



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Medicina Veterinaria

Unidad de Posgrado

**Caracterización morfológica y perfil de glicosilación  
del conducto pancreático de la alpaca (*Vicugna pacos*)**

**TESIS**

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias  
Veterinarias con mención en Salud Animal

**AUTOR**

Marco Antonio GARCÍA SIABALA

**ASESOR**

Alberto SATO SATO

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

García M. Caracterización morfológica y perfil de glicosilación del conducto pancreático de la alpaca (*Vicugna pacos*) [Tesis de maestría]. Lima: Facultad de Medicina Veterinaria / Unidad de Posgrado; 2017.

---



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA  
Facultad de Medicina Veterinaria



UNIDAD DE POSGRADO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAGÍSTER EN CIENCIAS VETERINARIAS CON MENCIÓN EN SALUD ANIMAL**

En el Auditorio de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, siendo las 10:00 horas del día jueves 13 de julio de 2017, el Jurado Examinador de Tesis de Grado de Magíster, presidido por la Mg. Olga Mirtha LÍ Elías y constituido por los siguientes miembros: MSc. Alberto Sato Sato (Asesor), Mg. Sandra Gracia Bezada Quintana, Mg. María Elith Vásquez Cachay, Mg. Nieves Nancy Sandoval Chaupe, se dio inicio a la sustentación oral y pública de la Tesis intitulada:

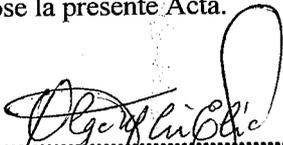
**“Caracterización morfológica y perfil de glicosilación de los conductos pancreático, hepático y hepatopancreático de la alpaca (*Vicugna pacos*)”**, presentado por el Bachiller en Medicina Veterinaria:

**MARCO ANTONIO GARCÍA SIABALA**

Quien sustentó la Tesis para obtener el Grado Académico de Magíster en Ciencias Veterinarias con mención en Salud Animal y absolvió satisfactoriamente las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado y practicada la votación obtuvo la calificación de: **BUENO (16) DIECISÉIS**

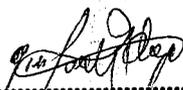
A continuación, la Presidenta del Jurado recomendó a la Unidad de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria, proponga el otorgamiento del **Grado Académico de Magister en Ciencias Veterinarias con mención en Salud Animal**, al Bachiller en Medicina Veterinaria: **Marco Antonio García Siabala**.

Siendo las 12:00 horas del día jueves 13 de julio de 2017, se dio por concluido el acto académico, suscribiéndose la presente Acta.

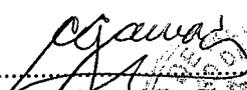
  
.....  
Mg. Olga Mirtha LÍ Elías (P.P.D.E.)  
**Presidenta**

  
.....  
Mg. María Elith Vásquez Cachay (P.A.D.E.)  
**Miembro**

  
.....  
Mg. Sandra G. Bezada Quintana (P.Auxi. D.E.)  
**Miembro**

  
.....  
Mg. Nieves Sandoval Chaupe (P.P.D.E.)  
**Miembro**

  
.....  
MSc. Alberto Sato Sato (P.P.D.E.)  
**Miembro (Asesor)**

  
.....  
Dr. César Miguel Gavidia Chucán (P.P.D.E.)  
**Director de la Unidad de Posgrado**  
**Facultad de Medicina Veterinaria**  
UNMSM - DIRECCION DE POSGRADO  
UNMSM - U.N.M.S.M.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

Unidad de Postgrado



**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PERFIL DE GLICOSILACIÓN DEL  
CONDUCTO PANCREÁTICO DE LA ALPACA (*Vicugna pacos*)”**

Tesis para optar el Grado Académico de  
**Magister en Ciencias Veterinarias con mención en Salud Animal**

MARCO ANTONIO GARCÍA SIABALA

Bachiller en Medicina Veterinaria

LIMA-PERÚ

2017

## **Dedicatorias**

A mis padres, Ruth Moraima y Javier Humberto, que siempre han sido y serán el ejemplo de mi vida.

A los Dres. Alberto Sato Marcelo Ghezzi y Miluska Navarrete, base fundamental en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mis amigos de toda mi vida universitaria y profesional que saben muy bien lo mucho que los quiero

A los hijos que la vida me ha dado y con los que me une una gran amistad, respeto, cariño y vivencias en la Universidad Nacional Agraria La Molina: Michelle, Carmen, Noelia, Klaudia, Dieguito, Luque, Boris y Valentino

## **Agradecimiento**

A mis colegas y compañeros del grupo de trabajo Yesenia, Sergio, Francisco, Alex y Luz, con los cuales desarrollamos en conjunto el proyecto global y fortalecimos nuestros lazos de amistad.

A todos los profesionales, técnicos y personal administrativo de la FMV de la UNMSM que de alguna manera u otra colaboraron en la realización de este trabajo.

A CONCYTEC FONDECYT con el Convenio 097-2014-FONDECYT-DE por el financiamiento de la tesis

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pag</b>
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1. Generalidades	3
2. Breve descripción del páncreas	4
2.1. Primeras descripciones del páncreas	4
2.2. Anatomía del Páncreas	5
2.2.1. Forma del páncreas	5
2.2.2. Irrigación del páncreas	5
2.2.3. Inervación del páncreas	6
2.3. Desarrollo embriológico	6
2.3.1. Embriología del sistema de conductos	7
2.4. Funciones del páncreas	7
2.4.1. Función endocrina	8
2.4.2. Función exocrina	9
2.4.3. Secreción pancreática exocrina	10
3. Morfología pancreática y del sistema de conductos pancreáticos	10
4. Conductos pancreáticos en camélidos y otros animales domésticos	11
4.1. Ampolla hepatopancreática	12
4.2. Descripción histológica del sistema de conductos	12
5. Glicobiología	13
5.1. Glicosilación	14
5.1.1. Membranas celulares y sus glicoconjugados	15
5.1.2. Glicoconjugados a nivel citoplasmático	16
5.2. Lectinas - definición	16
5.2.1. Historia de las lectinas	16
5.3. Usos de las lectinas en investigación	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
1. Material biológico	20
2. Lugar de ejecución	20
3. Términos de ética	20
4. Metodología	21

