad eléctrica y el color de la miel. El contenido de cenizas permite agrupar mieles de distinto origen floral, los mayores valores se ven en mielatos, en cambio mieles de Citrus sp. y Robinia sp. presentan los menores

valores (Persano Oddo et al., 1995). Varios trabajos apuntan a que algunos minerales pueden ser marcadores de origen geográfico (Palinić y Bijeljac, 2014; Lazarević et al., 2017). No hay antecedentes de descripción de minerales en mieles de Uruguay y obtener información sobre su contenido podría aportar a una diferenciación por origen.

1.1.3. Contaminantes

Bogdanov (2006) agrupa los contaminantes de la miel en aquellos de origen ambiental y aquellos originados por el manejo del apicultor. Dentro de los primeros, no directamente dependientes del apicultor menciona a los agroquímicos, metales pesados, organismos genéticamente modificados, bacterias y sustancias radiactivas. En el caso de los agroquímicos, toda producción apícola está sujeta a ser contaminada desde que los apicultores no son dueños de las decisiones que se toman en torno a sus apiarios. Investigadores de Uruguay han trabajado para ajustar técnicas de detección de esos agrotóxicos y mencionan 41 productos diferentes, fungicidas, insecticidas y herbicidas, (Niell et al., 2013), pero en este trabajo no se incluye el glifosato. Las exportaciones de miel de Uruguay en el año 2017 se vieron afectadas por valores de glifosato que superaron los 0,05 ppm de glifosato (Mendoza, 2018). Este principio activo se incluye en el grupo de relativamente no tóxicos para abejas ($LD_{50} > 15 \mu\text{g}/\text{abeja}$), con un valor de $100 \mu\text{g}/\text{abeja}$, sin embargo aunque la mortalidad es el principal criterio, se plantea la necesidad de estudiar los efectos subclínicos, ya que la abeja no muere, pero el producto se acumula en la miel (Devillers, 2002).

1.1.4. Origen botánico

En la definición de la miel se establecen dos posibles orígenes, “secreciones de flores o de partes vivas de vegetales o de insectos que se alimentan de partes vivas”. Esto genera dos posibles orígenes de la miel, floral o extrafloral (mielatos). Para determinar si una miel es de mielatos se apela a la relación honeydew elements/pollen (HDE/P). Pero además el estudio de estos elementos, esporas e hifas de hongos, a través de su

taxonomía, puede indicar el origen de esos mielatos (Mura-Mészáros y Magyar, 2017). Si las mieles son florales, pueden ser monoflorales o multiflorales. Para determinar si son monoflorales se adopta como criterio que se alcance el 45 % (Maurizio, 1975) como valor de su principal tipo de polen aunque se acepta que hay excepciones que deben ser estudiadas (Anklam, 1998). Se utiliza la combinación de métodos organolépticos y melisopalinológicos para asegurar el origen ya que solo la melisopalinología no sería suficiente (Persanno-Oddo et al., 1995). Se presentan trabajos en donde conociendo el origen floral por melisopalinología se busca correlacionar con otras variables de más fácil y rápida medición como pH, conductividad o contenido de ciertos oligosacáridos (Stefanini, 1988). Los métodos palinológicos son objetivos y se realizan siguiendo la metodología propuesta por Louveaux et al. (1978).

En base a estos antecedentes y a la importancia de generar información que permita caracterizar las mieles de diferentes regiones del Uruguay, esta tesis abordó el estudio de parámetros físico-químicos y compuestos nutricionales en mieles de áreas protegidas y no protegidas en dos momentos de cosecha durante un año, incorporando un análisis preliminar de contaminantes en las mismas.

1.2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.2.1. Hipótesis

En diferentes zonas fitogeográficas del Uruguay se podrían obtener mieles diferentes.

En la misma zona se obtendrían mieles diferentes según la época del año.

Mieles de áreas protegidas presentarían características propias y diferentes.

1.2.2. Objetivo general

El objetivo general de esta investigación fue:

Caracterizar las mieles de Uruguay de diferentes orígenes fitogeográficos, por parámetros físico-químicos, compuestos nutricionales y contaminantes, en dos fechas

de cosecha durante un período de un año.

1.2.3. Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron:

-Determinar el color, pH, humedad, conductividad eléctrica, en las mieles de 4 regiones y en dos fechas de cosecha durante un periodo de un año.

-Determinar el contenido de proteínas, perfil de azúcares (Fructosa, Glucosa, Sacarosa, Isomaltulosa, Galactosa y Manosa) y contenido de macrominerales (K, Ca, Mg y Na) en mieles de 4 regiones y en dos fechas de cosecha durante un período de un año.

-Cuantificar contenido de glifosato en las mieles de 4 regiones y en dos fechas de cosecha durante un período de un año.

- Determinar el origen botánico de las mieles obtenidas

-Determinar posibles diferencias entre regiones y fechas de cosecha.

A partir de los datos obtenidos, identificar dentro de las variables estudiadas, aquellas que puedan ser posibles marcadores de origen geográfico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Para abarcar lo más posible la variación de paisajes mencionada para Uruguay, se eligieron puntos diferentes cubriendo los cuatro puntos cardinales. Se trabajó en una región, Los Cerrillos (Sur) asociada a actividades humanas de producción hortifrutícola, viñedos y agricultura (cereales y soja), ubicada cerca de la capital, Montevideo, centro industrial más grande del país (30 km). Se eligieron tres regiones asociadas a áreas protegidas, del SNAP, Quebrada de los Cuervos (Este), Valle del Lunarejo (Norte) y Esteros de Farrapos (Oeste), Cuadro 1.

Dentro de cada región se ubicaron apicultores que se comprometieron a permitir la extracción de muestras de miel de 10 colmenas que quedarían fijas en el lugar a lo largo de un año, según diferentes floraciones. Los apiarios seleccionados fueron georeferenciados con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (Garmin 12 Olathe, KS, EUA). La información se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de los apiarios estudiados

Apiarios	Coordenadas
Los Cerrillos (Sur)	S 34 35 911 - W 56 24 712
Quebrada de los Cuervos (Este)	S 32 57 943 - W 54 27 273
Valle del Lunarejo (Norte)	S 31 08 229 - W 55 58 876
Esteros de Farrapos (Oeste)	S 32 50 576 - W 58 05 135

2.2. CARACTERIZACIÓN FITOGEOGRÁFICA

A fin de caracterizar fitogeográficamente la región donde estaban ubicados los apiarios se determinaron características de los suelos como las formaciones geológicas (Bossi, 2001), las Unidades de Suelo (MGAP, 1976) y los Grupos Coneat (MGAP, 2016) que se presentan en el Cuadro 2.

A fin de caracterizar la vegetación en el radio de alcance de vuelo y trabajo de las abejas, desde cada apiario se recorrió 500 metros en dirección a los cuatro puntos cardinales (N, S, E y O) y se verificó la flora presente. En el caso de apiario Oeste al estar en la costa del río Uruguay se llegó hasta la isla más cercana al Oeste del apiario. En Los Cerrillos (Sur), la vegetación que predominaba fueron praderas artificiales para la producción de ganado de carne y leche, actividades hortícolas y frutícolas, campos naturales enmalezados, montes de abrigo de especies de *Eucalyptus* sp. y montes ribereños nativos con presencia de especies introducidas.

En la Quebrada de los Cuervos (Este) la vegetación que predominaba fueron praderas naturales de uso pastoril con dominancia de gramíneas y malezas asociadas, en las zonas más bajas montes serranos de alta densidad observándose también forestación con *Eucalyptus* sp.

En el Valle del Lunarejo (Norte) la vegetación que predominaba fue praderas naturales de ciclo invernal, dada la poca profundidad de los suelos, con dominancia de gramíneas y compuestas y en las zonas más bajas asociadas a los valles se puede encontrar árboles y arbustos nativos.

Cuadro 2. Formación geológica, Unidades de Suelos y Grupos Coneat (MGAP, 2016) en cada región.

Región	Formaciones geológicas	Unidades de suelo	Grupos coneat
Los Cerrillos (Sur)	Libertad, Fray Bentos, Mercedes, Raigón Aluviones sedimentarios	Tala Rodriguez Ecilda Paullier-Libertad	10.8, 10.11 11.9, 10.6b
Quebrada de los Cuervos (Este)	Polanco, Yerbal, Cerro Espuelitas	Sierra Aigúa Sierras de Polanco	2.12,2.11a 2.11
Valle del Lunarejo (Norte)	Catalanes (Basalto) Tacuarembó (Areniscas)	Masoller Tacuarembó	1.24, 1.10
Esteros de Farrapos (Oeste)	Fray Bentos Dolores, Bellaco Aluviones sedimentarios	Bañados de Farrapos, Tres Bocas, Islas del Uruguay, Fray Bentos	03.10,03.11 03.52,07.1

En Esteros de Farrapos (Oeste), predomina la vegetación de bañados, con plantas halófitas, comunidades hidrófilas en zonas inundables. Están presentes los montes nativos asociados a cursos de aguas y también a forestación con especies de *Eucalyptus* sp., así como el campo natural en zonas más bajas pero no inundables y praderas artificiales para la producción de ganado de carne y agricultura.

2.3. OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras de miel se obtuvieron de colmenas estándar tipo Langshtröh. No se determinó la genética racial de las colonias. Los apicultores no introducen reinas y permiten la libre fecundación. En Uruguay se encuentran híbridos de *Apis mellifera mellifera*, o *Apis mellifera ligustica* con *Apis mellifera scutellata*, y ocho diferentes haplotipos de *A. scutellata* que fueron identificados en el 80 % de las colmenas del Uruguay (Branchiccela et al., 2014).

El día 14 de octubre de 2012, se colocaron, en cada una de las diez colmenas de las

regiones Sur, Este y Norte 2 medios cuadros Langstroth con láminas de cera para asegurar que la miel cosechada fuera producida dentro del período del ensayo. No se pudo acceder a la región Oeste. El 15 de octubre de 2013 se volvieron a colocar medios cuadros con cera en la región Norte y en la región Oeste, y ya se tenían dos cosechas en las regiones Sur y Este (Cuadro 3). A lo largo de un año se monitorearon los apiarios y se retiraron las muestras cuando en los medios cuadros colocados se encontraron panales 100 % operculados de ambos lados. Estas muestras consistieron en 2 trozos de panales de 3 cm x 3 cm x 4 cm (largo, alto, y espesor), de este modo con una densidad de 1,5 se obtendrán 100 g de miel. Los trozos de panal obtenidos se colocaron en frascos estériles y se mantuvieron en una conservadora a temperatura ambiente para su transporte hasta el congelador (-20 °C) del laboratorio donde permanecieron hasta realizar los análisis. En total se obtuvieron 66 diferentes mieles, provenientes de dos fechas de cosecha de las regiones Sur, Este y Norte, y una de la región Oeste, como se observa en el Cuadro 3

Cuadro 3. Detalle de las muestras obtenidas por región y fecha de cosecha.

Región	Fecha cosecha	Miel	Número colmenas	Numeración muestras
Sur	2012/12/23	Sur 1	10	1 a 10
	2013/03/13	Sur 2	10	30 a 39
Este	2013/02/18	Este 1	9*	11 a 19
	2013/05/16	Este 2	7*	40 a 46
Norte	2013/02/19	Norte 1	10	20 a 29
	2013/12/15	Norte 2	10	47 a 56
Oeste	2013/12/22	Oeste	10	57 a 66

*Muerte de colmenas

2.4. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

A fin de caracterizar climáticamente el período de producción de miel se solicitó al Instituto Nacional de Meteorología (INUMET, Uruguay) los registros de temperatura máxima, temperatura mínima, precipitaciones mensuales y días con precipitaciones

mayores a 0,1 mm para el período diciembre 2012 hasta diciembre 2013 de las estaciones meteorológicas más cercana a los apiarios. Si bien la velocidad del viento es otro factor que afecta la actividad de las abejas, esta información no se obtuvo por no contar con anemómetro in situ en los apiarios. Los datos suministrados por INUMET se corresponden a las estaciones meteorológicas de Rivera, San José, Treinta y Tres, Rivera y Fray Bentos para las regiones, Sur, Este, Norte y Oeste respectivamente. Para cada región fitogeográfica y estación de cosecha se procesaron los datos meteorológicos de dos meses anteriores y los días del mes de muestreo hasta cosecha (Cuadro 4).

2.5. VARIABLES DETERMINADAS

Para las diferentes determinaciones se procedió a retirar las muestras del freezer llevando a temperatura de laboratorio (20 a 22 °C). Una vez logrado se extrajo manualmente por presión sobre el panal las cantidades en gramos necesarias para cada análisis. Cuando la muestra se encontró cristalizada se procedió a sumergir en agua caliente 40 °C hasta lograr fluidez en la miel. En caso de observar restos de cera visibles se procedió a retirarlos o a filtrar con malla de 1 mm². Las variables físico-químicas, nutricionales y palinológicas evaluadas en la miel fueron el color, pH, humedad, conductividad eléctrica, azúcares (Fructosa, Glucosa, Sacarosa, Isomaltulosa, Galactosa y Manosa), proteína, macrominerales (K, Ca, Mg, Na), el contenido de glifosato y por último el conteo de polen según el método propuesto por Von der Ohe et al. (2004).

Cuadro 4. Resumen de las condiciones meteorológicas

Fecha	Región	T máx (°C)	°C mín	°C máx	°C mín.	°C máx mes de cosecha	°C mín mes de cosecha	PP mm totales	Días con PP > 0,1mm
23/12/12	Sur	22,8	12,5	27,7	14,3	31,1	16,9	538,3	30
18/2/13	Este	36,6	14,4	36,1	10,8	33,2	11,2	660,4	48
19/2/13	Norte	30	18,5	28,6	17,4	32,9	8,8	741	52
13/3/13	Sur	30,5	16,5	34,7	9,1	30,4	8,1	235,2	14
16/5/13	Este	31,4	3,4	28	6	26,8	2,1	202,4	19
15/12/13	Norte	30,8	5,2	31,2	10,2	35	11,2	395,2	18
22/12/13	Oeste	31,9	5,1	31,8	10,1	36,5	15,2	288,4	26

Datos: Estaciones meteorológicas de INUMET

T = temperatura PP = precipitaciones

2.5.1. Color

El color de la miel se determinó en la miel líquida y con el fin de eliminar restos de ceras u otros sólidos extraños y/o burbujas de aire la miel se centrifugó en una centrífuga (Thermo Scientific, Sorval ST-16R, EUA) durante 10 min a 3000 rpm. Una vez centrifugada se llenaron dos cubetas de 4 cm³, descartables, para espectrofotometría de 1 cm de ancho (PS, PlastiBrand™, Alemania). Las cubetas fueron tapadas y colocadas horizontalmente sobre fondo blanco en una mesada iluminada con tubo de luz fluorescente (T8, 36 W, fría - Philips L24540). El color se midió en tres zonas de cada cubeta, en el espacio del color CIELAB con un colorímetro (Konica Minolta CR-10, Japón), iluminante D65, ángulo del observador 10° y del iluminante 8°. Se midieron las variables del color luminosidad (L*), a* (+a* rojo, - a* verde) y b* (+b* amarillo, -b* azul) y se calculó el tono (Hue, °Hab) y la saturación (Croma, C*ab) con las siguientes ecuaciones:

$$^{\circ}H_{ab} = \arctan (b^*/a^*)$$

$$C^*_{ab} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Estas mediciones se realizaron en el Laboratorio de Postcosecha de Frutas y Hortalizas

de la Facultad de Agronomía (Montevideo, Uruguay).

2.5.2. pH, humedad y conductividad eléctrica

El pH de la miel se midió en una dilución 20 % (m/v), de 4 g de miel en 20 cm³ de agua desionizada, con un pHmetro JENWAY 3305 (U.K.) a 20 °C de temperatura ambiente. El contenido de humedad fue medido con un refractómetro manual ATAGO-MASTER 3 M (58° a 90° Brix), utilizando una gota de miel por colmena. Los datos se expresaron en porcentaje de humedad (%).

La conductividad eléctrica de la miel se midió en la misma dilución realizada para determinar el pH, utilizando un conductímetro OAKTON CON 10 (USA). Los datos se expresaron en mS/cm.

Estas determinaciones se hicieron en el Laboratorio de Postcosecha de la Facultad de Agronomía (Montevideo, Uruguay).

2.5.3. Proteína

El contenido de proteína en las muestras de miel se determinó multiplicando el contenido de nitrógeno por el factor 6,25. El nitrógeno se determinó a partir de una muestra de 1 g de miel a temperatura ambiente por el método Kjeldalh (AOAC, 2005), utilizando un Tecator Kjeltex System 1002 Distilling Unit (Sweden). Dada la viscosidad del producto se utilizó como soporte papel de filtro y se hizo un blanco para corregir los datos obtenidos. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Alimentos y Calidad de Productos de la Facultad de Agronomía (Montevideo, Uruguay). Los datos se expresaron en g de proteína cada 100 g de peso fresco de miel (%).

2.5.4. Azúcares

Los azúcares que se determinaron por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) fueron Fructosa, Glucosa, Sacarosa, Isomaltulosa, Galactosa y Manosa. De cada muestra se tomó 1g de miel que se agitó con 20 mL de H₂O desionizada para

homogeneizar. La solución fue filtrada previo a la inyección en el HPLC mediante filtros de 13 mm diámetro de PVDF y 0,45 micras de tamaño de poro (Merck Millipore).

Se utilizó un HPLC Prominence, LC-20A series, Shimadzu Corporation (Japón), equipado con un detector de índice de refracción diferencial (RID-20A), bomba para suministro del solvente integrada con kit para gradiente cuaternario (LC-20AT), autosampler (SIL-20AC HT), horno para termostatación de la columna (CTO-10AS VP) y unidad de desgaseo (DGU-20A 5R). Para el procesamiento de datos se utilizó el software LabSolutions. Se utilizó una columna Luna Omega SUGAR 100 Å, 3 µm, 250x4,6 mm (Phenomenex, USA) para la separación, termostatación a 40 °C. La fase móvil consistió en Acetonitrilo:H₂O (80:20) a un flujo de 1 mL min⁻¹. El detector RID fue termostatación a 40 °C. El tiempo total de corrida fue de 30 min. La cuantificación se llevó a cabo con estándares externos; Fructosa: D(-)-Fructosa (99.9%, Material de Referencia Certificado, Sigma-Aldrich, USA), Glucosa: D(+) -Glucosa anhidra AR[®] ACS (97-102%, Macron Fine Chemicals, USA), Sacarosa: D(+)-Sacarosa (99.5%, Sigma-Aldrich, USA), Isomaltulosa: Isomaltulose (94.5%, USP Reference Standard, USA), Galactosa: D(+)-Galactosa (≥99%, Sigma-Aldrich, USA) y Manosa: D(+)-Manosa (≥99%, Sintética, Sigma-Aldrich, USA), generando curvas de calibración respectivas para cada azúcar. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Postcosecha de la Facultad de Agronomía (Montevideo, Uruguay). Los datos se expresaron en g de azúcares en 100 g de miel (%).

2.5.5. Macrominerales

El contenido de Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Sodio (Na) para cada muestra, se determinó por Espectroscopia de Absorción Atómica con llama (Ca, Mg) o emisión (Na, K) con un EAA Perkin Elmer PinAAcle 500 (USA). Una muestra líquida es aspirada, aerosolizada y quemada en llama para la liberación de los minerales específicos (Paul et al., 2014). La preparación de las muestras de miel se realizó según Cabrera et al. (2010). Un gramo de miel se llevó a disolución ácida, con HNO₃ ultrapuro (1M) y HCl 6 M, en Erlen con dispositivo de trampa de vapor, en plancha

caliente, durante una hora, y luego es llevado a volumen con H₂O destilada, menor a 18 Mohms. Se construyó para cada analito una curva estándar a partir de soluciones madre de Ca, Mg, K y Na de 1000 mg/l Merck (Germany).

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Alimentos y Calidad de Productos y en el Laboratorio de Suelos y Aguas, de la Facultad de Agronomía (Montevideo, Uruguay). Los datos se expresaron en miligramo de cada mineral en un kilo de miel (mg/kg).

2.5.6 Glifosato

En las mieles de los apiarios Sur, Norte y Oeste se hicieron dos determinaciones de glifosato a partir de un mínimo de 50 g de miel, en dos muestras compuestas. Se obtuvieron 10 g por colmena de las colmenas 1 a 5 y 6 a 10. En el apiario Este, por la muerte de colmenas se usaron las colmenas 1 a 5 y 6 a 9 en la primera fecha y en la segunda fecha ya con solo 7 colmenas se tomó solo una muestra como se detalla en el Cuadro 5. El análisis se realizó en el laboratorio QSI (Bremen Deutschland/Germany), mediante LC-MS-MS. Los resultados se expresan en mg/kg miel (ppm).

Cuadro 5. Constitución de las muestras compuestas, por fecha de cosecha y región, para cuantificar el contenido de glifosato.

Fecha	Región	Muestras compuestas	Colmenas
2012/12/23	Sur	2	1 a 5 y 6 a 10
2013/02/18	Este	2	11 a 15 y 16 a 19
2013/02/19	Norte	2	20 a 24 y 25 a 29
2013/03/13	Sur	2	30 a 34 y 35 a 39
2013/05/16	Este	1	40 a 46
2013/12/15	Norte	2	47 a 51 y 52 a 56
2013/12/22	Oeste	2	57 a 61 y 62 a 66

2.5.7. Análisis palinológico

Para determinar el origen botánico 20 g de miel de cada muestra se procesaron en

agua destilada de acuerdo al método de Louveaux et al. (1978). Luego de centrifugar el residuo se observó en microscopio de 400 aumentos, y se contabilizaron 600 granos de polen de acuerdo con Von der Ohe et al. (2004), para determinar la abundancia relativa de cada familia, género o especie según la capacidad de identificación. Además se determinó presencia o ausencia (sin cuantificar) de elementos, honey dew elements (HDE) que indiquen un origen extrafloral de la miel. Los análisis se llevaron adelante en el Laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias (Montevideo, Uruguay).

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos en color (L^* , a^* , b^* , $^{\circ}\text{Hab}$ y Croma), pH, humedad, conductividad eléctrica, contenido de proteína, K, Ca, Na, Mg, Fructosa, Glucosa, Sacarosa, Isomaltulosa, Galactosa y Manosa, de las mieles (Sur 1, Sur 2, Este 1, Este 2, Norte 1, Norte 2), fueron analizados con un ANOVA GLM con efectos principales región y fecha de cosecha y cuando correspondió se compararon las medias con el test de Tukey-Kramer ($p < 0,05$). La región Oeste con solo una fecha de cosecha no se incluyó en este análisis.

Por otro lado todas las mieles incluyendo región y fecha de cosecha se analizaron con un ANOVA simple y las diferencias de media por el test de Tukey-Kramer ($p < 0,05$). Se asumió la homogeneidad de varianzas y la distribución normal de las variables analizadas.

Se utilizaron, además, dos herramientas de análisis multivariado: un análisis de conglomerados (dendrograma) para evaluar la similitud de color de todas las muestras obtenidas. Las 66 muestras se agruparon mediante un dendrograma, realizado con la distancia Euclidiana y el método de agrupamiento de Ward. Los índices para la construcción del dendrograma se calcularon tomando en cuenta todas las variables del color (L^* , a^* , b^* , $^{\circ}\text{Hab}$ y C^*ab). Por otro lado se usó el análisis de componentes principales (ACP) para buscar posibles asociaciones entre variables fisicoquímicas y nutricionales con los distintos tipos de miel y/o regiones. Se realizaron

tres Análisis de Componentes Principales (ACP).

En el primer ACP se utilizaron las siete mieles obtenidas como criterio de clasificación y todas las variables analizadas menos las relaciones que fueron calculadas (F/G, G/H, y minerales totales). De las variables del color se utilizó solamente L*. Tampoco se utilizó la humedad considerando que ésta más que un atributo de la región es un efecto año. En el segundo ACP se utilizaron como criterio de clasificación aquellas muestras con porcentajes de polen superior a 45 % (criterio de monofloralidad) y solo los minerales y azúcares analizados. En un tercer ACP se analizaron las distancias entre regiones para las mismas variables. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2015).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de 66 muestras de 7 fechas diferentes en las cuatro regiones como se muestra en el Cuadro 3. La ausencia de algunas muestras (Este) se explica por la muerte de colmenas en el apiario lo que se relaciona a la ausencia de tratamientos sanitarios de las colmenas. El productor realiza una apicultura libre de toda aplicación, incluso de productos orgánicos. La ausencia de una cosecha de fines de 2012 o temprano en 2013 en el Oeste se debió al exceso de precipitaciones en todo el país durante el período de la primera cosecha (Cuadro 4) que, por un lado imposibilitaron la instalación del apiario en las márgenes del río Uruguay y por otro estropearon la floración.

3.1. COLOR

Se analizaron las variables L^* , a^* y b^* y se calcularon el tono ($^{\circ}\text{Hab}$) y saturación del color (C^*ab) de las 7 mieles cuyos resultados se presentan en el Cuadro 6. Se encontraron mieles diferentes entre sí en las distintas variables de color medidas y con una variación grande, incluso entre colmenas de una misma región y fecha de cosecha y apreciables a simple vista (Figura 1). Las mieles de Uruguay analizadas por Gámbaro et al. (2007) fueron menos luminosas (L^* de 31,7 a 35) y presentaron menores variaciones en los parámetros a^* y b^* (de -2,3 a 0,8 y de 8,7 a 11,8 respectivamente), que las analizadas en nuestro trabajo (Cuadro 6). La menor cantidad de muestras (30), la menor diversidad botánica (7 orígenes botánicos), la forma de obtención de las mieles analizadas (muestras de apicultores) y la temperatura a la cual se mantuvieron las muestras (ambiente) podrían explicar las diferencias obtenidas en el trabajo precedente realizado en Uruguay. En el presente trabajo, un mayor número de muestras, la forma de extraer la muestra y su posterior tratamiento aseguran la validez de los resultados obtenidos.

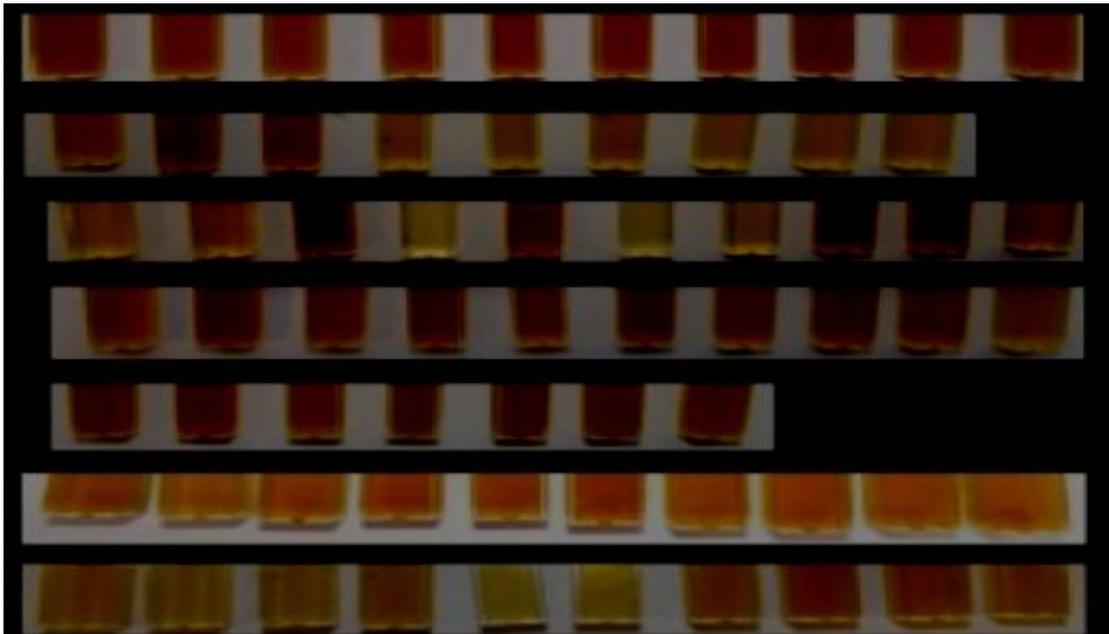


Figura 1 Foto de las 66 muestras obtenidas ordenadas por fecha de cosecha de arriba a abajo Sur 1, Este 1, Norte 1, Sur 2, Este 2, Norte 2 y Oeste.

El trabajo de Corbella y Cozzolino (2006), que también analizó color de mieles de Uruguay, presentó valores en mm Pfound de 37 a 90, similar a los resultados de Gámbaro et al. (2007) quienes obtuvieron valores en mm Pfound de 31 a 104. Para ambos autores los colores estarían dentro de las categorías; White, Extra Ligth Amber, Ligth Amber y Amber (USDA, 2019). La luminosidad del color de las mieles tuvo valores de 39,0 a 52,0, correspondiéndole a la miel más oscura y más clara respectivamente, ambas obtenidas en el apiario Norte. El tono del color de las mieles fue de 75,30 a 50,4 °Hab indicando rango de tono amarillo anaranjado a anaranjado y saturación del color de media (34, 9) a baja (19,9). Si bien son métodos diferentes que permiten determinar el color en la miel, los valores obtenidos se podrían asociar a las categorías Pfound mencionadas en los trabajos de Corbella y Cozzolino (2006) y Gámbaro et al. (2007), como se aprecia en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Color expresado como L* (luminosidad), a* (rojizo), b*(amarillento), °Hab (tono) y C*ab (saturación) de las mieles de 4 regiones fitogeográficas; Sur (S), Este (E), Norte (N) y Oeste(O) en dos fechas de cosecha (1,2; excepto para Oeste que hay solo una fecha, 1).

Region	Sur		Este		Norte		Oeste
Fecha	1	2	1	2	1	2	1
Color							
L*	42,9 ± 0,5 bc	44,5 ± 0,4 bc	49,9 ± 1,8 ab	44,2 ± 0,8 bc	52,0 ± 2,2 a	39,0 ± 0,6 c	47,5 ± 10,3 abc
a*	12,7 ± 0,5 a	12,4 ± 0,4 a	6,8 ± 0,9 c	8,1 ± 0,7 bc	7,4 ± 1,6 c	11,8 ± 0,4 ab	8,9 ± 1,1 abc
b*	15,3 ± 0,6 d	16,9 ± 0,8 d	26,3 ± 2,7 b	17,5 ± 1,7 d	18,8 ± 1,6 cd	24,1 ± 0,8 bc	33,6 ± 0,5 a
°Hab	50,4 ± 1,3 c	53,5 ± 1,6 bc	72,4 ± 4,8 a	65,1 ± 2,1 ab	68,6 ± 5,1 a	63,7 ± 1,0 ab	75,3 ± 1,8 a
C*ab	19,9 ± 0,7 c	21,1 ± 0,7 c	27,7 ± 2,2 b	19,3 ± 1,7 c	20,9 ± 1,4 c	26,8 ± 0,83 b	34,9 ± 0,6 a
Efectos principales **	L*		a*	b*		°Hab	C*
Región	p < 0,02 E>S E = N = S		p < 0,0001 S>N>E	p < 0,0002 E y N>S		p < 0,0001 E y N>S	p < 0,013 N > S N = E = S
Fecha	p < 0,0001		p < 0,006	p < 0,0004		n.s.	p < 0,0001

Media ± desvío estándar de la media. Los datos de cada variable del color se analizaron por ANOVA GLM, con efectos principales región y fecha para las regiones Sur, Este y Norte (p<0.05). n.s no significativo
 Como la zona Oeste no tiene 2 fechas, también se analizaron todas las mieles con un ANOVA una vía y post hoc Test de Tukey-Kramer (p<0.05), cuyas diferencias significativas se representan en cada fila por diferentes letras, a,b,c,d.
 Para explicar las diferencias de color entre muestras de una misma región y fecha se utilizó un análisis de conglomerados que permitió determinar la homogeneidad o no dentro de cada región y fecha. Como se observa en la Figura 2 fue posible agrupar

muestras de las regiones Sur y Oeste en cambio en el Este y Norte las muestras presentan mayor variabilidad.