4.1.	Muestras	21
4.2.	Transporte	21
4.3.	Equipos e Instrumental para colecta y manejo inicial de las muestras	21
5.	Evaluación morfológica	21
5.1.	Evaluación macroscópica.	21
5.2.	Evaluación microscópica.	22
5.2.1.	Preparación de láminas histológicas	22
5.2.2.	Criterios para la evaluación histológica de los tejidos	23
5.3.	Estudio lectinhistoquímico	23
5.3.1.	Protocolo de lectinhistoquímica	23
5.3.2.	Lectura de láminas	27
5.4.	Evaluación histoquímica	27
5.4.1.	Protocolo histoquímico de la tinción PAS	28
5.5.	Análisis de imágenes	28
IV.	RESULTADOS	29
1.	Evaluación macroscópica	29
1.1.	Descripción macroscópica del sistema de conductos y la ampolla hepatopancreática	29
1.2.	Medición del conducto hepatopancreático (CHP) y ampolla hepatopancreática (AHP)	31
2.	Evaluación microscópica	32
2.1.	Descripción histológica general del conjunto de conductos y la ampolla hepatopancreática	32
2.1.1.	Mucosa ductal	32
2.1.1.1.	Epitelio ductal	32
2.1.1.2.	Lámina propia	32
2.1.2.	Sub mucosa	32
2.1.2.1.	Glándulas ductales	32
2.1.2.2.	Tejido conectivo	32
2.1.3.	Muscular	33
2.1.3.1.	Capas musculares	33
2.1.4.	Túnica adventicia serosa	33
2.2.	Descripción histológica por segmentos del sistema de conductos y la ampolla hepatopancreática	33
2.2.1.	Conducto Hepático (CH)	33
2.2.2.	Conducto pancreático (CP)	35

2.2.3. Conducto Hepatopancreático (CHP)	37
2.2.4. Ampolla hepatopancreática (AHP)	39
3. Evaluación lectinhistoquímica	43
3.1. Afinidad de los tejidos según la lectina.	43
3.1.1. PNA	43
3.1.1.1. Conducto hepático	43
3.1.1.2. Conducto pancreático	43
3.1.1.3. Conducto hepatopancreático	43
3.1.1.4. Ampolla hepatopancreática	43
3.1.2. GSL-I.	45
3.1.2.1. Conducto hepático	45
3.1.2.2. Conducto pancreático	45
3.1.2.3. Conducto hepatopancreático	45
3.1.2.4. Ampolla hepatopancreática	45
3.1.3. RCA-I	47
3.1.3.1. Conducto hepático	47
3.1.3.2. Conducto pancreático	47
3.1.3.3. Conducto hepatopancreático	47
3.1.3.4. Ampolla hepatopancreática	47
3.1.4. Con A	49
3.1.4.1. Conducto hepático	49
3.1.4.2. Conducto pancreático	49
3.1.4.3. Conducto hepatopancreático	49
3.1.4.4. Ampolla hepatopancreática	49
3.1.5. SBA	51
3.1.5.1. Conducto hepático.	51
3.1.5.2. Conducto pancreático	51
3.1.5.3. Conducto hepatopancreático	51
3.1.5.4. Ampolla hepatopancreática	51
3.1.6. DBA	54
3.1.6.1. Conducto hepático	54
3.1.6.2. Conducto pancreático	54
3.1.6.3. Conducto hepatopancreático	54
3.1.6.4. Ampolla hepatopancreática	54
3.1.7. LCA	56
3.1.7.1. Conducto hepático	56

3.1.7.2. Conducto pancreático	56
3.1.7.3. Conducto hepatopancreático	56
3.1.7.4. Ampolla hepatopancreática	56
3.1.8. PSA	57
3.1.8.1. Conducto hepático	57
3.1.8.2. Conducto pancreático	57
3.1.8.3. Conducto hepatopancreático	57
3.1.8.4. Ampolla hepatopancreática	57
3.1.9. WGA	59
3.1.9.1. Conducto hepático	59
3.1.9.2. Conducto pancreático	59
3.1.9.3. Conducto hepatopancreático	59
3.1.9.4. Ampolla hepatopancreática	59
3.1.10. sWGA	62
3.1.10.1. Conducto hepático	62
3.1.10.2. Conducto pancreático	62
3.1.10.3. Conducto hepatopancreático	62
3.1.10.4. Ampolla hepatopancreática	62
3.1.11. UEA-I	64
3.1.11.1. Conducto hepático	64
3.1.11.2. Conducto pancreático	64
3.1.11.3. Conducto hepatopancreático	64
3.1.11.4. Ampolla hepatopancreática	64
3.1.12. PHA-E	66
3.1.12.1. Conducto hepático	66
3.1.12.2. Conducto pancreático	66
3.1.12.3. Conducto hepatopancreático	66
3.1.12.4. Ampolla hepatopancreática	66
3.1.13. PHA-L	67
3.1.13.1. Conducto hepático	67
3.1.13.2. Conducto pancreático	67
3.1.13.3. Conducto hepatopancreático	67
3.1.13.4. Ampolla hepatopancreática	68
4. Evaluación histoquímica	69
4.1. Evaluación histoquímica del Conducto hepático	69
4.1.1. Epitelio ductal	69

4.1.2. Glándulas ductales	69
4.1.3. Lámina propia y submucosa	69
4.2. Evaluación histoquímica del Conducto pancreático	70
4.2.1. Epitelio ductal	70
4.2.2. Glándulas ductales	70
4.2.3. Lámina propia y submucosa	70
4.3. Evaluación histoquímica del Conducto hepatopancreático	71
4.3.1. Epitelio ductal	71
4.3.2. Glándulas ductales	71
4.3.3. Lámina propia y submucosa	71
4.4. Evaluación histoquímica de la ampolla hepatopancreática – porción intramural 1	72
4.4.1. Epitelio ductal	72
4.4.2. Glándulas ductales	72
4.4.3. Lámina propia y submucosa	73
4.5. Evaluación histoquímica de la ampolla hepatopancreática – porción intramural 2	74
4.5.1. Epitelio ductal	74
4.5.2. Glándulas ductales	74
4.5.3. Lámina propia y submucosa	74
4.6. Evaluación histoquímica de la ampolla hepatopancreática – porción intramural 3	75
4.6.1. Epitelio ductal	75
4.6.2. Glándulas ductales	75
4.6.3. Lámina propia y submucosa	75
V. DISCUSIÓN	77
VI. CONCLUSIONES	82
VII. LITERATURA CITADA	83
ANEXOS	92

## RESUMEN

El presente estudio tuvo por objetivo realizar la descripción morfológica y el patrón de glicosilación de los conductos hepático (CH), pancreático (CP) y hepatopancreático (CHP) y de la ampolla hepatopancreática (AHP) de la alpaca (*Vicuña pacos*), se utilizaron 20 muestras del sistema de conductos de alpacas clínicamente sanas, de 2 a 3 años de edad, sin distinción del sexo procedentes del Departamento de Cusco, Provincia de Canchis, procesadas en la estación experimental IVITA Maranganí y en el Área de Investigación Morfológica del Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre de la FMV-UNMSM. Para el estudio macroscópico se evaluaron principalmente las características morfológicas del CHP encontrándose que mide en promedio 2.88 cm de largo y 0.33 cm de ancho, y es producto de la unión del CH y el CP dentro del lóbulo derecho del páncreas y que desemboca en la AHP en el duodeno proximal. Para la evaluación histológica se realizaron seis cortes de 5  $\mu$ m de grosor y teñidos con hematoxilina eosina. A todo nivel se apreció una mucosa con epitelio ductal cilíndrico, que a nivel del CHP y la AHP mostraba presencia de pliegues. Además de glándulas túbuloacinares en la submucosa. A nivel de la AHP se encontraron paquetes de fibras musculares concéntricas y longitudinales sugiriendo la presencia de un esfínter. El patrón de glicosilación se realizó mediante lectinohistoquímica con 14 lectinas biotiniladas (Kits I y II de VECTOR LABS ®); se utilizaron como control positivo láminas teñidas con PAS. En los conductos y ampolla hepatopancreática se aprecia una gran actividad secretora por la predominancia de la N-Acetilgalactosamina y la N-Acetilglucosamina a nivel del epitelio ductal y las glándulas evidenciado por su afinidad a las lectinas SBA, DBA y WGA en el epitelio ductal y PNA, GSL-I, SBA, DBA, WGA y sWGA en la de glándulas ductales.