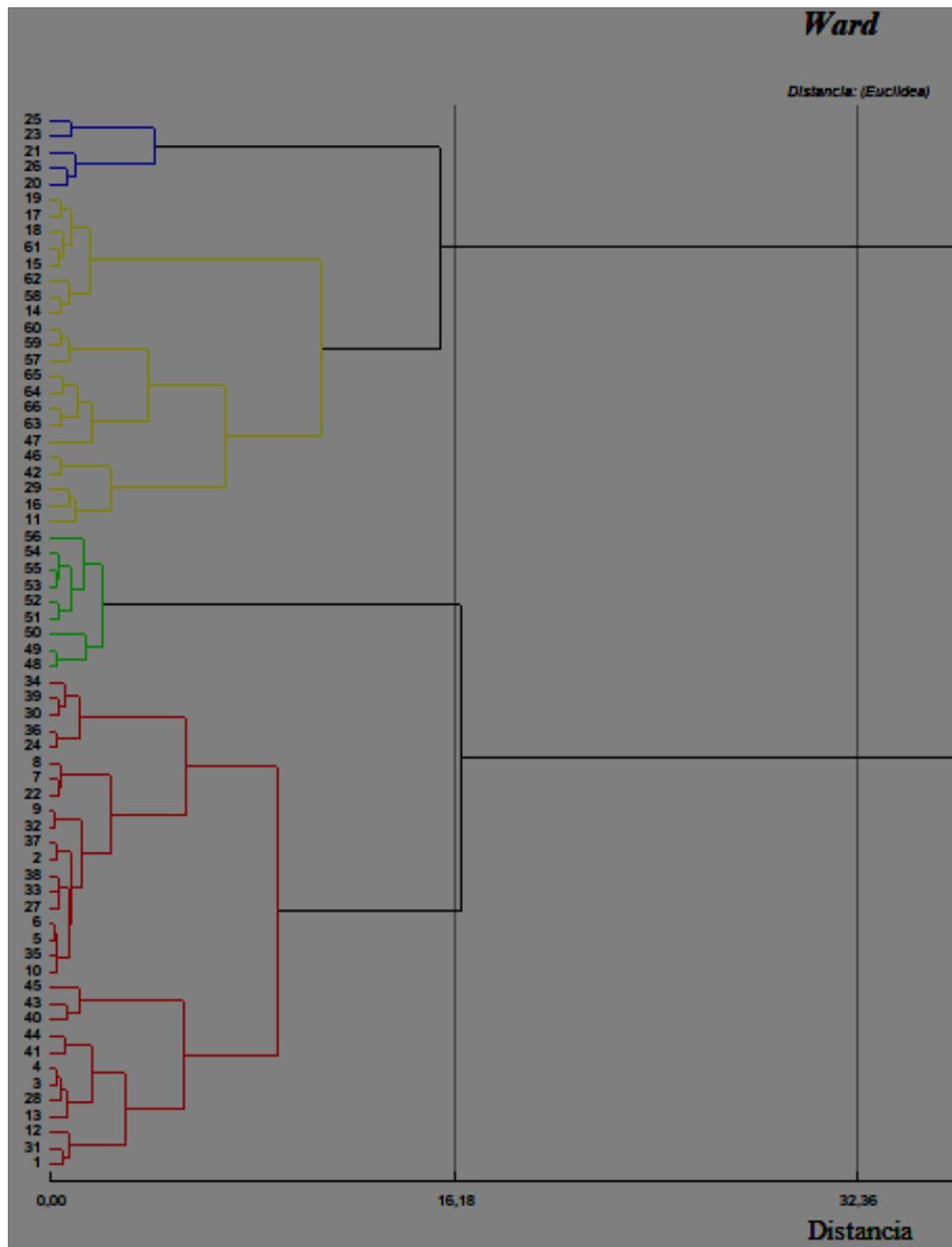


Figura 2. Dendrograma a partir de las variables de color, de las 66 muestras de miel numeradas de 1 a 66. Sur1, 1 a 10, Este 1, 11 a 19, Norte 1, 20 a 29, Sur 2, 30 a 39, Este 2, 40 a 46, Norte 2, 47 a 56 y Oeste 57 a 66. Se utilizó la distancia Euclídea dentro del método de Ward y se pidió la agrupación en 4 grupos (colores, rojo, verde, amarillo y azul). Índice de correlación cofenética 0,743.

Las dos mieles del sur (Sur 1 y Sur 2) muestran similitud entre las muestras (1 a 10 y 30 a 39). Ambos grupos de muestras se ubican en el mismo grupo del dendrograma.

La otra miel que resultó ser homogénea es la del Oeste (muestras de 57 a 66). Las otras mieles presentan muestras que visualmente difieren entre sí (Figura 2). La miel Norte 2 también sería muy homogénea con 9 muestras dentro del verde exceptuando la muestra 47. Las diferencias o similitudes encontradas las podemos intentar explicar por dos factores, la composición botánica de las mieles y los suelos que afectan esa flora. En el caso de Sur 1 todas las muestras tienen bajos porcentajes de todos los pólenes presentes (homogéneamente heterogéneas), por lo que ninguno puede incidir más que otros. En el caso de Sur 2 son mieles monoflorales (gran homogeneidad) excepto la muestra 31 (44,8% de polen de *Lotus* sp.) muy cerca del 45 % necesario, (ver Cuadro 1 de Anexos). La muestra 47 de Norte 2, se caracterizó por contener un 80% de polen de *Myrcianthes* sp. y 2,3 % de *Lithraea brasiliensis* lo que la alejaría botánicamente del resto de las muestras de la miel Norte 2, (Figura 2 y Cuadro 3 de Anexos). Del mismo modo las diferencias encontradas entre mieles de una misma región podrían explicarse por una mayor heterogeneidad en el origen botánico (Norte 1 y Norte 2), por diferentes porcentajes de composición botánica aún dentro de una relativa homogeneidad (Este 1 y Este 2) o por diferentes aportes minerales de los diferentes grupos de suelos que son más heterogéneos en el Norte que en el Sur (ver Cuadro 2). El contenido y cantidad de diferentes minerales en distintos suelos y pigmentos de origen vegetal (ver Cuadro 7), también pueden incidir en las diferencias, así como las características genéticas y de desarrollo poblacional de las distintas colmenas.

Cuadro 7. Resumen de número de especies encontradas por región y detalle de especies exclusivas en cada región para cada miel.

Sur	Sur 1	Sur 2	Exclusivas de la región Sur
Especies totales/Fecha	24	14	Brassicaceae, <i>Oxalis</i> sp,
Exclusivas/Fecha	14	4	<i>Glycine max</i> , <i>Xylosma tweedianum</i> , <i>Scutia buxifolia</i> , <i>Discaria americana</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Ammi visnaga</i> .
Totales región	28		
Este	Este 1	Este 2	Exclusivas de la región Este
Especies totales/Fecha	13	14	
Exclusivas/Fecha	0	1	<i>Lonicera japonica</i>
Totales región	14		
Norte	Norte 1	Norte 2	Exclusivas de la región Norte
Especies totales/Fecha	19	10	
Exclusivas/Fecha	10	1	Iridaceae, <i>Manihot grahamii</i>
Totales región	20		
Oeste	Oeste		Exclusivas de la región Oeste
Especies totales/Fecha	15		
Exclusivas/Fecha	0		Rosaceae, <i>Pinus</i> sp. y <i>Parkinsonia aculeata</i>
Totales región	15		

3.2. pH

El rango de valores hallados se encuentra entre 3,36 y 4,23 (Cuadro 8) y se presentan ordenados cronológicamente (Figura 3). También en esta variable se encontraron diferencias entre mieles y también se ven diferencias en la región Norte entre fechas que se podrían explicar del mismo modo. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los reportados por White (1978) excepto en el Norte primer período con un valor más bajo de 3,36. Si se consideran los valores obtenidos por Jaafar et al. (2012) en el

rango de 3,1 a 3,5 para mieles tropicales, y los valores de 3,5 a 4,43 de Ouchemoukh et al. (2007) para mieles mediterráneas, nuestras mieles, estarían dentro de los valores reportados en el mundo. Se obtuvieron valores similares a los reportados por Corbella y Cozzolino (2006) de 3,0 a 4,3 en mieles de Uruguay. Los valores de pH encontrados, sobre el límite inferior de los valores reportados en el mundo, colaboran con una mayor estabilidad y conservación de las mieles analizadas. Son mieles ácidas, no como las mieles de *Ziziphus spina christi* recomendadas para tratamientos de úlceras gástricas (Taha et al., 2015) ya que estas rondan en pH de 4,8 a 6,97 (Roshan et al. 2017).

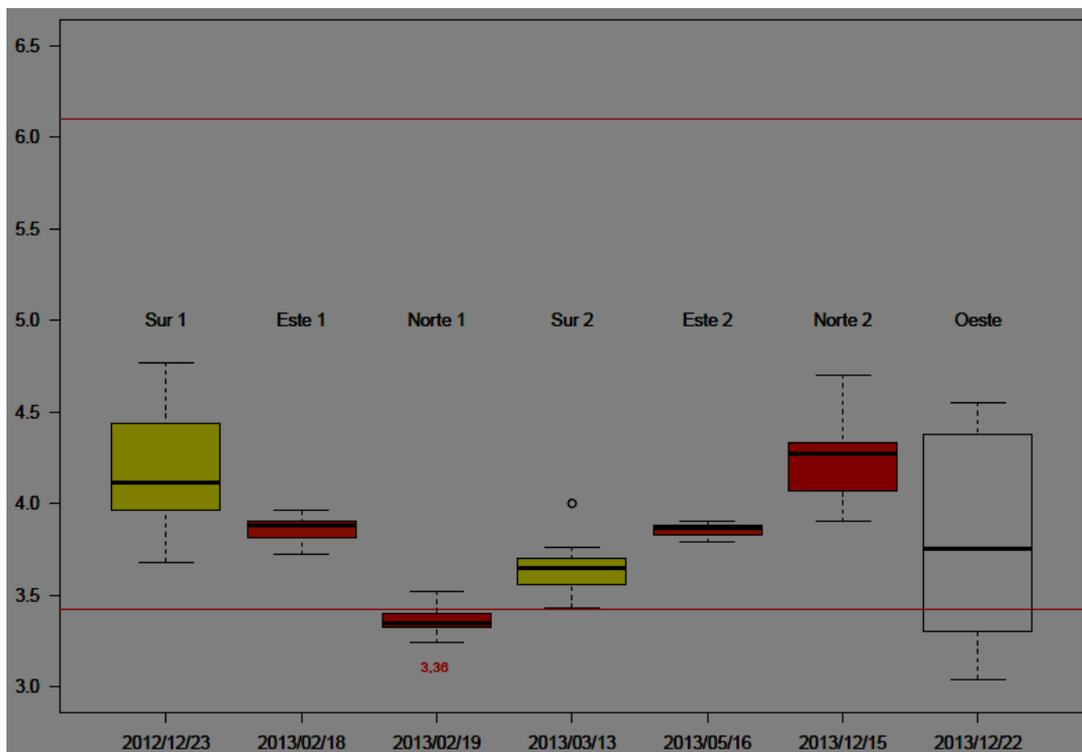


Figura 3. Boxplot de valores de pH por fecha y región. 3,36 valor de la media de pH de la región Norte primer fecha de cosecha. Líneas rojas, valores máximos y mínimos reportados por White (1978)

3.3. HUMEDAD

Los valores encontrados no tienen grandes diferencias entre sí (Cuadro 8). La dispersión de los valores es menor a otras variables (Figura 4). Se registra un valor

mínimo de 19,5 % (Norte segunda fecha) y un valor máximo de 20,4 % (Sur segunda fecha). Los valores obtenidos son ligeramente superiores a 20 %. Este valor es superior al límite que establece la norma europea y mayor aún al 18,7 % de las normas norteamericanas (USDA, 2019). Sin embargo, la misma norma acepta excepciones por ejemplo la miel de *Calluna vulgaris* que se acepta con 23%. También se aceptan valores mayores de humedad para mieles de clima particulares por ej. mieles tropicales. Valores de más de 25 % se reportan para mieles de Malasia en un contexto de clima tropical húmedo (Jaafar et al., 2012). El registro climático de los momentos de cosecha muestra registros pluviométricos por encima del promedio en todas las regiones y estaciones, lejos de los 950 mm anuales citados por Corbella y Cozzolino (2006) que obtuvieron valores de 16 a 18 % de humedad para las mieles uruguayas que analizaron. El clima de Uruguay que se caracteriza por su irregularidad en cuanto a precipitaciones y temperaturas provocaría diferencias en el contenido de humedad de las mieles entre temporadas. De hecho, la explicación de solo una cosecha en una período de la región Oeste es por exceso de lluvias. Dado la gran variación de las precipitaciones que caracterizan el clima de Uruguay podría ser más importante el efecto año en esta variable que el efecto especie botánica o región.

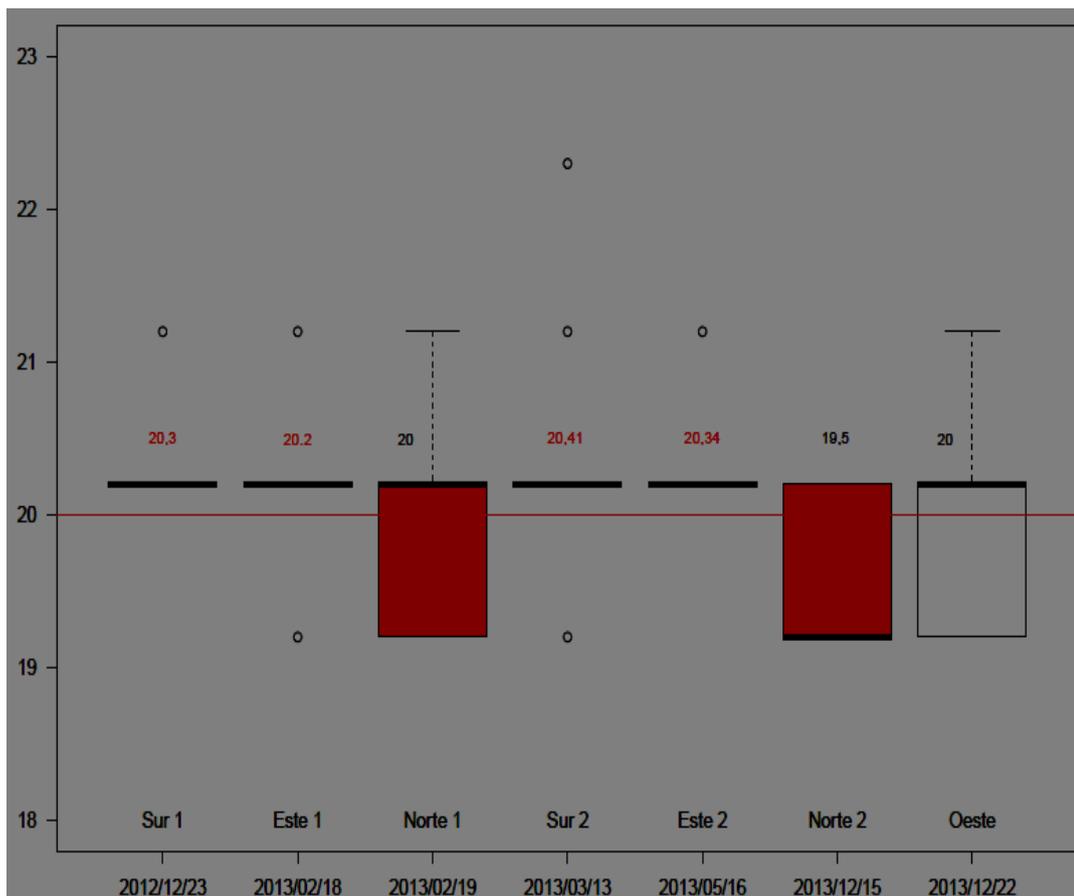


Figura 4. Boxplot de valores de humedad en porcentaje, por fecha y región. Línea roja límite de humedad aceptado por normas europeas (20 %). En rojo medias que pasan dicho límite en negro medias iguales o inferiores al límite.

3.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.)

Se encontraron valores por encima del límite de las normas europeas de 0,8 mS/cm (Cuadro 8, encontrando el máximo en la primeras fecha de la región Sur (0,93 mS/cm) y el mínimo en la primera fecha de la región Norte (0,41 mS/cm). Considerando el límite de las normas europeas, cuatro grupos analizados serían catalogados como mielatos (Figura 5). Sin embargo, el análisis polínico de esas mieles (ver cuadros 1, 2, 3 y 4 anexos), determina su origen floral, monoflorales muchas de ellas. De hecho, en el apiario Sur mieles del primer período, solo 3 de 10 muestras presentan algún

elemento de *honey dew elements* (HDE). Estos valores altos se reportan por Fechner et al., (2016) en mieles de Corrientes (Argentina) aunque lo atribuyen a posibles mielatos. Este parámetro está muy relacionado a la cantidad de minerales que en las mieles analizadas muestran valores por encima de las medias mundiales. Dado los diferentes materiales geológicos que originan los suelos del país, y los contenidos minerales encontrados, se debería de considerar si el límite europeo es aplicable localmente para separar mieles de mielatos.

Cuadro 8. Variables fisicoquímicas, CE, pH y Humedad de las mieles de cuatro regiones fitogeográficas; Sur (S), Este (E), Norte (N) y Oeste(O) en dos fechas de cosecha durante un año.

Regiones	Sur		Este		Norte		Oeste
	1	2	1	2	1	2	1
Fechas	1	2	1	2	1	2	1
Variables							
pH	4,18 ± 0,02 a	3,66 ± 0,07 bc	3,96 ± 0,02 ab	3,85 ± 0,18 ab	3,36 ± 0,03 c	4,23 ± 0,1 a	3,79 ± 0,05 b
Humedad %	20,3 ± 0,1 ab	20,4 ± 0,2 a	20,2 ± 0,2 ab	20,3 ± 0,1 ab	20,0 ± 0,2 ab	19,5 ± 0,2 b	20,0 ± 0,2 ab
C.E. mS/cm	0,93 ± 0,12 a	0,65 ± 0,14 bc	0,82 ± 0,09 ab	0,86 ± 0,1 ab	0,41 ± 0,16 c	0,92 ± 0,11 a	0,80 ± 0,38 ab
Efectos principales **		pH		Humedad		C. E.	
Región		n.s		p < 0,0047 S y N > E		p < 0,0002 E y S > N	
Fecha		p < 0,0001		n.s		p < 0,0001	

Media ± desvío estándar de la media. **Los datos de cada variable se analizaron por ANOVA GLM, con efectos principales región y fecha para las regiones Sur, Este y Norte (p<0,05). n.s no significativo.