**Palabras claves:** Alpaca, páncreas, conducto hepatopancreático, lectinas, N-acetilgalactosamina, N-acetilglucosamina.

## ABSTRACT

The present study aimed to perform the morphological description and glycosylation pattern of the hepatic (HD), pancreatic (PD) and hepatopancreatic ducts (HPD) and Hepatopancreatic ampulla (HPA) of the alpaca (*Vicuña pacos*), 20 samples of the clinically healthy alpaca duct system were taken from 2 to 3 years old, without distinction of the sex, from the Department of Cusco, Province of Canchis, processed in the experimental station IVITA Maranganí and in the Morphological Investigation Area of the Laboratory of Animal Anatomy and Wildlife of the FMV-UNMSM. For the macroscopic study, fresh samples were mainly evaluated the morphological characteristics of the Hepatopancreatic duct (HPD) it has 2.88 cm length and 0.33 cm width and is the product of the union of the HD and the PD within into the right lobe of the pancreas leading to the AHP in the proximal duodenum. For the histological evaluation, six sections of 5 µm thickness were stained with hematoxylin eosin technique. At all levels, was observe a mucosa with a ductal cylindrical epithelium, that at the level of the CHP and the AHP showed the presence of folds. In addition, a submucosa with tubuloacinar glands. At the level of the AHP were found concentric and longitudinal muscle fiber packages suggesting the presence of a sphincter. The glycosylation pattern was performed using the lectinhistochemistry technique, with 14 biotinylated lectins (VECTOR LABS ® Kits I and II); Stained plates were used as a positive control by the PAS technique. In the ducts and the AHP is observe a great secretory activity according to the predominance of N-acetylgalactosamine and N-acetylglucosamine at the level of ductal epithelium and glands showed by the affinity to the SBA, DBA and WGA lectins at the ductal epithelium and PNA, GSL-I, SBA, WGA and sWGA in the ductal glands.

**Keywords:** Alpaca, pancreas, hepatopancreatic conduit, lectins, N-acetylgalactosamine, N-acetylglucosamine.

<b>LISTA DE CUADROS</b>		<b>Pag</b>
<b>Cuadro 1</b>	Kits de lectinas I y II de VECTOR LABS®. Indicaciones sobre el origen y concentración de las mismas.	24
<b>Cuadro 2</b>	Afinidad de las lectinas según el carbohidrato según el grupo y configuración anomérica ( $\alpha$ y $\beta$ ).	24
<b>Cuadro 3</b>	Protocolo de lectinohistoquímica	25
<b>Cuadro 4</b>	Score de evaluación de las lectinas	27
<b>Cuadro 5</b>	Medidas del conducto hepatopancreático (CHP) y ampolla hepatopancreática (AHP) (en centímetros)	31
<b>Cuadro 6</b>	Afinidad según tejidos de la lectina PNA	45
<b>Cuadro 7</b>	Afinidad según tejidos de la lectina GSL-I	47
<b>Cuadro 8</b>	Afinidad según tejidos de la lectina RCA-I	49
<b>Cuadro 9</b>	Afinidad según tejidos de la lectina Con A	50
<b>Cuadro 10</b>	Afinidad según tejidos de la lectina SBA	52
<b>Cuadro 11</b>	Afinidad según tejidos de la lectina DBA	55
<b>Cuadro 12</b>	Afinidad según tejidos de la lectina LCA	57
<b>Cuadro 13</b>	Afinidad según tejidos de la lectina PSA	59
<b>Cuadro 14</b>	Afinidad según tejidos de la lectina WGA	62
<b>Cuadro 15</b>	Afinidad según tejidos de la lectina sWGA	64
<b>Cuadro 16</b>	Afinidad según tejidos de la lectina UEA-I	66
<b>Cuadro 17</b>	Afinidad según tejidos de la lectina PHA-E	67
<b>Cuadro 18</b>	Afinidad según tejidos de la lectina PHA-L	68
<b>Cuadro 19</b>	Resumen del resultado de la Reacción PAS por segmento en el sistema de conductos hepatopancreáticos	76

<b>LISTA DE FIGURAS</b>		<b>Pag</b>
<b>Figura 1</b>	Segmentos de cortes histológicos del conducto pancreático (CP), conducto hepático (CH), conducto hepatopancreático (CHP) y las porciones intestinales de la ampolla hepatopancreática (AHP) a nivel del duodeno (PI1. PI2 y PI3)	22
<b>Figura 2</b>	Exposición del conducto hepatopancreático in situ.	29
<b>Figura 3</b>	Conducto hepático ingresando al lóbulo derecho del páncreas	30
<b>Figura 4</b>	Apertura del duodeno y exposición de la ampolla hepatopancreática	30
<b>Figura 5</b>	Medición del ancho del conducto hepatopancreático	31
<b>Figura 6</b>	Conducto Hepático (CH). H-E, objetivo 10X	33
<b>Figura 7</b>	Conducto Hepático (CH) H-E, objetivo 40X	34
<b>Figura 8</b>	Conducto Hepático (CH) H-E, objetivo 100X	34
<b>Figura 9</b>	Conducto Hepático (CH). H-E, objetivo 100X.	35
<b>Figura 10</b>	Conducto Hepático (CH). H-E, objetivo 40X	35
<b>Figura 11</b>	Conducto Pancreático (CP). H-E, objetivo 40X.	36
<b>Figura 12</b>	Conducto Pancreático (CP). H-E, objetivo 40X.	36
<b>Figura 13</b>	Conducto Hepatopancreático (CHP) H-E, objetivo 10X	37
<b>Figura 14</b>	Conducto Hepatopancreático (CHP) H-E, objetivo 100X. Epitelio ductal	38
<b>Figura 15</b>	Conducto Hepatopancreático (CHP). H-E, objetivo 100X. Glándula ductal porciones serosa (GS) y mucosa (GM).	38
<b>Figura 16</b>	Conducto Hepatopancreático (CHP) H-E, objetivo 100X.	39
<b>Figura 17</b>	Ampolla Hepatopancreática – porción intramural 1 (AHP-PI1)	39
<b>Figura 18</b>	Ampolla Hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2)	41
<b>Figura 19</b>	Ampolla Hepatopancreática – porción intramural 3 (AHP-PI3)	42
<b>Figura 20</b>	Afinidad por la lectina PNA	44
<b>Figura 21</b>	Afinidad por la lectina GSL-I.	46
<b>Figura 22</b>	Afinidad por la lectina RCA-I.	48
<b>Figura 23</b>	Afinidad por la lectina Con A	50
<b>Figura 24</b>	Afinidad por la lectina SBA.	52
<b>Figura 25</b>	Afinidad por la lectina DBA - conducto hepático (CH).	54
<b>Figura 26</b>	Afinidad por la lectina DBA Conducto hepatopancreático (CHP)	54
<b>Figura 27</b>	Afinidad por la lectina DBA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2)	54
<b>Figura 28</b>	Afinidad por la lectina DBA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 (AHP-PI1)	55
<b>Figura 29</b>	Afinidad por la lectina LCA - conducto hepático (CH)	56
<b>Figura 30</b>	Afinidad por la lectina LCA - conducto hepatopancreático (CHP)	56

<b>Figura 31</b>	Afinidad por la lectina PSA - conducto hepático (CH)	58
<b>Figura 32</b>	Afinidad por lectina PSA - conducto hepatopancreático (CHP)	58
<b>Figura 33</b>	Afinidad por la lectina PSA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2)	58
<b>Figura 34</b>	Afinidad por la lectina WGA - conducto hepático (CH)	60
<b>Figura 35</b>	Afinidad por WGA - conducto pancreático (CP)	60
<b>Figura 36</b>	Afinidad por la lectina WGA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 (AHP-PI1)	61
<b>Figura 37</b>	Afinidad por la lectina WGA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 (AHP-PI1)	61
<b>Figura 38</b>	Afinidad por la lectina sWGA - conducto hepático (CH)	63
<b>Figura 39</b>	Afinidad por la lectina sWGA. A – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2)	63
<b>Figura 40</b>	Afinidad por la lectina UEA I – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2)	65
<b>Figura 41</b>	Afinidad por la lectina UEA I – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 3 (AHP-PI3)	65
<b>Figura 42</b>	Afinidad por la lectina PHA E – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2)	67
<b>Figura 43</b>	Afinidad por la lectina PHA L – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2)	68
<b>Figura 44</b>	Conducto hepático – Coloración PAS.	69
<b>Figura 45</b>	Conducto hepático – Coloración PAS. Epitelio ductal.	70
<b>Figura 46</b>	Conducto hepático – Coloración PAS. Glándulas ductales.	70
<b>Figura 47</b>	Conducto pancreático – Coloración PAS. Epitelio ductal.	71
<b>Figura 48</b>	Conducto pancreático – Coloración PAS. Glándulas ductales	71
<b>Figura 49</b>	Conducto hepatopancreático – Coloración PAS. Epitelio ductal	72
<b>Figura 50</b>	Conducto hepatopancreático – Coloración PAS. Glándulas ductales.	72
<b>Figura 51</b>	Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 – Coloración PAS	73
<b>Figura 52</b>	Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 – Coloración PAS	74
<b>Figura 53</b>	Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 – Coloración PAS	74
<b>Figura 54</b>	Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 – Coloración PAS	75
<b>Figura 55</b>	Ampolla hepatopancreática – porción intramural 3– Coloración PAS	76

<b>LISTA DE ANEXOS</b>		<b>Pag</b>
<b>Anexo 1</b>	Protocolo lectinohistoquímico	92
<b>Anexo 2</b>	Distribución de los conductos pancreáticos, biliares y hepatopancreáticos en los mamíferos domésticos	94

## I. INTRODUCCIÓN

Es conocido que en los últimos años se ha venido trabajando en la conservación, alimentación y manejo sanitario de los camélidos sudamericanos, inquietud que se ha dado tanto en nuestro país como en países vecinos que los poseen, ya sea como animales autóctonos o aquellos países que los tienen como animales exóticos de compañía. La mayor parte de los trabajos de investigación en nuestro país, han estado orientados en su genética como los trabajos sobre variaciones fenotípicas en alpacas de Paredes (2012), reproducción (Ruiz *et al.*, 2015), además de los problemas infecciosos, como los producidos por rotavirus (Garmendia *et al.*, 2015), colibacilosis (Luna *et al.*, 2012), Betacoronavirus 1 (Luna *et al.*, 2015) y *Leptospira sp.* (Rosadio *et al.*, 2015).

Estudios básicos de la anatomía y fisiología de los camélidos se vienen realizando desde hace décadas, pero, con el inconveniente de no haber sido publicados muchos de ellos. Actualmente hay una mayor difusión de los trabajos de investigación, como por ejemplo el trabajo realizado en el año 2013 por Angulo *et al.* en el laboratorio de Anatomía de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos sobre la “Irrigación arterial del miembro pélvico de la Alpaca”, o el trabajo de Vásquez *et al.*, 2012. sobre “pH de la superficie luminal de la mucosa gastrointestinal de crías de alpacas durante las primeras semanas de edad”, realizado en la misma facultad; o el de Vilela *et al.* (2017) sobre la caracterización de la glándula metatarsiana en un grupo de alpacas en Lima, Perú, durante el X Congreso de la Asociación latinoamericana de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos, realizado en Chile.

Existen diferencias y similitudes anatómicas y fisiológicas que son parte de las discusiones sobre la verdadera naturaleza de los camélidos, más aun, considerando que ellos pueden provenir de situaciones geográficas tan extremas como las regiones alto andinas de Sudamérica, como de los desiertos africanos; donde su gran adaptabilidad a las condiciones climáticas adversas y de disponibilidad de alimento son de gran trascendencia para su supervivencia (Assad y El-Sherif, 2002; Kaufmann, 2005).

La fisiología digestiva del camélido ha sido controversial y punto de comparación con la de los rumiantes típicos, pero es obvio que ellos difieren en muchos aspectos morfológico-funcionales entre sí, por ello, es necesario profundizar el estudio del páncreas como glándula endocrina y exocrina, imprescindible tanto en los animales como en el hombre para una correcta asimilación y utilización de carbohidratos así como la producción del jugo pancreático con su contenido de enzimas, electrolitos y bicarbonato (Hornbuckle *et al.*, 2008).

El presente estudio está dirigido en describir macroscópica y microscópicamente la morfología y el patrón de glicosilación de los conductos pancreático, hepático y hepatopancreático de la alpaca adulta (*Vicugna pacos*), cuyos resultados permitirán profundizar conocimientos para futuros trabajos sobre la morfología y fisiología digestiva.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1. Generalidades

La alpaca es una especie que habita las regiones andinas de los países de Perú, Ecuador, Bolivia, Chile y Argentina. La población de alpacas en el Perú está centrada en la sierra sur, y corresponde según el censo agropecuario del año 2012 a 3'685,500 alpacas, lo cual se constituye en un 87% de la población mundial de alpacas (INEI, 2012).

La crianza alpaquera y de camélidos de nuestro país es llevada a cabo principalmente en comunidades altoandinas a más de 3800 m.s.n.m., las cuales, según datos estadísticos del Censo agrario del año 2012, están en extrema pobreza, esto debido a muchos aspectos socioeconómicos y culturales, e incluso ambientales, como es el caso del cambio climático mundial, que conlleva a épocas de fuertes heladas con la consecuente escasez de pastos y muerte de muchos animales (Torres, 2014).