Como la zona Oeste no tiene 2 fechas, también se analizaron todas las mieles con un ANOVA una vía y post hoc Test de Tukey-Kramer (p<0,05), cuyas diferencias significativas se representan en cada fila por diferentes letras, a,b,c,d.

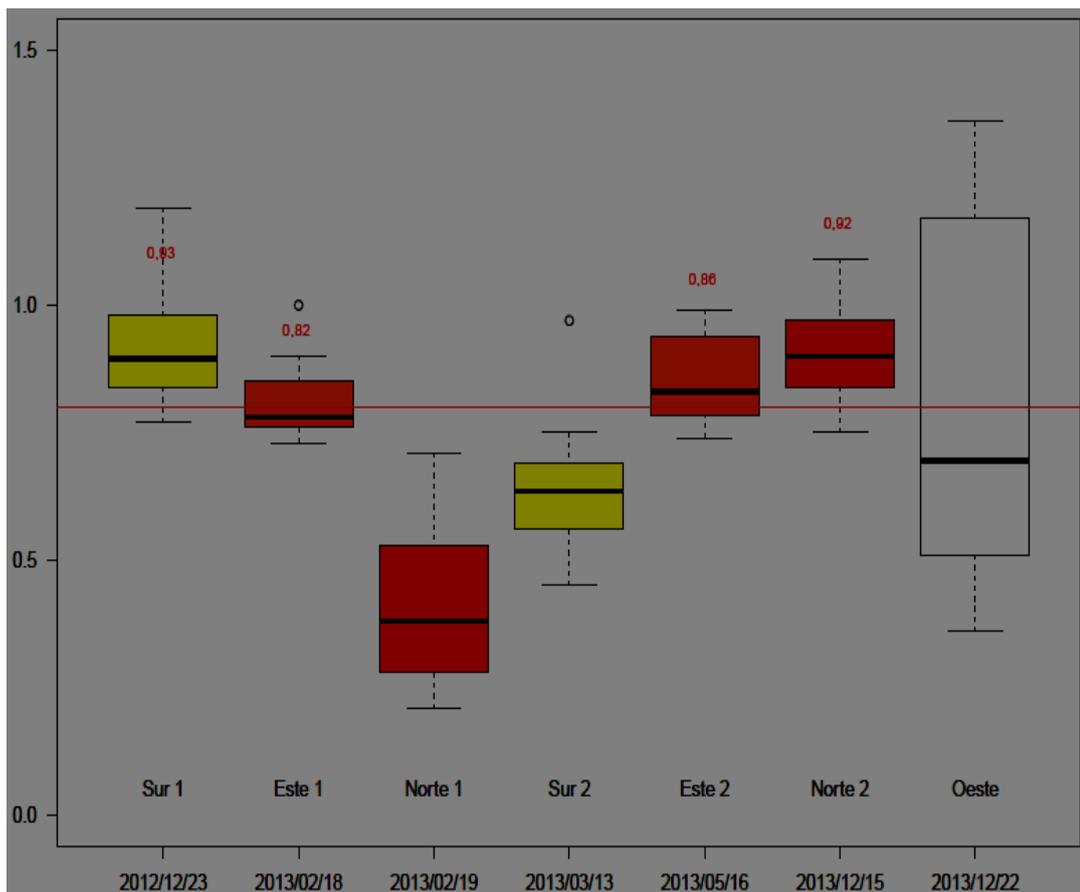


Figura 5. Boxplot de valores de conductividad eléctrica en miliS/cm, por fecha y región. Línea roja separación entre mieles florales y mielatos aceptado por normas europeas (0,8 mS/cm). En rojo medias que pasan dicho límite.

3.5 CONTENIDO PROTEÍNA

El contenido de proteína en las mieles estudiadas varió de 0,25 %, Norte segunda fecha a 0,55 %, Norte primer fecha (Cuadro 9). En el Sur y en el Este donde también hubo dos cosechas las diferencias no fueron significativas. Esto se puede explicar entre otros motivos por las diferencias en la composición florística. La variación de contenidos polínicos en la flora de cada región y los diferentes suelos asociados a dicha flora podrían incidir en los resultados obtenidos. Esto se corresponde con el trabajo de Santos et al. (2009) que encontraron analizando el polen de 25 especies en Uruguay una variación de proteína cruda entre 14 a 41 %. Incluso con pólenes de las

mismas especies la proteína puede variar por efecto fertilidad o clima. Invernizzi et al. (2011) reporta que la misma especie de *Eucalyptus* sp. varía el contenido proteico de su polen en la misma región en función del tiempo. El contenido de proteína es similar al citado por White (1978), como promedio, 0,4%. Pero superiores al mayor valor encontrado en mieles brasileñas, 0,22 %, reportado por Azeredo et al. (2003) para mieles de *Borrelia verticilata* (Figura 6).

Cuadro 9. Contenido de proteína (g/100 g de miel) de las mieles de cuatro regiones fitogeográficas; Sur (S), Este (E), Norte (N) y Oeste(O), en dos fechas de cosecha.

Regiones	Sur		Este		Norte		Oeste
Fechas	1	2	1	2	1	2	1
Variables							
Proteína %	0,49 ± 0,05	0,45 ± 0,02	0,36 ± 0,03	0,33 ± 0,02	0,55 ± 0,03	0,33 ± 0,02	0,54 ± 0,02 a
	a	ab	bc	bc	a	bc	
Efectos principales **	Proteína						
Región	p <0,0009						
	Sur = Norte > Este = Norte						
Fecha	p <0,0001						

Media ± desvío estándar de la media. **Los datos de proteína se analizaron por ANOVA GLM, con efectos principales región y fecha para las regiones Sur, Este y Norte (p<0,05). Como la zona Oeste no tiene 2 fechas, también se analizaron todas las mieles con un ANOVA una vía y post hoc Test de Tukey-Kramer (p<0,05), cuyas diferencias significativas se representan en cada fila por diferentes letras, a,b,c,d.

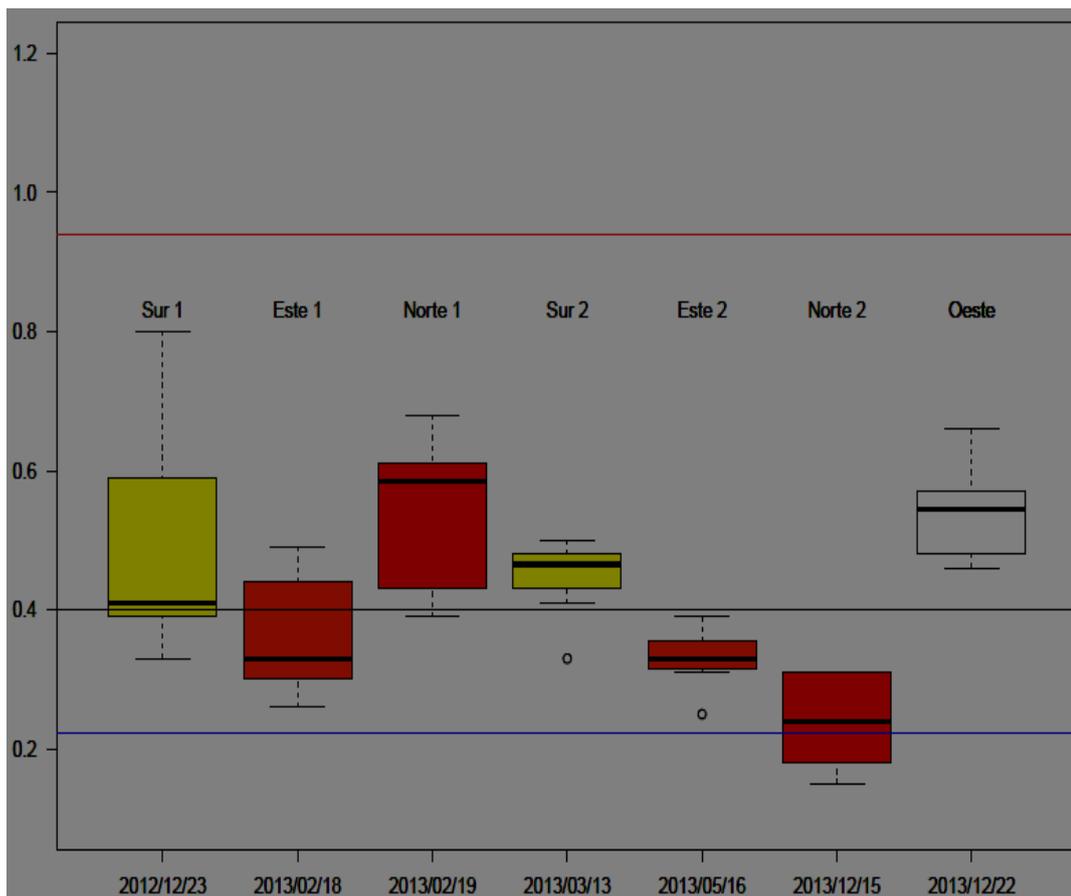


Figura 6. Boxplot de valores de proteína cruda en porcentaje, por fecha y región. Línea roja valor máximo de proteína reportado en mieles de *Erica arborea* (Ouchemoukh et al, 2007), línea negra valores promedios reportados por White (1978), línea azul valor de proteína en mieles de *Borrelia verticilata* (Azeredo et al, 2003).

3.6 AZÚCARES

Los contenidos porcentuales de azúcar obtenidos se presentan en el cuadro 10. Además de los azúcares principales Fructosa (F) y Glucosa (G) se presentan los cuatro azúcares minoritarios que se pudieron cuantificar dentro de tiempo de corrida con los estándares disponibles, Sacarosa, Isomaltulosa, Galactosa y Manosa y las relaciones F/G y G/H.

Seraglio et al. (2019) presenta una revisión de 10 autores de 117 muestras de mieles de Europa, Brasil e India y reporta valores medios para Fructosa de 28,2 a 43,3 %, para

Glucosa de 21,7 a 37,7 % y para Sacarosa de menos de 0,1 a 1,8 %. Nayik et al. (2015) cita para 37 muestras de 4 orígenes vegetales diferentes, valores de 36 a 40 % para Fructosa, de 30 a 34 % para Glucosa y de 1,05 a 1,4 % para Sacarosa. Las mieles analizadas en este trabajo se encuentran dentro de estos rangos. Incluso el valor de Sacarosa para la región Oeste está dentro del 5 % que se acepta como límite según las normas europeas. Bárez et al. (2000), Ohmenhaeuser et al. (2013), Nayik et al (2015), Tomás et al. (2017), Pascual-Maté et al. (2019), y Seraglio et al. (2019) dan cuenta de 19 azúcares (Celobiosa, Palatinosa, Xilosa, Maltosa, Isomaltosa, Trehalosa, Raffinosa, Maltotriosa, Melezitosa, Maltotetraosa, Erlasa, Melibiosa, Turanosa, Gentobiosa, Isomaltotriosa, Maltulosa Arabinosa, Rhamnosa y Panosa). No se reportan en estos trabajos 2 de los azúcares minoritarios encontrados en las muestras analizadas (Galactosa y Manosa) por lo que no podemos comparar las cantidades obtenidas. Bárez et al. (2000) reporta, en 60 muestras de miel de España, rangos de Palatinosa de 0,09 a 0,50 %. Según Sawale et al. (2017) Palatinosa e Isomaltulosa son sinónimos, y es un azúcar que aparece naturalmente en la miel y en su trabajo destaca las propiedades de este azúcar por ser no cariogénico y por su digestibilidad lenta. Es un azúcar que podría sustituir a la Sacarosa con efectos positivos. Los valores reportados por Sawale et al. (2017) son menores a los encontrados en este trabajo para la Isomaltulosa en todas las regiones y fechas. Ohmenhaeuser et al. (2013), utiliza estándares de Manosa y de Galactosa para analizar 328 mieles de diversos orígenes geográficos y de diversas fuentes florales monoflorales o multiflorales y de diferentes mielatos, no reporta Manosa ni Galactosa. Ni et al. (2016) trabajando con muestras de mielatos y de néctar encuentra contenidos diferentes de azúcares diferentes incluso cuando usa néctar del mismo género, *Sesamun* sp., pero de especies diferentes. Tanto Galactosa como Manosa asociadas a las regiones Oeste y Sur respectivamente se deberían de seguir estudiando para determinar su utilidad como marcador de origen y estudiar su relación con especies vegetales, *Eucaliptus* sp. y *Echium plantagineum* respectivamente (Figuras 7 y 8).

Con respecto a las relaciones F/G y G/H encontradas, hay algunas diferencias entre

mieles pero encontramos rangos que explicarían una velocidad de cristalización media (Escuredo et al., 2014).

Cuadro 10 Contenido en % de; Fructosa, Glucosa, Sacarosa, Isomaltulosa, Galactosa, Manosa y relación F/G y G/H de las mieles de cuatro regiones fitogeográficas; Sur (S), Este (E), Norte (N) y Oeste(O).

Regiones Fechas	Sur		Este		Norte		Oeste	
	1	2	1	2	1	2	1	
Variables %								
Fructosa (F)	35,80 ± 0,98 bc	37,31 ± 0,84 ab	38,59 ± 2,14 a	39,02 ± 1,72 a	37,67 ± 0,38 ab	34,66 ± 1,00 c	33,98 ± 2,76 c	
Glucosa (G)	29,70 ± 1,27 cd	30,31 ± 0,90 bcd	33,44 ± 2,50 a	32,22 ± 1,48 ab	31,25 ± 2,30 abc	29,13 ± 0,74 bc	28,64 ± 1,69 c	
Sacarosa (S)	0,80 ± 0,72 b	0,08 ± 0,07 b	0,60 ± 0,36 b	0,23 ± 0,24 b	1,71 ± 2,10 b	1,28 ± 0,77 b	3,82 ± 2,35 a	
Isomaltulosa (I)	2,14 ± 0,18 a	2,03 ± 0,19 a	0,75 ± 0,60 c	0,74 ± 0,41 c	1,53 ± 0,39 b	2,26 ± 0,16 a	1,27 ± 0,34 b	
Galactosa (Gal)	0,04 ± 0,08 b	0,01 ± 0,01 b	0,05 ± 0,14 b	0,01 ± 0,03 b	0,14 ± 0,33 b	DLC	2,47 ± 2,13 a	
Manosa (M)	0,81 ± 0,28 a	0,23 ± 0,23 b	0,02 ± 0,05 bc	0,01 ± 0,01 c	0,01 ± 0,01 c	0,07 ± 0,09 bc	0,04 ± 0,08 bc	
F/G	1,21 ± 0,03 ab	1,23 ± 0,02 a	1,16 ± 0,04 c	1,21 ± 0,02 ab	1,21 ± 0,04 ab	1,19 ± 0,02 abc	1,19 ± 0,04 abc	
G/H	1,47 ± 0,08 b	1,49 ± 0,06 b	1,65 ± 0,13 a	1,58 ± 0,07 ab	1,57 ± 0,16 b	1,50 ± 0,04 ab	1,44 ± 0,13 b	
Efectos principales **	F	G	S	I	Gal	M	F/G	G/H
Región	p < 0,0001 E > S y N	p < 0,0001 E > S N	p < 0,0021 N > S y E	p < 0,0001 S N > E	n.s	p < 0,0001 S > E y N	p < 0,0012 S > N y E	p < 0,0009 E > N y S
Fecha	p < 0,0003	p < 0,0197	n.s	p < 0,0004	n.s	p < 0,0001	p < 0,0006	n.s

Medias ± desvío estándar de la media. Los datos de cada variable se analizaron por

ANOVA GLM, con efectos principales región y fecha para las regiones Sur, Este y Norte (p<0.05). n.s no significativo. DLC debajo del límite de cuantificación.

Como la zona Oeste no tiene 2 fechas, también se analizaron todas las mieles con un ANOVA una vía y post hoc Test de Tukey-Kramer (p<0.05), cuyas diferencias significativas se representan en cada fila por diferentes letras, a,b,c,d.