A pesar de todo esto, debido a que es una especie con alto grado de adaptabilidad a las condiciones tan adversas de la puna, y a la gran población que tenemos, el Perú se constituye como el primer productor de fibra de alpaca, la cual actualmente, se constituye como una de las fibras de mayor tendencia a nivel mundial (Frank, 2017).

También es de considerar, que la carne de alpaca es considerada actualmente un recurso nacional importante de exportación, debido a sus características fisicoquímicas y nutricionales. En nuestro país es comercializada bajo las dos Normas técnicas peruanas (NTP): La NTP 201.043-2005: CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. Definiciones, requisitos y clasificación de las carcasas y carnes de alpacas y llamas; y la NTP 201.059-2006: CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. Charqui Definiciones, requisitos y Requisitos microbiológicos, Flujo del proceso de Elaboración (Salvá *et al.*, 2006).

Existe evidencias en pinturas rupestres y restos óseos sobre la antigüedad de los camélidos sudamericanos en el Perú que van hasta unos 10000 años en zonas localizadas a 4000 m.s.n.m. (Sepúlveda, 2011). Se cree que migraron desde Norteamérica a Sudamérica y Asia hace unos tres millones de años según cita Zeder *et al.* (2006) a Webb (1974). Se asume que la

domesticación de las llamas y alpacas ocurrió a partir de la de los guanacos y vicuñas, aproximadamente hace unos seis mil a siete mil años (Zeder *et al.*, 2006).

Sobre la taxonomía de los camélidos sudamericanos, la determinación de su filogenética ha tenido muchos factores que han llevado a ser difícil dicho trabajo, como por ejemplo que tanto llamas como alpacas han sido cruzadas sin llevar registro y de forma indiscriminada, no pudiendo determinar la filiación entre ellas, para establecer la nomenclatura científica más adecuada en estas dos especies domésticas, la llama y la alpaca en base a las dos especies silvestres que vendrían a ser sus ancestros, el guanaco y la vicuña respectivamente, originando cambios a la antigua nomenclatura de la alpaca de *Lama pacos* a *Vicugna pacos* por ser descendiente de las Vicuñas (*Vicugna vicugna*) (Kadwell *et al.*, 2001; Wheeler, 2010).

Existen dos razas de alpacas, Huacaya y Suri. En nuestro país, según el último censo agrario, la raza Huacaya se constituye como la de mayor población, siendo un 78.94% del total de la población en comparación con las de raza Suri (11.99%) y los animales cruzados (9.07%) (INEI, 2012)

Es muy importante recalcar que una gran parte de los estudios sobre morfología y fisiología digestiva, en particular, los que sirven de base para este trabajo, han sido realizados por muchos autores foráneos como Fowler (2011) y Ghezzi *et al.* (2000), pero hay que resaltar que investigadores peruanos de muchas instituciones han venido trabajando desde hace décadas en dichos temas.

## **2. Páncreas**

### **2.1 Primeras descripciones históricas del páncreas**

Las primeras descripciones conocidas de la glándula fueron realizadas por Herophilus, Erasistratos y Eudemus aproximadamente en el año 310 A.C. (Berger *et al.*, 2008). Hipócrates, el padre de la medicina, en uno de sus tratados, indicó que había dos tipos de glándulas, el primer tipo “con pelos” y el segundo, al cual pertenece el páncreas, “sin pelo”, aunque no lo menciona con el nombre de páncreas, solo indicaba que era una glándula situada en el omento y mesenterio (Howard y Hess, 2002).

El nombre “páncreas” fue propuesto por Ruphos de Efeso, un anatomista griego, cerca al año 100 D. C, y el término proviene de los vocablos “Pan”, que significa “Todo” y “Kreas” que significa “Carne”, asumiendo que le pusieron ese nombre debido a carecer de cartílago o hueso y ser “Toda carne” (Casillas *et al.*, 2016; Howard y Hess, 2002). Hipócrates toma este nombre en su libro “*Peri adenon*”, pero en ese tiempo se utilizaba ese término para nombrar a todas las glándulas que estaban en el interior del cuerpo (Howard y Hess, 2002).

Siendo su apariencia bastante similar a la de las glándulas salivares, en el año 300 A.C. Eudemos, discípulo de Herófilus de Chalcedón, ya tenía una idea de la función de la glándula, indicando además, que producía una sustancia similar a la saliva, la cual era vertida en el intestino para mejorar la digestión (Howard y Hess, 2002), al punto que algunos investigadores como el anatomista alemán G. Sommering, la llamaban “*Bauchspeicheldrüse*” que significa “*Glándula salival abdominal*” (Flati y André-Sandberg, 2002). Pero el páncreas difiere de ellas en que presenta unos acúmulos celulares que conforman su porción endocrina, que son, los antiguamente llamados “Islotes de Langerhans” y que en la actualidad se prefiere el uso del nombre “Islotes pancreáticos”, y que son los encargados de la homeostasis de la glucosa en todo el organismo mediante la secreción de la insulina, glucagón, somatostatina, polipéptido pancreático (Navarro, 2014).

## **2.2 Anatomía del páncreas**

Anatómicamente en todas las especies es una glándula de forma irregular que se localiza muy relacionada al estómago y duodeno, es decir, su lóbulo izquierdo frecuentemente yace paralelo o por debajo del estómago suspendido en el omento mayor, su lóbulo derecho muy relacionado al duodeno proximal tan igual como el cuerpo, que está suspendido por el mesoduodeno (König y Liebich, 2004; Kamisawa, *et al.*, 2010; Frandson *et al.*, 2009).

En el caso de vacunos y rumiantes menores, el lóbulo izquierdo se encuentra relacionado al saco dorsal del rumen y al pilar diafragmático izquierdo, en dorsal se relaciona al bazo, el cuerpo y el lóbulo derecho se relaciona a la cara visceral del hígado, al omaso y riñón derecho, se extiende por el mesoduodeno junto al duodeno descendente (Gloobe, 1989). Los equinos se caracterizan porque su páncreas está atravesado por la vena porta, lo que se conoce como “Anillo de la vena portal” (Schwarze y Schröder, 1970).

### **2.2.1 Forma del páncreas**

Macroscópicamente asemeja a las glándulas salivares, y presenta una coloración rojiza, no posee una cápsula propiamente dicha, su forma varía dependiendo la especie (Getty y Sisson, 2002), dicha forma puede semejar una letra “U” o “Y” la cual variará de acuerdo al desarrollo embrionario del aparato digestivo abrazando sus lóbulos a la vena cava caudal (König y Liebich, 2004; Pasquini *et al.*, 1989). Tan igual como ocurre con los conductos pancreáticos principal y accesorio (Hall y Guyton, 2016).