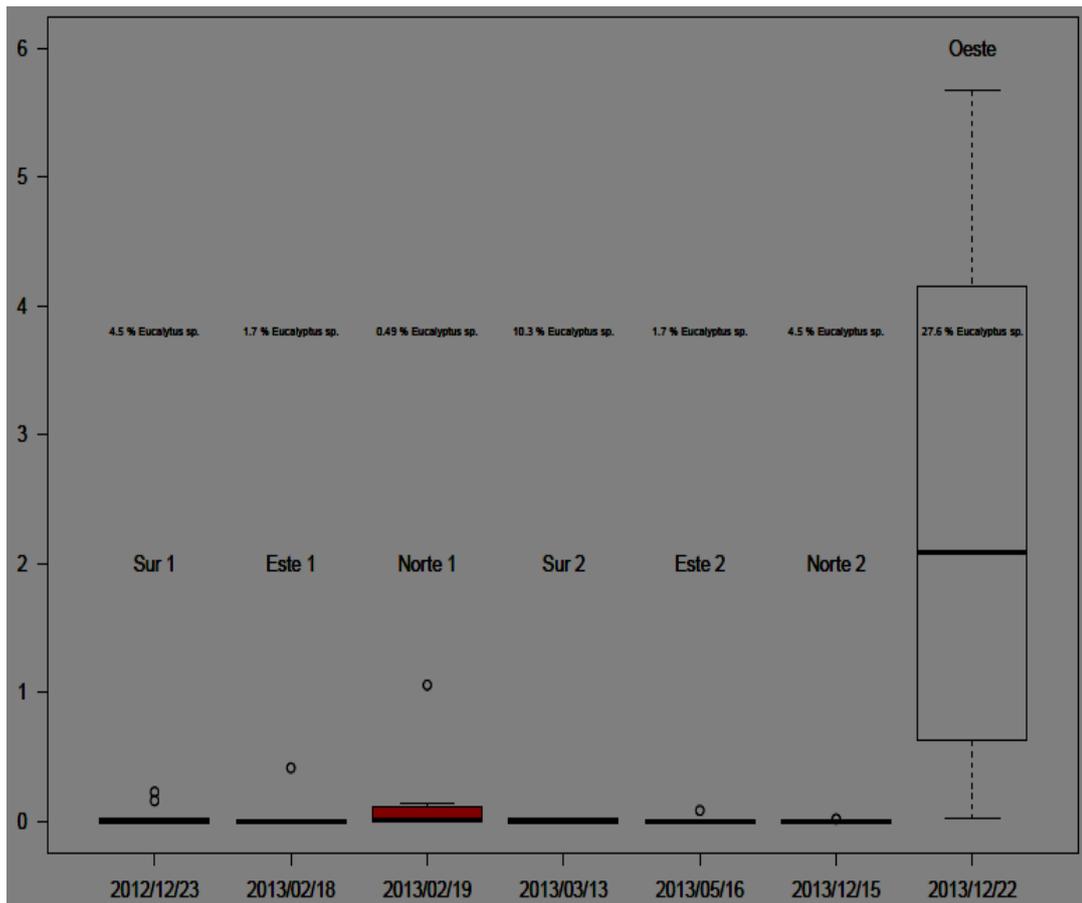


Figura 7. Boxplot de valores de Galactosa en porcentaje, por fecha y región. Sobre cada grupo los valores promedios de porcentaje de polen de Eucalyptus sp.

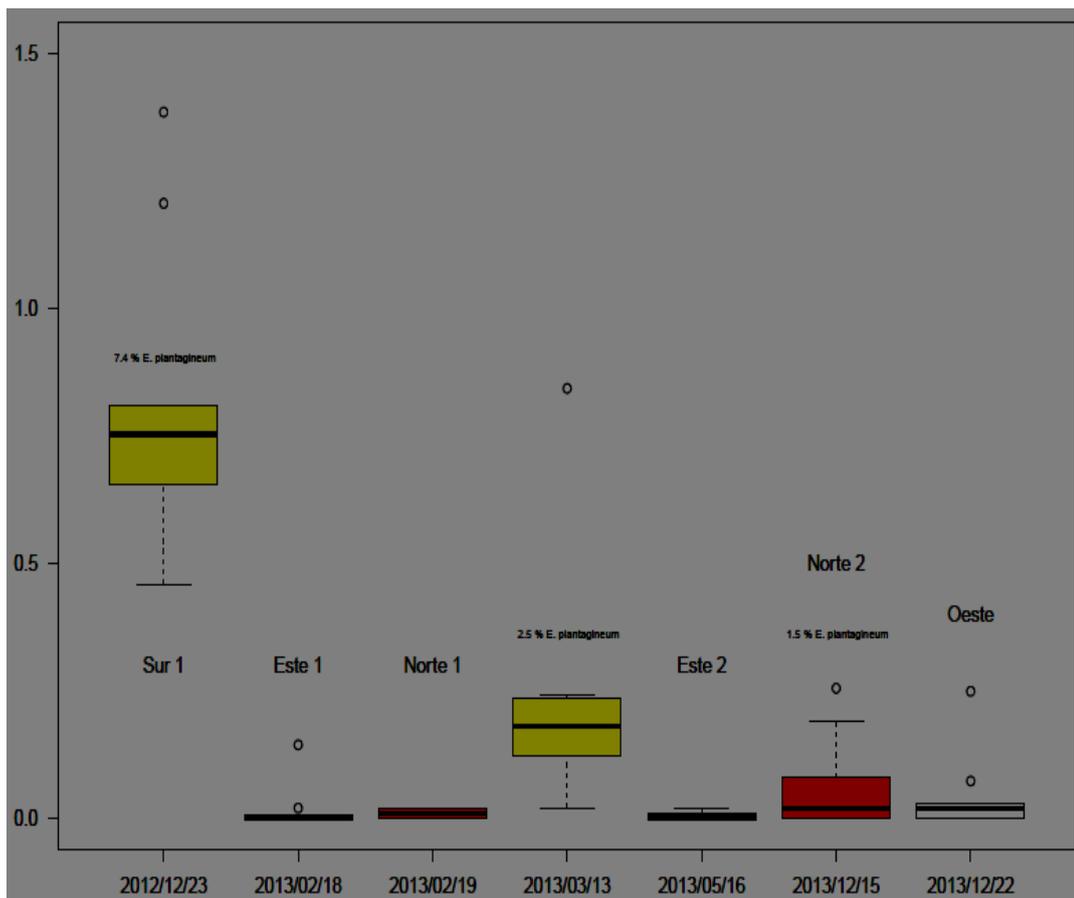


Figura 8. Boxplot de valores de Manosa en porcentaje, por fecha y región. Sobre los grupos Sur 1 y 2 y Norte 2, los valores promedios de porcentaje de polen de *Echium plantagineum*.

3.7 MINERALES

En el cuadro 11 se resumen los valores hallados para los contenidos de Potasio, Calcio, Magnesio Sodio y la suma de estos minerales. Se debe considerar que no se analizaron Fósforo (P) ni Azufre (S) y que en este total tampoco se incluyen los microminerales, al comparar con resultados de cenizas que dan otros autores.

Cuadro 11. Contenido de Potasio, Calcio, Magnesio Sodio y total en miel de cuatro regiones fitogeográficas; Sur (S), Este (E), Norte (N) y Oeste (O).

Regiones	Sur	Este	Oeste
----------	-----	------	-------

		Norte						
Fechas		1	2	1	2	1	2	1
mg/kg								
Potasio		3462	1925 ±	2387 ±	2663 ±	1374 ±	3150 ±	2581 ±
		±221	187	128	167	260	144	490
		a	bc	abc	ab	c	a	ab
Calcio		105 ± 9	142 ±	295 ±	257 ± 25	99 ± 7	33 ± 4	89 ± 13
		b	10	34	a	bc	c	bc
			b	a				
Magnesio		53 ± 2	31 ± 2	127 ± 8	142 ± 5	43 ± 7	29 ± 2	96 ± 22
		b	b	a	a	b	b	a
		171 ±	131 ±	87 ±	88 ±	64 ±	111 ± 31	82 ±
Sodio		57	70	28	30	43	abc	41
		a	ab	bc	bc	c		bc
		3795 ±	2247 ±	2899 ±	3156 ±	1583 ±	3327 ±	2849 ±
Minerales totales (a)		748	677	340	400	867	485	1695
		a	a	ab	ab	c	ab	abc
Efectos principales **	Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	Minerales totales			
Región	n.s	p < 0,0001 E > S > N	p < 0,0001 E > S y N	p < 0,0001 S > N y E	p < 0,0077 E > S y N			
Fecha	p < 0,0001	p < 0,0148	p < 0,0013	n.s	p < 0,0001			

Media ± desvío estándar de la media. (a) Minerales totales es la suma de todos los minerales medidos en cada muestra.

Los datos de cada variable se analizaron por ANOVA GLM, con efectos principales región y fecha para las regiones Sur, Este y Norte ($p < 0.05$). n.s no significativo.

Como la zona Oeste no tiene 2 fechas, también se analizaron todas las mieles con un ANOVA una vía y post hoc Test de Tukey-Kramer ($p < 0.05$), cuyas diferencias significativas se representan en cada fila por diferentes letras, a,b,c,d.

En cuanto a minerales totales solo la miel de la región Norte en la primer fecha (1374 mg/kg) registra un valor menor y diferente al resto de las mieles. Pero se encuentra dentro de los límites que plantea Lazarević (2017) para las mieles florales y por encima de los valores de cenizas totales mínimos que reporta Ouchemouck (2007). El máximo

se registra en el Sur primera fecha (3795 mg/kg), y se podría asociar a suelos con orígenes geológicos que otorgan mayor contenido mineral. Sin embargo la variación observada en la región Sur entre las fechas 1 y 2 podría explicarse por las diferencias botánicas. En el Norte además de las diferencias botánicas, los suelos menos fértiles de la zona alta (Basalto superficial) explicarían las diferencia.

3.7.1. Contenido de Potasio

Como encuentran otros investigadores (Liberato et al., 2013, Alqarni,et al., 2014, Lazarević et al., 2017) en miel, también en estas mieles el Potasio es el mineral predominante con valores en la relación K/Ca + Mg + Na de 4 a 18. El Potasio supera en mucho la media de 742 mg/kg citada por Solayman et al. (2016). En mieles de otros apídos (Meliponas) también aparece como mineral dominante (Biluca et al., 2017). Los suelos del Uruguay presentan contenidos variables de K asociado al contenido de arcillas y los minerales que originan el suelo (Hernández, 1983). De todos modos los cultivos de cada región, la intensidad con que se practiquen y las prácticas de fertilización química con este nutriente puede alterar el contenido original de los suelos. Las diferencias encontradas se pueden explicar por las diferentes fuentes florales exploradas. Rajs et al. (2017) encuentran que en mieles del mismo origen botánico, el K (como Mg y el P) es un elemento que varía mucho y lo explican por variaciones estacionales o regionales que afectan la producción de néctar.

3.7.2. Calcio y Magnesio

El contenido máximo de Calcio fue de 295 mg/ kg (Este primera fecha) y el mínimo de 33 mg/kg en el Norte (segunda fecha), región con suelos ácidos (Figura 9). Los valores encontrados en el Este son superiores a la media citada por Solayman et al. (2016) de 84 mg/kg quien cita además un máximo de 218 mg/kg de una revisión de trabajos de 1999 a 2014 de más de 30 autores. Liberato et al. (2013) en Brasil de 22 mieles analizadas presenta una media de 62 mg/kg. De estas, una sola muestra presenta un

valor de 304 mg/kg. Lazarević et al. (2017) en Europa presenta solo 4 valores de Calcio superiores a la media de la región Este en 950 mieles analizadas en 14 países europeos. También en la segunda fecha del Este se encuentra el mayor valor medio de Magnesio (142 mg/kg). Este valor es superior a la media de Magnesio citada por Solayman et al. (2016), de 74 mg/kg aunque este autor encuentra una gran variación en los datos con un máximo de 500 mg/kg. Liberato et al. (2013) presenta un máximo de 28 mg/kg y Lazarević et al. (2017) un solo valor (171 mg/kg) que supera la media de Magnesio de la región Este. En esta región el contenido de Calcio y Magnesio se podría explicar por el aporte de la formación Polanco en cuanto a calizas (Gaucher, 2014), el mismo autor señala en la región, aguas bicarbonatadas con contenidos de 300 mg/L de residuos sólidos y bajos contenidos de sodio. Hay en esa región varias canteras de calizas, ver figura 4 en anexos. El contenido de Calcio podría ser un elemento de marcador de origen geográfico. En cambio Rajs et al. (2017) afirman que, Potasio, Magnesio y Fósforo presentan mayores variaciones interanuales y lo atribuyen a variaciones en las condiciones de los vegetales y su producción de néctar. A pesar que no hay diferencias en los valores de Magnesio entre fechas en el Este, tampoco las hay con la región Oeste, que además presenta una gran variación. Se debería de profundizar en el estudio del Magnesio antes de poder relacionarlo con una región determinada.

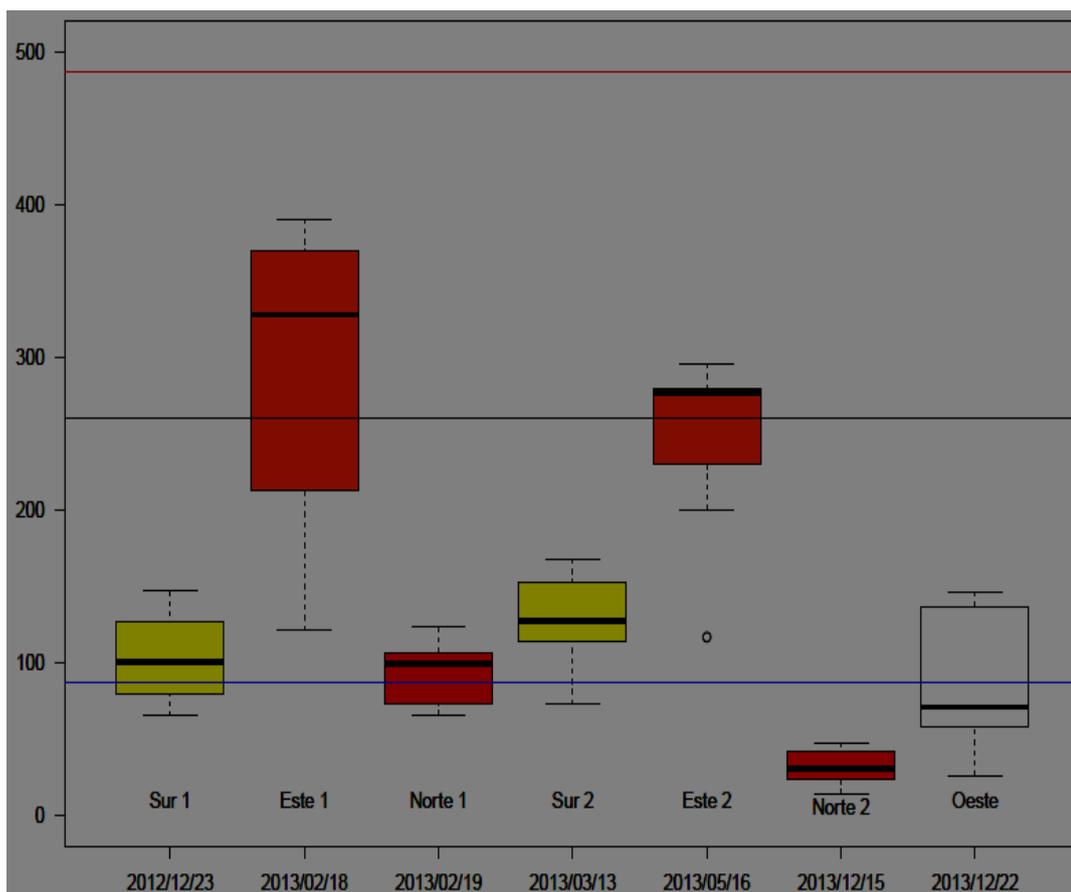


Figura 9. Boxplot de valores de Calcio en mg/kg, por fecha y región. Línea roja, valor máximo reportado por Lazarević et al, 2017, línea negra valor medio de región Este, línea azul valor medio otras regiones.

3.7.3 Sodio

En la región Sur en ambas fechas, se observó un contenido mayor de Sodio 171 y 131 mg/kg (Figura 10), pero sin diferencias con el Norte segunda fecha y el Oeste (Cuadro 11). Lazarević et al. (2017) reporta un valor igual a 171 mg/kg para una miel rumana (media de contenido de Sodio en el Sur primera fecha) y otro también en Rumania de 229 mg/kg. Liberato et al. (2013) reporta un valor máximo de 47 mg/kg en Brasil y Solayman et al. (2016) un valor medio de 96 mg/kg con un máximo de 236 mg/kg. La cercanía al mar del apiario Sur (30 km), la ausencia de barreras a los vientos del Sur

provenientes desde el Río de la Plata, podrían explicar los valores encontrados. En ese sentido el Sodio podría considerarse un “contaminante” más, que llega por el aire como en el caso de metales pesados o moléculas de pesticidas (Porrini 2002; Bogdanov, 2006). Esto podría ser válido para toda la región costera del Río de la Plata y del océano Atlántico. Palinić y Bijeljac (2014) trabajando en mieles de Serbia de dos regiones, Livno y Živinice no obtuvieron diferencias en el contenido de Sodio. Sin embargo ambas regiones se encuentran lejos del mar, Livno, se encuentra a 50 km del mar Adriático, mientras que Živinice se encuentra a 175 km. De acuerdo a los resultados obtenidos en nuestro trabajo el contenido de Sodio en la miel podría ser un marcador para diferenciar mieles producidas en región próximas al océano, ya que son valores altos de Sodio. De todos modos se debería continuar investigando ya que podría ser un mineral asociado a los vientos y al régimen pluviométrico y no a la región.

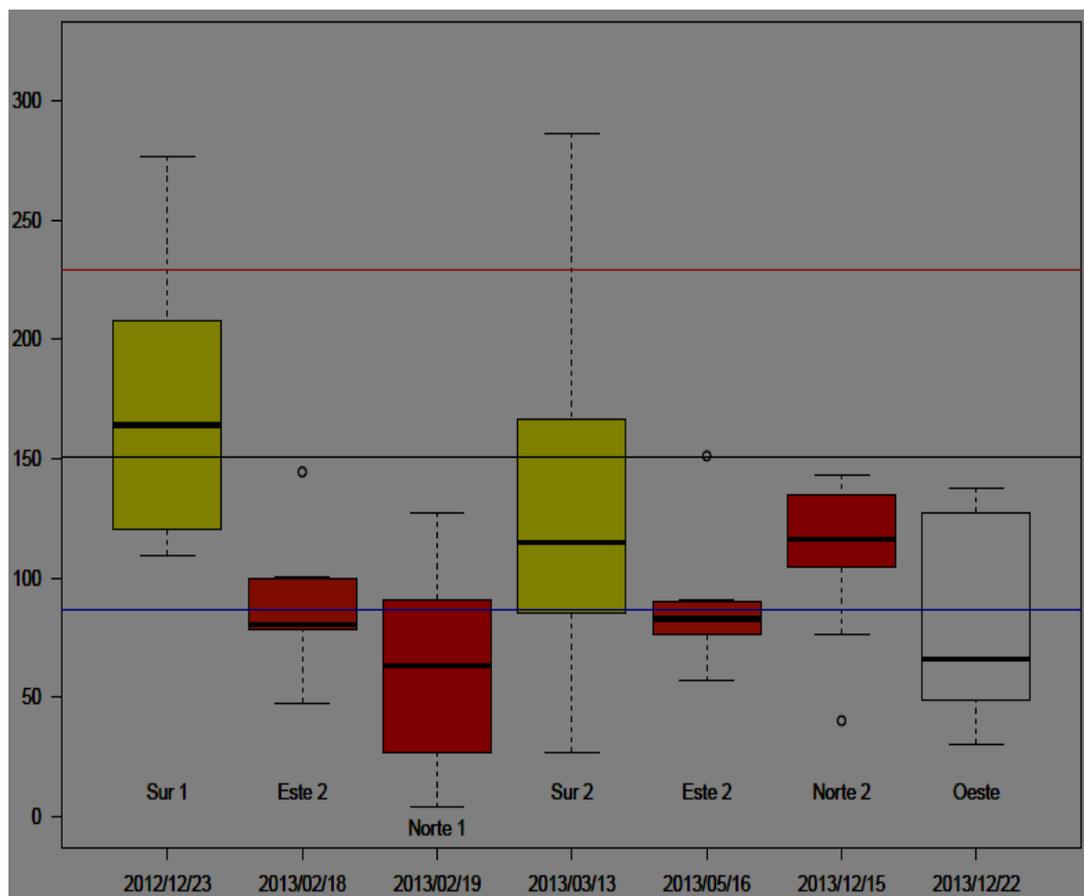


Figura 10. Boxplot de valores de Sodio en mg/kg, por fecha y región. Línea roja, valor máximo reportado por Lazarević et al, 2017, línea negra valor medio de región Sur, línea azul valor medio otras regiones.

3.8 GLIFOSATO

Se presentan en el Cuadro 12, los resultados de las 13 muestras compuestas analizadas. Las regiones en donde se constata la presencia de agricultura o actividades hortifrutícolas intensivas muestran niveles de contaminación (Sur en la segunda fecha), mayores de lo permitido para exportar ($> 0,05$ ppm). Posiblemente la acumulación de aplicaciones a lo largo de fines de primavera y el verano explique estos resultados. Se observan pólenes de *Glycine max*, *Trifolium pratense* y *Lotus sp.* y de malezas asociadas a cultivos. En el caso de la soja (*Glycine max*) se realizan aplicaciones durante todo el cultivo pudiendo alcanzar el comienzo de la floración. Los valores de la región Oeste son similares a los de la región Sur para la misma época del año a pesar de estar en una región protegida. El área de vuelo de las abejas escapa a los límites del área protegida y llega a trabajar en zona de cultivos, por el tamaño de área protegida y por la ubicación del apiario sobre el límite Este. La presencia de praderas con *Trifolium pratense* o *Lotus sp.* se reflejan en el análisis polínico. Las aplicaciones en estas praderas se realizan al término de la vida útil estando estas especies y sus malezas asociadas (*Cirsium vulgare*, *Senecio sp.*, etc.) en flor.

Cuadro 12. Presencia de glifosato según regiones, fecha y número de muestra compuesta.

Fecha	Región	Muestra	ppm glifosato
2012/12/23	Sur 1	1	0,022
2012/12/23	Sur 1	2	0,016
2013/02/18	Este 1	1	DLC
2013/02/18	Este 1	2	DLC
2013/02/19	Norte 1	1	DLC
2013/02/19	Norte 1	2	DLC
2013/03/13	Sur 2	1	0,070**
2013/03/13	Sur 2	2	0,082**
2013/05/16	Este 2	1	DLC
2013/05/215	Norte 2	1	DLC
2013/12/15	Norte 2	2	DLC
2013/12/22	Oeste	1	0,011
2013/12/22	Oeste	2	0,017

DLC, debajo del límite de cuantificación 0,01 ppm, ** por encima del valor 0,05 ppm aceptado por las Normas Europeas

En cambio en las regiones Este y Norte no asociadas a actividades ganaderas o forestales, estaría debajo del límite de cuantificación (DLC = 0,01 ppm).

3.9 ANÁLISIS PALINOLÓGICO

Se encontraron 37 diferentes orígenes vegetales (a nivel de especie, género o familia botánica). La región más diversa fue el Sur con 28 orígenes, y la menos diversa el Este con 14. En el Oeste se encontraron 15 orígenes pero se obtuvo solo en una fecha miel. Si bien se encuentran HDE, no se cuantifican ya que todas las mieles presentan cantidades de polen que sostienen su origen floral. Se reportan mieles monoflorales para especies nativas, si se considera válidos valores de polen superiores al 45 % (*Parkinsonia aculeata*, muestras 59 y 69, *Tripodanthus acutifolius*, muestras 11, 18, 19, 21 y 40, *Myrcianthes* sp., muestras 47, 48, 50, 51, 57, 58, 63 y 64, *Lithraea brasiliensis*, muestras 52, 54, 55 y 56 y *Schinus longifolius*, muestras 22 y 27) y para especies forrajeras cultivadas (*Trifolium repens*, muestra 60 y *Lotus* sp., muestras 30,

32 a 39). El Cuadro 7 presenta información sobre especies exclusivas de cada fecha y de cada región. En Anexos se presentan los cuadros completos (Cuadros 1, 2, 3 y 4) por región. La ausencia de polen en la miel no asegura que otras especies vegetales no generen néctar utilizable por *Apis mellifera* en estas regiones. Por ejemplo el Ombú (*Phytolacca dioica*) presenta flores estaminadas y pistiladas en plantas diferentes aprovechando la abeja el néctar de flores pistiladas sin visitar las estaminadas. Nuestra flora nativa no coevolucionó con *Apis mellifera* que fue introducida a principios del siglo 19 en el Río de la Plata (Cordara, 2005). La complejidad sobre la toma de decisiones de las abejas en su actividad de búsqueda de recursos es bien explicada por los trabajos de Von Frisch (1984).

3.10 ANÁLISIS MULTIVARIADO

Se realizaron tres ACP, en el primero se analizan diferencias entre las medias de los siete grupos de mieles obtenidas a lo largo del año de trabajo buscando cuáles son las variables que más contribuyen a esas diferencias. Del mismo modo en el segundo se toman aquellas muestras que presentaron monofloralidad buscando qué variables se asocian a orígenes botánicos. Por último en el tercer ACP se analizan las tres regiones con dos fechas de cosecha y se determinan las variables asociadas a esas regiones buscando una asociación de variables con origen geográfico. El resultado del ACP con el cual comparamos los siete grupos de mieles en función de las variables medidas (L^* , a^* , b^* , pH, humedad, C.E., Fructosa, Glucosa, Sacarosa, Isomaltulosa, Galactosa, Manosa, Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio) muestra que entre los componentes principales (CP1 y CP2) explicaron un 69,5 % de la variación, el CP1 el 41 % y el CP2 el 28,5 %, con un índice de correlación cofenética de 0,858 (Figura 11). La variable con mayor incidencia son la luminosidad (0,34) y el contenido de Isomaltulosa y el pH (-0,33) y en el CP1 y las de mayor incidencia en el CP2 son la Sacarosa (0,40) y el Calcio (-0,33) como se muestra en la Figura 11 (Autovalores y Autovectores).

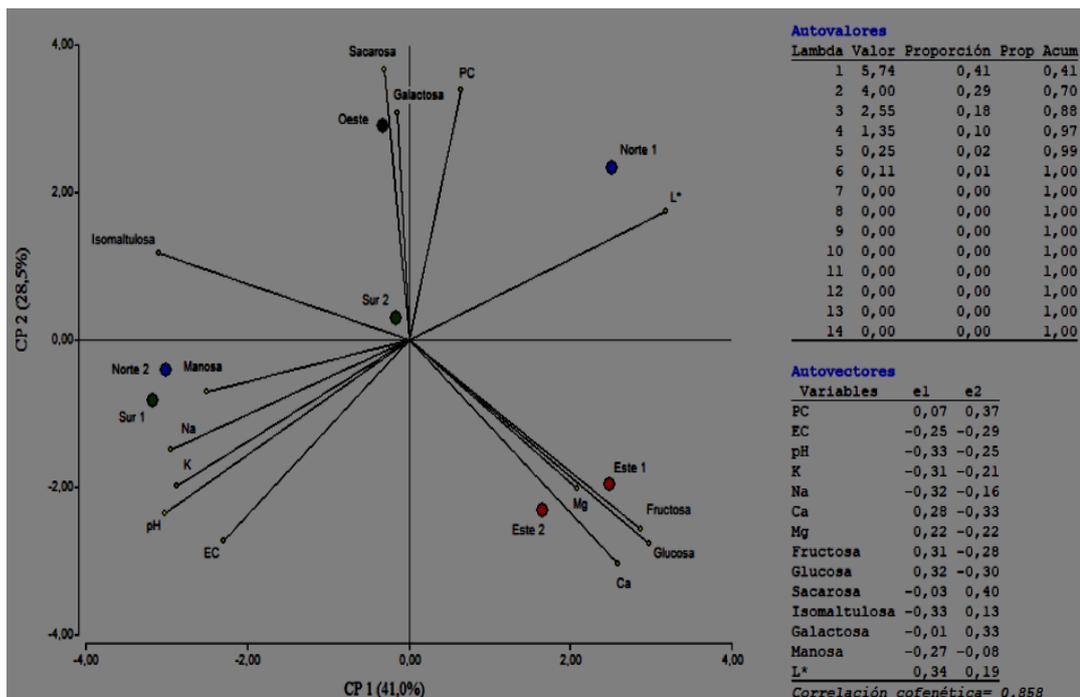


Figura 11. Análisis componentes principales de los siete grupos de mieles analizadas y tablas de autovalores y autovectores. En amarillo variables, en verde región Sur, en rojo Este, en Azul Norte y en negro Oeste, PC, proteína cruda, EC, conductividad eléctrica, K, Potasio, Na, Sodio; Ca, Calcio; Mg, Magnesio; L*, Luminosidad.

La proximidad observada entre las mieles de la Quebrada de los cuervos (Este 1 y Este 2) se puede explicar por la similitud botánica y la relativamente poca distancia temporal entre cosechas (77 días), (ver Cuadro 2 de Anexos). Del mismo modo puede explicarse las diferencias entre las mieles del Valle del Lunarejo (Norte 1 y Norte 2) las diferencias botánicas (Cuadro 3 de Anexos), especies que además crecen en distintos suelos y una distancia entre cosechas que permite la expresión de situaciones climáticas diferentes (290 días). Las mieles de Los Cerrillos (Sur 1 y Sur 2) presentan 80 días de diferencia entre cosechas pero botánicamente son muy diferentes, Sur 2 es una miel prácticamente monofloral de Lotus sp., Cuadro 1 de Anexos. Por último, la región Oeste se diferencia de las otras y está muy asociada a azúcares como la glucosa y galactosa que son de menor importancia en el resto de las mieles. Menos las muestras 60 y 62 las otras 8 de la miel Oeste tienen 80 % de su polen compuesto

solo por 3 especies, *Eucalyptus* sp, *Myrcianthes cisplatencis* (2 mirtáceas) y una nativa *Parkinsonia aculeata* que aparece solo en mieles de esa región, Cuadro 4 de Anexos. De todos modos Oeste es la miel que mayor dispersión de datos muestra en la mayoría de las variables medidas, por lo que sería una región para seguir estudiando.

El resultado del ACP que compara las mieles monoflorales (polen principal > 45 %) como criterio de selección utilizando las variables minerales (K, Ca, Mg y Na) y azúcares (Fructosa, Glucosa Sacarosa, Isomaltulosa Galactosa y Manosa, muestra que entre los componentes principales (CP) 1 y 2 explican un 69,5 % de la variación, el CP1 37,7 % y el CP2 31,8 %, con un índice de correlación cofenética de 0,909, Figura 12.

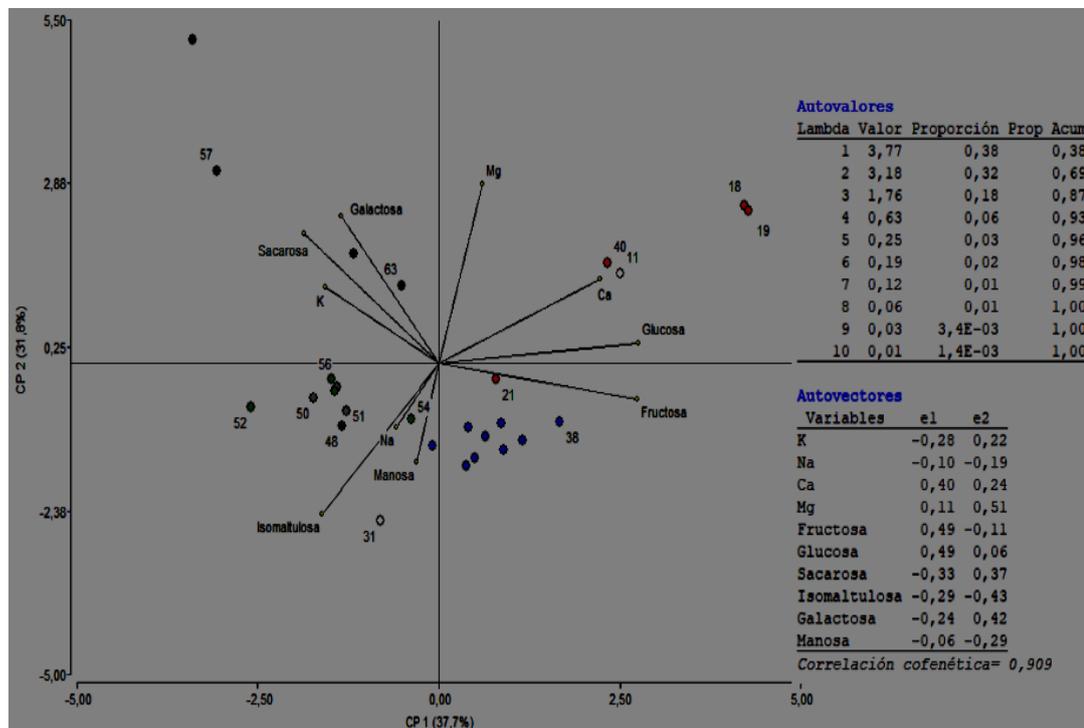


Figura 12. Análisis de componentes principales de mieles monoflorales y tablas de autovalores y autovectores. Negro *Myrcianthes*, región Oeste, gris *Myrcianthes* región Norte, verde *L. brasiliensis* región Norte, rojo *T. acutifolius* región Este, azul *Lotus* sp., muestra 31, 44,8 % *Lotus* sp. muestra 11, 44,9 % *T. acutifolius*.

Si bien son pocas las mieles estrictamente monoflorales que se analizan, su distribución en los cuadrantes del biplot se corresponde con las 4 regiones. La muestra

31 no sería monofloral por no pasar el 45 % de polen principal y muestra un desvío. También llama la atención la distribución de las mieles catalogadas como de *Myrcianthes* pareciendo agruparse más por la región que por la especie. También la muestra 21 que siendo monofloral de *T. acutifolius* se aproxima al grupo de la región Norte lo que denota el mayor peso de los suelos (región) posiblemente por el contenido mineral. Esto se podría explicar por una mayor incidencia de los minerales en juego (K y Na) o por diferencias en las especies de este género en ambas regiones. Además, los demás componentes botánicos de cada muestra podrían influir en las diferentes variables analizadas.