### **2.2.2 Irrigación del páncreas**

El páncreas tiene una irrigación que va a variar dependiendo la especie, pero en general se puede hacer mención que tiene dos arterias mediante las que se irriga, la primera es la arteria celiaca y la otra es la arteria mesentérica craneal o anterior. La arteria celiaca, es la primera rama de la arteria aorta abdominal, que en el caso de monogástricos y el hombre emite tres ramas, la

arteria hepática, la arteria esplénica y la arteria gástrica. La arteria hepática se dirige hacia el lado derecho y emite una rama, la arteria pancreatoduodenal craneal, que va a irrigar el lóbulo derecho del páncreas. La arteria esplénica por su parte, con una rama de la arteria mesentérica craneal, la llamada arteria pancreático duodenal caudal terminarán la irrigación del lado izquierdo y cuerpo del páncreas (König y Liebich, 2004). En el caso de rumiantes la situación es similar, irrigando las arterias pancreatoduodenal craneal y caudal al páncreas, solo que estas corresponden a ramas de las arterias gástrica derecha y de la mesentérica craneal. Respecto al recorrido venoso del páncreas se realiza en ambos casos por venas satélites (Gloobe, 1989).

### **2.2.3 Inervación del páncreas**

Así como su inervación postganglionar mediante el plexo celiaco (Hall y Guyton, 2016) y mesentérico craneal (König y Liebich, 2004). En los animales domésticos, las fibras postganglionares que emergen del ganglio celiaco siguen el mismo recorrido de la arteria celiaca, inervando los mismos vasos. Aunque no ha sido esclarecido del todo como es que la acción del parasimpático se realiza a este nivel, se asume que el páncreas recibe también inervación del nervio vago (Reece *et al*, 2015).

### **2.3 Desarrollo embriológico del páncreas**

Después del hígado, el páncreas es la segunda glándula anexa en tamaño del aparato digestivo, ambos comparten un origen embriológico similar a partir del intestino anterior (Motta *et al.*, 1997). Cabe resaltar que el tubo digestivo en la etapa embrionaria está dividido en tres partes, la primera que es el llamado “intestino anterior” comprende desde la orofaringe hasta lo que será la parte proximal del duodeno, el “intestino medio” que comprende desde la parte media del duodeno hasta dos terceras partes del colon transversal y el “intestino posterior” que comprende el resto del colon y el recto (Schoenwolf *et al.*, 2015).

Embriológicamente, el páncreas de los mamíferos proviene de dos primordios del intestino anterior, uno en posición dorsal y el otro en ventral (Cano *et al.*, 2007), los cuales van a fusionarse posteriormente para formar el órgano que conocemos en el animal adulto. Anatómicamente está compuesto por dos lóbulos (derecho e izquierdo) y un cuerpo cuyas posiciones anatómicas y formas van a variar dependiendo de la especie. Se conoce dos tipos de páncreas en relación a la disposición de sus tejidos como “Compacto” y “Mesentérico”, el tipo compacto es el presente en el humano y la mayoría de mamíferos, por otro lado, el mesentérico está presente en el conejo y ratón (Dintzis y Liggitt, 2012).

Ha sido estudiado esto en muchas especies, encontrando por ejemplo que la embriogénesis pancreática es mediada por una serie de genes y factores de transcripción, desde

el desarrollo de los dos primordios pancreáticos, el desarrollo del sistema ductal y la diferenciación de las líneas celulares endocrinas y exocrinas desde el endodermo (Melmed *et al.*, 2016). En el caso de la formación y diferenciación de las poblaciones de células pancreáticas están dirigidas por un grupo de genes que se conoce como *Parahox*, este comprende tres genes relacionados a las poblaciones celulares pancreáticas, Pdx1, Gsh1, y Cdx2/3; de los cuales se le brinda mucha importancia al gen Pdx1 por su importante rol en la génesis de la diabetes. Pdx1 es un gen de factores de transcripción de suma importancia para el desarrollo de las células beta, productoras de insulina, así como para el desarrollo del páncreas como órgano (Fujimoto y Polonski, 2009). Respecto al gen Pdx1, que significa Pancreato-duodenal homeobox 1, ha sido determinado en animales y humanos actúa frente al estímulo de la activina y la FGF2 (*Factor de crecimiento de los fibroblastos 2*) que reprimen la acción del gen Shh (*Segmento Sonic Hedgehog*) (Climent *et al.*, 2005).

### **2.3.1 Embriología del sistema de conductos**

La formación de los conductos hepatopancreáticos está relacionada a la movilización de los primitivos lóbulos pancreáticos y la anastomosis de sus conductos (Schoenwolf *et al.*, 2015). En humanos se describe dicha anastomosis partiendo de la parte distal de los ambos lóbulos para formar el conducto pancreático principal y de la parte proximal de los mismos para formar el conducto accesorio (Kamisawa *et al.*, 2010; Slack, 1995).

Según Norris y Carr (2013), el desarrollo inicial de los conductos se cree podría dar origen a los islotes pancreáticos, es decir, a partir de los sistemas de ductos pancreáticos se empiezan a desarrollar pequeños brotes de los cuales derivan los islotes. También mencionan la presencia de células endocrinas solitarias. Aunque también mencionan que el verdadero origen no está claro, ya que no se ha determinado del todo si son de origen mesodermal, neuroectodermal o incluso del endodermo proveniente del tracto digestivo. Mencionan además un trabajo realizado en fetos de cuy, en el que se pudo apreciar inmunorreacción a la insulina, glucagón, polipéptido pancreático y somatostatina a nivel de los ductos, de 10 a 15 días previos a la formación de los islotes, lo cual sugiere un origen exocrino inicial de estas células.

### **2.4 Funciones del páncreas**

El páncreas es una glándula mixta, cuyas funciones exocrinas y endocrinas tienen una gran relevancia en la fisiología digestiva de los animales y el hombre, en particular respecto al metabolismo de la glucosa y digestión de los nutrientes (Cano *et al.*, 2007; Shih *et al.*, 2013).

Aunque muchos autores actualmente han resaltado la gran relación fisiológica que hay entre los islotes pancreáticos “endocrinos” y el sistema ductal “exocrino” (Bertelli y Bendayan, 2005).

La fisiología y morfología del páncreas siempre ha sido motivo de estudio por su gran relevancia respecto a las alteraciones patológicas relacionadas a este órgano como los desórdenes de la homeostasis de la glucosa (Kim y Lee, 2016; Shih *et al.*, 2013), la pancreatitis aguda (Hegyí y Rakonczay, 2015) y las neoplasias pancreáticas (Basturk *et al.*, 2014).

#### **2.4.1 Función endocrina**

La función endocrina está ligada a los islotes pancreáticos. Estos islotes pancreáticos están compuestos por acúmulos de células productoras de glucagón (células  $\alpha$ ), insulina (células  $\beta$ ), somatostatina (células  $\delta$ ) y Polipéptido pancreático (PPP), cada uno de ellos con funciones muy especializadas y en algunos casos antagónicas (Dintzis y Liggitt, 2012).

Glucagón, producido por las células  $\alpha$ , es una hormona que tienen efectos antagónicos a la insulina, corresponde a un péptido monomérico que incrementa los niveles de glucosa en sangre, fue descrita por primera vez el año 1923 por Murlin, se asume que el glucagón tiene acciones endocrinas y paracrinas. En el caso de gatos, ratas y perros se ha encontrado un efecto inhibitorio de la insulina en la secreción de  $\text{HCO}_3^-$ , y se indica que la somatostatina y otras sustancias como el tramadol, la colecistocinina, el polipéptido YY y péptido relacionado al gen de la calcitonina son agentes bioactivos inhibidores del esfínter hepatopancreático, antes llamado “Esfínter de Oddi” (Berger *et al.*, 2009).