Por último, se hizo un tercer ACP donde se comparó la similitud entre las mieles de las regiones Sur, Este y Norte en donde se obtuvieron 2 cosechas. También aquí se consideraron las variables medidas pero solo las relacionadas a los suelos (minerales) o a la botánica (azúcares). Las variables de color no se consideran aquí por estar determinadas por los pigmentos vegetales y los minerales. Los resultados se muestran en la Figura 13.

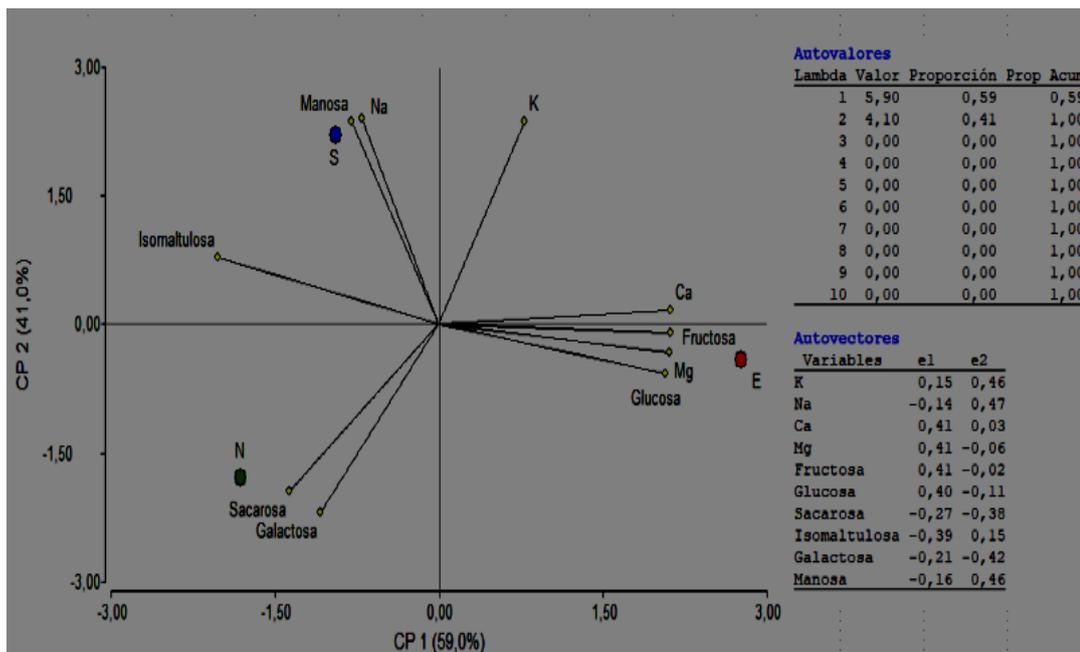


Figura 13. Análisis de componentes principales de regiones Sur, Este y Norte, y tablas de autovalores y autovectores., En azul Sur, en rojo Este y en verde Norte. En amarillo variables utilizadas, K, Potasio, Na, Sodio, Ca Calcio y Mg.

Los resultados muestran que entre los componentes principales 1 y 2 (CP1 y CP2) explicaron el 100 % de la variación encontrada con un índice de correlación cofenética de 1. En las tres regiones estudiadas se aprecian minerales (Ca y Mg en el caso del Este, Na en el Sur) o azúcares (Manosa en el Sur) que podrían ser marcadores de

origen geográfico o botánico.

4. CONCLUSIONES

Se caracterizaron siete grupos mieles de 4 zonas de Uruguay por las variables propuestas, obtenidas a lo largo de un año. Se encontraron diferencias entre las regiones estudiadas, pero también se encontraron mieles diferentes dentro de la misma región y fecha de cosecha. La heterogeneidad florística sustentada en diferentes suelos explicaría los resultados. Para la mayoría de las variables, las de Color, proteína, Conductividad, Humedad, contenido de Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio, Fructosa, Glucosa, Sacarosa e Isomaltulosa las muestras las mieles analizadas se encuentran dentro de los rangos reportados en mieles del mundo y de países cercanos. En el caso del pH la muestra 61 con 3,04 está por debajo del menor valor reportado (Jaafar et al. 2012). Respecto a los valores de los azúcares Galactosa y Manosa no se encontró bibliografía para comparar.

El contenido de minerales fue alto y podrían explicar la alta conductividad eléctrica encontrada. Para mieles de Uruguay se debería estudiar la pertinencia de aplicar la norma europea de 0,8 mS/cm para diferenciar mieles florales de mielatos.

Se encontró glifosato por debajo y por encima de los límites de las normas europeas, estos últimos casos asociados los apiarios a las regiones con actividades como agricultura u hortifruticultura. En dos regiones Norte y Este no se pudo cuantificar por lo que se supone su ausencia o su presencia debajo del límite de cuantificación (0,01 ppm). El tamaño y la geometría de las áreas protegidas en las cuales se realiza apicultura deberían considerar zona borde de exclusión para la aplicación de glifosato y/o producción convencional de cultivos.

Todas las mieles analizadas fueron de origen floral de 37 especies diferentes, habiendo mieles monoflorales tanto de especies nativas como de exóticas. Para las mieles monoflorales de especies nativas se debería de estudiar si se corresponde aplicar como límite de 45 % de polen presente.

El contenido de Calcio y Magnesio se asoció a la región Este al mismo tiempo que el

contenido de Sodio y de Manosa se asoció a la región Sur. Se requiere profundizar en el estudio de estos minerales y de la Manosa como probables marcadores de origen de las mieles producidas en las regiones del Este (Quebrada de los cuervos) y Sur (Los Cerrillos) del Uruguay.

La caracterización multivariada realizada de los grupos de mieles de cuatro regiones cosechadas en un periodo de un año, permite afirmar que Uruguay tiene potencial para producir mieles asociadas a un origen fitogeográfico y que es necesario profundizar en el conocimiento de estas variables para estas y otras regiones del país.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alqarni A, Owayss A, Mahmoud A, Mohammed A., Hannan, M. 2014. Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18: 618-625.
- Anklam, E. 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63:549-562.
- AOAC, 2005. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 18th ed. Official Methods of Analysis. Maryland, USA.
- Aubert S, Gonnet M. 1983. Mesure de la couleur des miels. *Apidologie*, 14(2): 105-118.
- Azeredo L, Azeredo M, Souza SR, Dutra V. 2003. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80: 249-254.
- Bárez JA, Villanova RJG, Garcia SE, Palá, TR, Páramas AMG, Sánchez JS. 2000. Geographical discrimination of honeys through the employment of sugar patterns and common chemical quality parameters. *European Food Research and Technology*, 210: 437-444.
- Bergner KG, Diemair S, 1975. Proteins des Bienenhonigs. I1 Gelchromatographie, enzymatische Aktivitat und Herkunft. *Z. Lebensm.-Unter. -Forsch.* 157: 7-13.
- Biluca FC, Santos de Gois J, Schulz M, Braghini F, Gonzaga LV, Maltez HF, Rodrigues E, Vitali L, Micke GA, Borges DLG, Oliveira Costa AC, Fett R. 2017. Phenolic compounds, antioxidant capacity and bioaccessibility of minerals of stingless bee honey (*Meliponinae*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 63: 89-97.
- Bogdanov S. 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37: 1-18.
- Bogdanov S, Rouff K, Persano Oddo L. 2004. Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honey: a review. *Apidologie*, 35(4): 275-282.
- Bossi J. 2001. *Carta Geológica del Uruguay 1:500.000 Versión 2.0-2001*[CD-ROM], Montevideo: Facultad de Agronomía.

- Branchiccela B, Zunino P, Antúnez K, Aguirre C, Parra G, Estay P. 2014. Genetic changes in *Apis mellifera* after 40 years of Africanization. *Apidologie*, 45(6): 752-756.
- Canini A, Pichichero E, Alasian D, Canuti L, Leonardi D. 2009. Nutritional and botanical interest of honey collected from protected natural areas. *Plant Biosystems*, 143(1): 62-70.
- Chebataroff J. 1957. La Vegetación del Uruguay y sus relaciones fitogeográficas con las del resto de la América del Sur. *Revista Geográfica do Instituto Panamericano de Geografía e Historia*. Rio de Janeiro: IPAGH;.
- FAO (2001). Comisión del Codex Alimentarius. [En línea] Consultado 15 de julio 2019. Disponible en:http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCS/ccs7/S00_03s.pdf
- Cabrera MC, Ramos A, Saadoun A, Brito G. 2010. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. *Meat Science*. 84: 518-528.
- Corbella E, Cozzolino D. 2006. Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. *LWT-Food Science And Technology*, 39(5): 534-539.
- Cordara JJ. 2005. La historia de la apicultura en Uruguay. Montevideo: Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de la Empresa.
- Council Directive 2001/110/EC 2001. Official Journal of the European Communities. [En línea] Consultado:15 julio 2019. Disponible en:<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:010:0047:0052:EN:PDF>
- Devillers J. 2002. Acute toxicity of pesticides to honey bees. En: *Honey bees: Estimating the enviromental impact of chemicals*. Devillers, J. y Pham-Delegue, Minh-Há. London:Taylor y Francis.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

- El-Sohaimy S, Masry S, Shehata M. 2015. Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals Of Agricultural Sciences*, 60: 279-287.
- Escuredo O, González-Martín MI, Rodríguez-Flores M.S, Seijo MC. 2015. Near infrared spectroscopy applied to the rapid prediction of the floral origin and mineral content of honeys. *Food Chemistry* 170: 47–54.
- Escuredo O, Dobre I, Fernández-González M, Seijo MC. 2014. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry* 149: 84–90.
- Evia G, Gudynas E. 2000. Paisaje en Uruguay: Aportes para la conservación de la diversidad biológica. Sevilla: Ministerio de vivienda ordenamiento territorial y medio ambiente. Junta de Andalucía. 173p.
- Fechner DC, Moresi AL, Ruiz Díaz J D, Pellerano RG, Vazquez FA. 2016. Multivariate classification of honeys from Corrientes (Argentina), according to geographical origin based on physicochemical properties. *Food Bioscience*, 15: 49-54.
- Fell RD 1978. The color grading of honey. *American Bee Journal*, 18: 782-789.
- Gámbaro A, Ares G, Giménez A, Pahor S. 2007. Preference mapping of color of Uruguayan honeys. *Journal of Sensory Studies*, 22 (5): 507-519.
- Gaucher C. 2014. Grupo Arroyo del Soldado. En: *Geología del Uruguay Tomo 1 Predevonico*. Bossi J, Gaucher C. Montevideo, Impresora Polo, 313-339.
- Hernández J. 1983. Capacidad de suministro de potasio en suelos del Uruguay. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Montevideo Uruguay
- Invernizzi C, Santos E, García E, Daners G, Di Landro R, Saadoun A, Cabrera C, 2011. Sanitary and nutritional characterization of honeybee colonies in *Eucalyptus grandis* plantations. *Archivos de Zootecnia* 60 (232): 1303-1314.
- Jaafar MHM, Hamid KA, Anuar N, Zohdi RM, Effendi TJB. Physicochemical properties and pharmacokinetic profiles of selected Malaysian honey. 2012 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications, Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA), 2012 IEEE Symposium on [Internet]. 2012 [cited 2019 Nov 27];140. Available from:

<http://search.ebscohost.com.proxy.timbo.org.uy:2048/login.aspx?direct=true&db=edsee&AN=edsee.6422856&lang=es&site=eds-live>

- Lazarević K., Jovetić M, Tešić Ž. 2017. Physicochemical parameters as a tool for the assessment of origin of honey. *Journal Of AOAC International*, 100(4): 840-851.
- Liberato MC, de Moraes SM, de Carvalho CM, Lima I, Bomfim D, de Oliveira M. 2013. Physicochemical properties and mineral and protein content of honey samples from Ceará state, Northeastern Brazil. *Propriedades físico-químicas, minerais e teor de proteínas em amostras de méis do estado do Ceará, nordeste do Brasil. Food Science And Technology*, 33(1): 38-46.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G 1978. Methods of melissopalynology. *Bee world* 59, 139-157
- Major N, Markovic K, Krpan M, Saric G, Hruskar M, Vahcic N. 2011. Rapid honey characterization and botanical classification by an electronic tongue. *Talanta*, 85: 569-574.
- Maurizio A. 1975. In *Honey: a Comprehensive Survey*, ed. E. Crane, Heinemann, London.
- Ministerio de Turismo 2019. Uruguay Natural [En línea] Consultado:15 julio 2019. Disponible en:
<https://www.google.com/search?q=uruguay+natural&oq=uruguay+natural&aqs=chrome..69i57j0l5.8877j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- MGAP-Digegra 2019. Sistema nacional de trazabilidad de productos apícolas. Boletín consumo de miel en Uruguay. [En línea] Consultado:15 julio 2019. Disponible en:
http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/boletin_consumo_de_miel2018.pdf
- MGAP- DIEA 2017. Anuario Estadístico Agropecuario .[En línea] Consultado:15 julio 2017. Disponible en:
<http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/diea-anuario2017web01a.pdf>
- MGAP 2016. Descripción de Grupos de Suelos CO.N.E.A.T. [En línea] Consultado:10

julio 2016. Disponible en:
http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/descripcion_de_grupos_de_suelos_coneat.pdf

- MGAP 1976. Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay 1:1.000.000. Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. Montevideo, Uruguay.
- Mendoza Y. 2018. Evaluación de la exposición de mieles a glifosato en unidades de paisajes contrastantes. Serie actividades difusión N.º 783 INIA, Las Brujas, Uruguay. ISSN: 1688-9258
- Molan P. 2001. Why honey is effective as a medicine?. *Bee World*, 82 (1): 22-40.
- Mura-Mészáros A. Magyar D. 2017. Fungal Honeydew Elements as Potential Indicators of the Botanical and Geographical Origin of Honeys. *Food Analytical Methods*, 10 (9): 3079–3087.
- Murphy M, Cowan C, Henchion M, O'Reilly S. 2000. Irish consumer preferences for honey: a conjoint approach. *British Food Journal*, 102 (8): 585-598.
- Muñoz J, Ross P, Cracco P. 2005. La vegetación en el Uruguay En: Flora indígena del Uruguay árboles y arbustos ornamentales. Editorial Agropecuaria Hemisferio del Sur. Montevideo Uruguay.
- Nayik, GA, Dar BN, Nanda V. 2015. Physico-chemical, rheological and sugar profile of different unifloral honeys from Kashmir valley of India. *Arabian Journal of Chemistry*. Accepted in press
- Ni C, Zhu B, Wang N, Wang M, Chen S, Zhang J, Zhu Y. 2016. Simple column-switching ion chromatography method for determining eight monosaccharides and oligosaccharides in honeydew and nectar. *Food Chemistry*, 194: 555–560.
- Niell S, Cesio V, Hepperle J, Roux, Kirsch L, Kolberg D, Anastassiades M, Heinzen H. 2013. Análisis multiresiduo de 41 pesticidas en miel por LC-MS/MS: evaluación de dos métodos de clean-up. *Agrociencia*, 17 (1):101-107
- Ohmenhaeuser M, Monakhova YB, Kuballa T, Lachenmeier DW. 2013. Qualitative and Quantitative Control of Honeys Using NMR Spectroscopy and Chemometrics. *ISRN Analytical Chemistry*: 1-9.