Insulina, que es producida por las llamadas “Células  $\beta$ ”, es quizás la principal hormona peptídica reguladora de la homeostasis de los azúcares en el organismo, aunque también participa del metabolismo proteico, e inhibición de la hidrólisis de los lípidos (Hall y Guyton, 2016; Norris y Carr, 2013). Junto con el Glucagón, se encarga de la homeostasis de la glucosa, teniendo efectos opuestos, la insulina es hipoglucemiante y el glucagón hiperglucemiante (Norris y Carr, 2013).

En gatos y ratas se ha demostrado que la insulina posee una acción paracrina aumentando la producción de fluido pancreático inducido por el aumento de colecistocinina (CCK) (Lee y Muallem, 2008).

Somatostatina, es una hormona producida por las llamadas “Células Delta” o “células  $\delta$ ” o “Células  $\alpha 1$ ” del páncreas. Es químicamente idéntica a la producida por el hipotálamo (Norris y Carr, 2013). Es un polipéptido de 14 aminoácidos que se caracteriza por su vida corta, aproximadamente unos 3 minutos, y por su acción inhibitoria de la producción de Insulina y Glucagón, también tiene funciones inhibitorias de la motilidad del estómago, duodeno y vesícula

biliar, además de disminuir las secreciones y la absorción a nivel del tracto gastrointestinal (Hall y Guyton, 2016).

Polipéptido pancreático (PPP), producido por las células PP, células cuya función no está del todo esclarecida, y que en el caso de la de origen bovino tiene un potente efecto inhibitor de la secreción exocrina pancreática, y no parece tener influencia en el metabolismo de la glucosa (Norris y Carr, 2013).

#### **2.4.2 Función exocrina**

El páncreas exocrino corresponde al mayor porcentaje de la glándula, aunque varía de especie a especie a nivel estructural, así como en su distribución celular (Argent *et al.*, 2012).

Su principal función exocrina es la producción del llamado “Jugo pancreático”, el cual está conformado en parte por las enzimas digestivas que se producen a nivel de los acinos pancreáticos, y por el bicarbonato y agua secretados a nivel de las células del propio conducto, que son vertidos al intestino delgado (Wilson, 2005). El efecto que provoca es el de neutralizar el pH ácido en el duodeno, ocasionado por el jugo gástrico (Argent *et al.*, 2012).

El jugo pancreático contiene 12 enzimas diferentes que van a ayudar a los procesos digestivos, las cuales están almacenadas en los gránulos de zimógeno presentes en las células de los acinos, siendo posteriormente liberadas por su ápice mediante exocitosis hacia el sistema de conductos del páncreas (Shi y Liu, 2014).

Estas enzimas tienen la particularidad que en una primera instancia son secretadas en su forma inactiva, ejemplos de estas son el tripsinógeno, quimotripsinógeno y procarboxipeptidasa, que posteriormente serán activadas cuando sean liberadas en el intestino (Hall y Guyton, 2016).

La actividad secretora del páncreas exocrino está regulada por el Sistema nervioso parasimpático por estimulación vagal y por la secreción de secretina, la cual es producida por las células “S” del duodeno proximal y que además ha sido demostrado que varía de especie a especie (Berger *et al.*, 2009; Hall y Guyton, 2016).

La fisiología del páncreas y del hígado, así como la del sistema de conductos hepatopancréaticos es poco conocida en los camélidos, por lo que ha motivado el interés a realizar estudios para la comprensión de la fisiología digestiva de estas especies; un ejemplo, es el estudio sobre las enzimas disacaridasas, glucoamilasas, y  $\alpha$ -amilasas en camellos y otros rumiantes realizado por Mohamed *et al.* (2005) que demostró que el páncreas del camello producía similares valores de glucoamilasas y  $\alpha$ -amilasas que los rumiantes mayores, como los vacunos y búfalos, pero 35 veces mayor respectivamente, que la producida por las ovejas, y que los valores de las disacaridasas variaron grandemente entre las especies rumiantes y los camellos.

### 2.4.2.1 Secreción pancreática exocrina

La unidad secretora funcional del páncreas exocrino viene a ser el acino pancreático, el cual en conjuntos de 20 a más de 200 van a secretar la mayor parte del llamado jugo pancreático. Los acinos están conectados a una amplia red de conductos que son los que colectan las enzimas, proenzimas, agua y electrolitos. Dicha actividad secretora está dada por el estímulo que dan hormonas como la Colecistocinina (CKK) y la secretina, y neurotransmisores como la Acetilcolina (ACh), el Polipéptido vasoactivo intestinal (VIP) y el Péptido liberador de gastrina (GRP). Lo cual no implica que no existan otros inhibidores o estimuladores, como lo hacen la insulina y la somatostatina (Barrett y Keely., 2006).

La secretina es la que estimula la mayor cantidad de secreción de solución acuosa de bicarbonato de Sodio (Hall y Guyton, 2016). Y eso ha sido observado en muchas especies animales, como perros, gatos, cuyes, hámsteres, ratas conejos y humanos (Argent *et al.*, 2012).

La morfología de la porción exocrina del páncreas es muy similar a la que se puede encontrar en las glándulas salivales (Hall y Guyton, 2016).

Cabe señalar que, los mecanismos celulares de la mayor producción de la solución acuosa de electrolitos como bicarbonato se realizan a nivel del sistema de ductos pancreáticos. Y se logran por el transporte de determinados iones a través del epitelio de los ductos (Argent *et al.*, 2012).

### 3. Morfología pancreática y del sistema de conductos pancreáticos

El páncreas exocrino es una glándula lobulada con ramificaciones tubulares formada por acinos (Slack, 1995).

El sistema de conductos pancreáticos comprende una vasta red de ramificaciones que se extienden dentro de todo el parénquima pancreático. En la parte más interna de dichas ramificaciones tenemos al llamado “Acino pancreático” que en su parte central posee un grupo de células ductales llamadas “Células centroacinares”, las cuales van a conectar los acinos entre sí para formar los llamados “Conductos intercalares” que a su vez confluyen y se unen dentro de los lóbulos y forman los “Conductos intralobulares” que a su vez se unen y forman los llamados “Conductos interlobulares” que terminan desembocando en los conductos pancreáticos principal y accesorio (Ross y Pawlina, 2011).

La morfología macroscópica del páncreas y de su sistema de conductos ha sido descrita en muchas de las especies domésticas, siendo entre ellas muy variada. Dicha variación es debida, por un lado, a la conformación del órgano como tal, por otro, a la presencia de los conductos

accesorio y principal y sus variantes, y finalmente a su desembocadura hacia la papila mayor o menor del duodeno (Shively, 1993; König y Liebich, 2004).