- Ouchemoukh S, Louaileche H, Schweitzer, P. 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control* 18: 52–58.
- Ouchemoukh S, Schweitzer P, Bachir Bey M, Djoudad-Kadji H, Louaileche H. 2010. HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry*, 121: 561-568
- Paine HS, Gertler SI, Lothrop RE, 1934. Colloidal constituents of honey. Influence on properties and commercial value. *Industrial and Engineering Chemistry*. 26(1): 73-81.
- Palinić D, Bijeljac S. 2014. The content of some chemical elements in floral honeys depending on the region of production. *Radovi Poljoprivrednog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu (Works of the Faculty of Agriculture University of Sarajevo)* 59 64(1): 69-83
- Pascual-Maté, A, Osés S, M, Fernández Muiño M A, Teresa Sancho M, Marcazzan G, Gardini S. 2019. Sugar composition and sugar-related parameters of honeys from the northern Iberian Plateau. *Journal of Food Composition and Analysis*, 74: 34–43.
- Paul BN, Chanda S, Das S, Singh P, Padey BK, Giri SS. 2014. Mineral Assay in Atomic Absorption Spectroscopy. *The Beats of Natural Sciences* 4 (1): 1-17.
- Persano Oddo L, Piazza M.G, Sabatini A.G, Accorti M. (1995). Characterization of unifloral honeys. *Apidologie*, 26, 453-465.
- Poder Legislativo (2000). Ley N.º 17234. [En línea] Consultado:17 julio 2019. Disponible en: <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp3473509.htm>
- Pohl P, Steckha H, Greda K, Jamroz P. (2012). Bioaccessibility of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn and Zn from commercial bee honeys. *Food Chemistry*, 134, 392–396
- Porrini C, Ghini S, Girotti S, Sabatini A. G, Gattavecchia E, Celli G. 2002. Use of honey bees as bioindicators of environmental pollution in Italy. Devillers, J. y Pham-Delegue, Minh-Há. London:Taylor y Francis.
- Rajs BB, Flanjak I, Primorac L, Mutić J, Vukojević V, Durđić S. 2017. Characterization of Croatian rape (*Brassica sp.*) honey by pollen spectrum, physicochemical

- characteristics, and multielement analysis by ICP-OES. *Journal of AOAC International*, 100 (4): 881-888.
- Roshan ARA, Gad HA, El-Ahmady SH, Al-Azizi MM, Abou-Shoer MI, Khanbash MS. 2017. Characterization and Discrimination of the Floral Origin of Sidr Honey by Physicochemical Data Combined with Multivariate Analysis. *Food Analytical Methods*.10 (1): 137–146.
- Santos E, Invernizzi C, García E, Cabrera C, Di Landro R, Saadoun A. Daners G. 2009. Contenido de proteína cruda del polen de las principales especies botánicas utilizadas por las abejas mellíferas en Uruguay. *Agrociencia*, 13 (2): 9-13.
- Sawale P D, Shendurse A M, Mohan M S, Patil G R 2017. Isomaltulose (Palatinose) – An emerging carbohydrate. *Food Bioscience*, 18: 46–52
- Seraglio SKT, Silva B, Bergamo G, Brugnerotto P, Gonzaga L., Fett R. Costa ACO. 2019. An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, 119: 44-66.
- Solayman M Md, Asiful Islam, Sudip Paul, Yousuf Ali Md, Ibrahim Khalil, Nadia Alam, Siew Hua Gan. 2016. Physicochemical properties, minerals, trace elements, and heavy metals in honey of different origins: a comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1): 219–233
- Stefanini R. 1988. Diagnosis of unifloral honeys.II Numerical taxonomy of honey and statistical diagnostic test of its botanical origin. *Apicultura* 4: 13-26.
- Stinson EE, Subers MH, Petty J, White WJr. 1960. The composition of honey. V. Separation and identification of the organic acids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 89: 6-12.
- Taha M M E, Abdelwahab S I, Rashad Elsanousi Sheikh B Y, Mahmood Ameen Abdulla, Babiker S E, Eldaw Mohamed 2015. Effectiveness of sidr honey on the prevention of ethanol-induced gastrulcerogenesis: role of antioxidant and antiapoptotic mechanism. *Pharmacognosy Journal*, 7(3): 157-164
- Tomás A, Russo-Almeida P, Vilas-Boas M. 2017. Sugar profile evaluation of Portuguese lavender honey. / Avaliação do perfil de açúcares do mel de rosmaninho

- português. *Revista de Ciências Agrárias (Portugal)*, 40 (Número Especial), 195–202.
- Thrasyvoulou A, Manikis J. 1995 Some physicochemical and microscopic characteristics of Greek unifloral honeys. *Apidologie* 26: 441-452
- Uruguay Siglo XXI. 2014. Sector Apícola. [En línea] Consultado:15 julio 2019. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp-content/uploads/sites/9/2015/05/Sector-apicola-Mayo-2014-Uruguay-XXI.pdf>
- USDA 2019. Honey traveler. Everything in the world about honey [En línea] Consultado:15 julio 2019. Disponible en:<https://www.honeytraveler.com/types-of-honey/grading-honey/>
- Von Der Ohe W, Oddo L P, Piana M L, Morlot M. Martin P. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35(1): 18-25.
- Von Frisch K. 1984. *La vida de las abejas*. Labor, S.A., Barcelona.
- Vit Olivier P. 1987. Utilidad de la determinación del contenido de nitrógeno en el control de calidad de mieles Venezolanas. *Acta Científica Venezolana*, 38: 511-512.
- White JW. 1978. Honey. *Advances in food research*, 24: 288-364.

6. ANEXOS

6.1 CUADROS

Cuadro 1. Análisis de presencia de mielatos y contenido polínico (familia y/o género y/o especie) expresado como porcentaje del total de polen, de las muestras de mieles Sur 1 y Sur 2 (Los Cerrillos)

Nombre científico	N.º de Muestra/ Colmena																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																			
Mielato	no	no	si	no	no	si	si	no																															
<i>Eucalyptus</i> sp.	8,9	3,5	18,7	6,2	7,1	6,2	12,3	6,3	8,7	25,3	2,1	6,5	9,1	3,8	4,6	9,8	3,2	0,7	1,3	2,3																			
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	12,9	19,7	15,1	10,2	9,8	10,1	7,7	2,3	5,9	0,1		20,0	1,2	4,0	5,9	2,3	1,8	10,1	0,2	23,6																			
<i>Lotus</i> sp.	10	16,5	3,2	6,5	6,4	3,2	2,1	26,8	24	16	67,7	44,8	82,1	78,6	75,2	81,6	78,6	81,1	82,3	49,5																			
<i>Acacia</i> sp.	5	0,8							3	8																													
Scrophulariaceae	0,5	0,8	2,3		0,1	0,1	0,1			2,1																													
<i>Trifolium pratense</i>	1,2	0,5		0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	1,3	4,3	1,2	0,1	9,6	3,2	0,8	0,2		0,1	0,5																			
<i>Senecio</i> sp.	0,3	0,1																	2,7	0,2																			
<i>Cirsium vulgare</i>										0,1					1,5																								
<i>Senecio</i> sp.																			3,1	2,4																			
Fabaceae/Papilionoidea											9,2	3,9	2,3		5,7		3,2	5,5	6,8	10,9																			
<i>Salix</i> sp.	0,9	10	9,6	22,1	16,8	15	14,9	16,4	15,5	19																													
<i>Pinus</i> sp.																																							
<i>Schinus longifolius</i>	5,7	12,2	3,2	5,4	8,4	6,1	16,2	4,1	3,1	4,5																													
<i>Glycine max</i>											6,1	9,1	0,9																										
<i>Trifolium repens</i>		4,3	2,1	2,6	7,1	4,3	0,1	4,3	5,2	4,2	9,5	2,5	1,2	1,6		3,4	2,8	1,9	3,5	9,6																			
<i>Eryngium</i> sp.											0,5	0,6			0,8		0,9			0,6																			
<i>Ammi viznaga</i>	1,5										0,3	0,1	0,8				0,2			0,1																			
<i>Echium plantagineum</i>	7,9	6,9	3,3	4,3	8,4	7	14,5	6,8	7	7,7	0,3	11,3	2,3	2,4	3,1	2,1	1,9	0,1		0,3																			
<i>Menta piperita</i>	2,1			0,2		2			4	0,1							7,2	0,6																					
<i>Baccharis articulata</i>	8,6	3,6	5,6	6,5	6,8	7,7	3,1	7,3	6,1	3,4																													
<i>Baccharis</i> sp.	5,4	5,9	0,5	5,2	9,7	6,3		4,1																															
<i>Baccharis</i> sp.	3,4		0,2	1,3	7	5,4				3,2																													
<i>Gleditsia triacanthos</i>	1,8	2,1	4,2	4,3	4,4	2,1	4,5	2,3	0,2	1,2																													
<i>Oxalis</i> sp.	2,3	1,5	11,4	12,3	1,8	0,3	2,5	0,5	0,4	2,3																													
<i>Discaria americana</i>	1,6	0,5	2,6		1,2	0,5																																	
<i>Scutia buxifolia</i>	3,5		0,2		0,6																																		
Brassicaceae		2,2			0,2			1																															
<i>Xylosma tweedianaum</i>	16,5	8,9	17,8	12,6	4,1	23,5	21,9	17,5	16,7	1,5																													
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0																			

1 a 10 muestras Sur 1, 30 a 39 muestras Sur 2

Cuadro 2. Análisis de presencia de mielatos y contenido polínico (familia y/o género y/o o especie) expresado como porcentaje del total de polen, de las muestras de mieles Este 1 y Este 2 (Quebrada de los Cuervos)

Nombre científico	N.º de Muestra/ Colmena															
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	40	41	42	43	44	45	46
Mielato	no	si														
<i>Eucalyptus</i> sp.	3,8	4,2			0,1	5,2		1,2	0,5		11,7					
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>		17,2	17,9	15,2	2,1	3,4	0,2	2,1	0,6		9,2			11,2	1,5	
<i>Senecio</i> sp.	6,7	8,1	6,1	5,3	3,8	4,1	3,6	0,7	1,2	4,3	4,5	3,2	2,6	2,1	0,6	3,2
<i>Senecio</i> sp.										1,2	6,2	2,1	0,8	0,9	2,3	
<i>Schinus longifolius</i>		15,6	19,8	51,1	0,7	7,8	0,1	0,5	3,2		3,4	0,5		0,2		0,1
<i>Tripodanthus acutifolius</i>	44,9	19,6	2,1	1,1	22,1	19,5	27,6	48,2	47	53,1	17,9	16,5	27,5	31,8	16,9	27,8
<i>T. Baccharis articulata</i>	18,1	13,8	16,1	5,4	42,3	38	49,2	25,2	38,2	38,2	15,4	41,8	38,9	22,4	31,8	32,6
<i>Baccharis</i> spp.	9,2	6,6	12,9	10,8	12,5	5	12	9,1	2,5		16,3	27	30,2	21,3	36,9	23,5
<i>Baccharis</i> spp.	16,5				16,3	15	5	10	5,6		5,6	8,9		6,5	10	9,9
<i>Poa</i>	0,8	1	4,1			2	2,3	0,6	1,2	3,2	0,1					
<i>Lithraea brasiliensis</i>		8,3	2,7								0,6					2,1
<i>Gleditsia triacanthos</i>		5,6	6,9	1,7	0,1			0,1			4,5			3,1		0,3
<i>Lonicera japonica</i>			3,2													0,5
<i>Eugenia uniflora</i>			8,2	9,4				2,3			4,6			0,5		
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

11 a 19 muestras Este 1, 40 a 47 muestras Este 2

Cuadro 3. Análisis de presencia de mielatos y contenido polínico (familia y/o género y/o o especie) expresado como porcentaje del total de polen, de las muestras de mieles Norte 1 y Norte 2 (Valle del Lunarejo)

Nombre científico	N.º de Muestra/ Colmena																			
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Mielato	si	no	si																	
<i>Eucalyptus</i> sp.	1,1	3,8												2,1	3,4	13,8	2,1	9,5	10,9	3,5
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>		2,1	4,3					5,1	3,6	1,2	80,4	51,2	29,5	50	45,5	36,7	35,6	31,3	10,6	15,4
<i>Trifolium pratense</i>		2,1		1,2																
<i>Senecio</i> sp.	1,3	2,3	2,1		2,3	4,9		2,6	4,5	4,2			0,1			0,1	0,2		1	0,5
<i>Cirsium vulgare</i>				1,1																
<i>Senecio</i> sp.								4,3	1,1	2,1										
Fabacea		2																		
<i>Schinus longifolius</i>		0,6	46,8					72,9	14,6	24,1	4,3	11,5	7,4	6,3	12,6	5,4	7,2	3,2	10,5	4,3
<i>Eryngium</i> sp.		1,4								0,5									3	
<i>Echium plantagineum</i>												4,1	2,3	2,3			0,1	0,2	2,3	3,3
<i>Tripodanthus acutifolius</i>	35,6	47,8	10	7,6	10,9	34,2	37,6	6,1	21,2	13,3										
<i>T. Baccharis articulata</i>	12,8	21,3	17,4	35,6	29,6	33,7	31,8	4,5	31,2	22,4	9,4			6,5	0,3	0,1			6,8	4,1
<i>Baccharis</i> spp.	42,5	12,4	11,8	37,6	38,2	24,3	22,2	4,4	21,3	25								0,1		
<i>Baccharis</i> spp.	5,1	5	0,2	9,1	12	2,3	8,2		0,2	3,2										
<i>Poa</i>	1,3	1,2		5,3	7															
<i>Lithraea brasiliensis</i>				2,3			0,2	0,1	0,1	2	2,3	13,8	15,5	31,2	6,8	45,6	35,4	50,5	59	63,6
<i>Gleditsia triacanthos</i>			3,4			0,5			0,1	1,4	3,6	19,4	43,1	6,8	14,8	9,8	11,9	0,8	6,3	8,8
<i>Eugenia uniflora</i>		2,1							2,1											
Inidaceae			0,1			0,1				0,6										
<i>Manihot grahamii</i>			0,1	0,2																
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

20 a 29 muestras Norte 1, 47 a 56 muestras Norte 2

Cuadro 4. Análisis de presencia de mielatos y contenido polínico (familia y/o género y/o o especie) expresado como porcentaje del total de polen, de las 10 muestras de

miel Oeste (Esteros de Farrapos)

Nombre científico	N.º de Muestra/ Colmena									
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
Mielato	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
<i>Eucalyptus</i> sp.	48,1	36,0	2,0	1,5	2,5		23,1	41,9	59,3	61,5
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	47,5	61,1	16,5	10,5	19,3	2,4	73,7	45,9	37,1	34,3
<i>Parkinsonia aculeata</i>	3,3	0,2	71,5		59,5	26,2	0,9	11,2	0,9	2,1
Rosáceae	0,5		1,5			5,3		0,2		
<i>Lotus</i> sp.	0,6									
<i>Acacia</i> sp.		1,9	1,0		2,5	1,2		0,3	0,8	2,1
Scrophulariaceae		0,8						0,1	1,2	
<i>Trifolium pratense</i>			4,0	86,5	7,5		2,3	0,2	0,7	
<i>Senecio</i> sp.			0,5	1,5	3,6					
<i>T. Cirsium vulgare</i>			3,0		0,5					
<i>Senecio</i> sp.					4,6			0,2		
Fabaceae						3,7				
<i>Salix</i> sp.						34,8				
<i>Pinus</i> sp.						0,2				
<i>Schinus longifolius</i>						26,2				
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

57 a 66 muestras Oeste

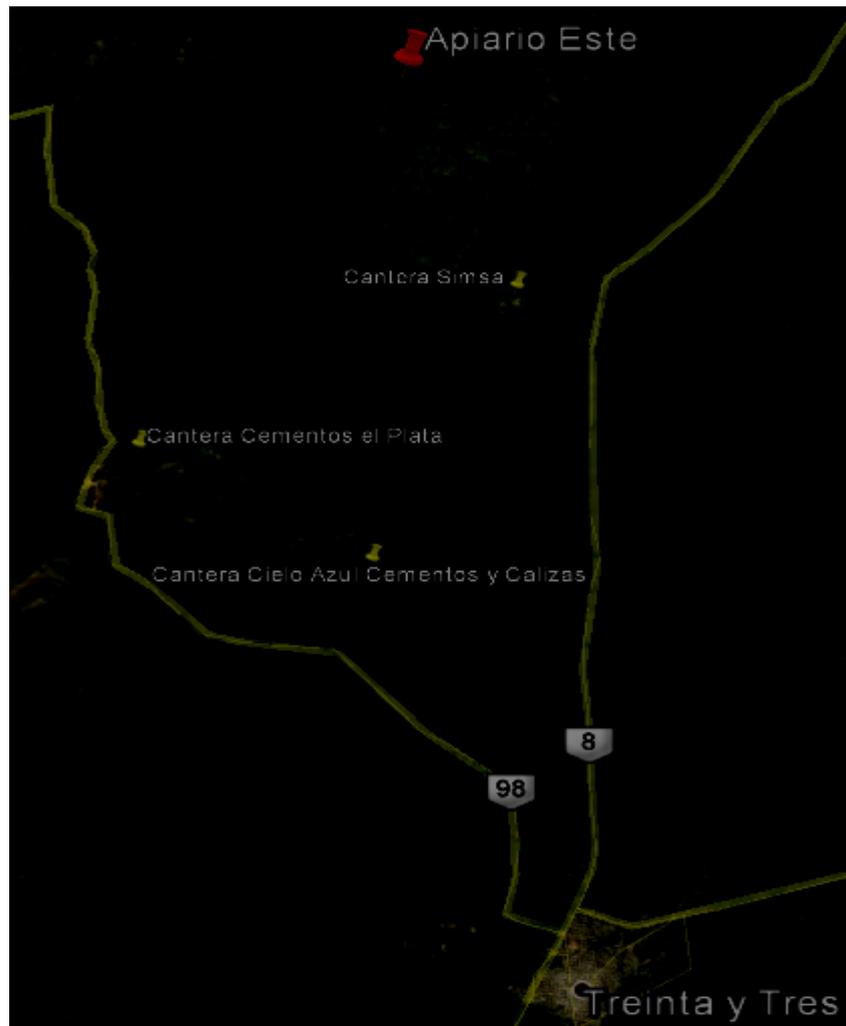


Figura 1. Ubicación de apiario Este y de canteras de cal y dolomita de la región.