Revisando la literatura existente sobre los conductos del páncreas desde sus primeras referencias ha sido motivo de controversia histórica, en especial en lo relacionado a la verdadera autoría de las primeras descripciones en humanos y animales de los conductos pancreáticos, por renombrados anatomistas y sus discípulos desde el siglo XVII al siglo XX (Flati y Andrés-Sandberg, 2002).

#### **4. Conductos pancreáticos en camélidos y otros animales domésticos**

La presencia o ausencia de los conductos pancreáticos varían entre las especies, si consideramos a los anfibios, reptiles y aves, los conductos pancreáticos desembocan directamente al duodeno, mientras que en los mamíferos dependiendo su desarrollo embrionario podría estar presente un conducto principal (el anteriormente conocido como “Conducto de Wirsung”) y uno accesorio (“conducto de Santorini”) que desembocan en las papilas duodenales mayor y menor (Paniagua y Nistal, 1983), En animales de granja, como en el vacuno, porcino y conejo, el que está presente, es el conducto accesorio el cual desemboca directamente en el duodeno, muy rara vez se presenta el principal el cual se une al hepático para desembocar al duodeno (Gloobe, 1989; Climent *et al.*, 2005).

A diferencia de los felinos y pequeños rumiantes, como ovinos y caprinos, en los que está presente el conducto pancreático principal (Pasquini *et al.*, 2003). Este conducto pancreático principal desemboca junto con el colédoco. Solo en un 20% de los gatos podría encontrarse el conducto pancreático accesorio (Climent *et al.*, 2005).

Los equinos presentan ambos conductos (König y Liebich, 2004). En el caso de los perros estos presentan siempre el accesorio, el cual por lo general es de mayor tamaño que el principal, que está presente solo en un 20% de los perros, este se abre en la papila duodenal mayor (Pasquini *et al.*, 2003; Climent *et al.*, 2005).

En el caso de la alpaca, Málaga (1976) hace también referencia a la unión del conducto pancreático y el hepático. Fowler (2011) también describe dicha unión a unos 3 cm del intestino. Recientemente, Panesi (2016), por su parte, describe dentro del sistema de conductos pancreáticos de la alpaca, al “conducto hepatopancreático”, como producto del ingreso del conducto hepático al parénquima pancreático (lóbulo derecho) y su unión con el conducto pancreático, conducto resultante que desemboca de forma oblicua en la ampolla duodenal, similar a lo reportado en otros camélidos. En estudios en camélidos, como la llama, hacen referencia la unión del conducto pancreático y el hepático formando el conducto hepatopancreático previo a su ingreso al duodeno

(Ghezzi *et al.*, 2000), similar a lo encontrado en camellos en un trabajo de investigación en Sudán (África), donde se dio énfasis al estudio de los conductos extrabiliares, como el hepatopancreático (Ahmed y Abdalla, 2016).

#### **4.1 Ampolla hepatopancreática**

La ampolla hepatopancreática, que corresponde a lo que antiguamente se conocía como “Ampolla de Vater”, típicamente está presente a nivel de la unión del conducto hepático y el pancreático al duodeno. La ampolla está rodeada de un esfínter muscular, conocido como “Esfínter de la ampolla hepatopancreática” (antiguamente “esfínter de Oddi”), para el control del tránsito de la bilis y del jugo pancreático, así como el reflujo del contenido intestinal hacia el conducto pancreático o hepático (Hazrati, 2014). Dicho esfínter está constituido por uno o dos anillos musculares que parten de las capas musculares duodenales formando el músculo esfínter de la ampolla hepatopancreática (ICVGAN, 2012).

En humanos, la ampolla hepatopancreática presenta una gran importancia en su fisiología, debido a que es un doble esfínter que controla el flujo de la bilis a partir del conducto hepático y del jugo pancreático desde el conducto pancreático hacia el intestino (Gaudio *et al.*, 1992).

En los equinos, perros, porcinos, pequeños rumiantes y vacunos las papilas duodenales mayores y menores se localizan cercanas entre sí en la parte proximal del duodeno proximal (Rung-ruangkijkrui y Klomkleaw, 2014).

En el caso de los camélidos, hay trabajos de la morfología del conducto pancreático del camello (Ahmed y Abdalla, 2016) y llama (Ghezzi *et al.*, 2000) demostrándose en ambos trabajos que este conducto desemboca directamente en la ampolla hepatopancreática.

#### **4.2 Descripción histológica del sistema de conductos**

Desde el punto de vista histológico el páncreas exocrino puede describirse desde una unidad funcional “el acino pancreático”, los acinos pancreáticos están conformados por células de forma piramidal de gran tamaño con actividad secretoria, con presencia de un núcleo esférico cerca de su base gránulos de zimógeno que le confieren un citoplasma basofílico (Eurell y Frappier, 2006).

Los conductos de menor calibre que están relacionados a los acinos pancreáticos constituyen los conductos intercalares los cuales presentan un epitelio escamoso, para luego a nivel de los conductos intralobulares e interlobulares poseer un epitelio cúbico a columnar bajo (Ross y Pawlina, 2011).

El conducto pancreático característico está tapizado por un epitelio columnar (Aughey y Frye, 2001). Un punto de interés es que la poca especialización del epitelio de los conductos es debido a que presentan microvellosidades en su superficie y que, a pesar de tener una estructura muy similar a las glándulas salivares, a nivel de páncreas no se observan conductos estriados (Gartner y Hiatt, 2014; Van Lommel, 2003).

El conducto hepatopancreático está tapizado también por un epitelio columnar, que según describe Mustafa (2002) en el caso de cuyes presenta células caliciformes a diferencia de perros y gatos que presentan pliegues y otras glándulas no caliciformes. Los camellos presentan un epitelio cilíndrico simple, con una densa lámina propia de tejido conectivo con glándulas mucosas y fibras colágenas y elásticas.

Las células que sintetizan las enzimas digestivas están ordenadas como racimos llamados “acinos glandulares”. En los cortes histológicos normales los acinos glandulares son cortados de manera oblicua. Las células del acino glandular se observan en forma de cuña, en coloración de hematoxilina y eosina, se aprecia un núcleo redondo central teñido de azul (basófilo) y un citoplasma teñido de color rosa (acidófilo). En el ápice de las células se observan granulaciones teñidas de manera más intensa (Panesi, 2016).

El sistema de conductos consta de células centroacinares que se encuentran en el lumen de los acinos glandulares, seguido del conducto intralobular que desemboca en el conducto pancreático propiamente dicho. El conducto intralobular está conformado por células cúbicas y columnares. El conducto pancreático está conformado por tejido cúbico (Mustafa, 2002; Longnecker, 2014). En llamas, el conducto hepatopancreático se halla tapizado por epitelio cilíndrico simple, sin células caliciformes. Sobre el pliegue duodenal se observa mayor desarrollo glandular, aumentando su espesor. El epitelio cilíndrico es más alto, más acidófilo y se invagina formando glándulas rodeadas de tejido conectivo. Las glándulas son tubulares con células acidófilas y basófilas, ricas en mucopolisacáridos (Ghezzi *et al.*, 2000).

## **5. Glicobiología**

La glicobiología es una ciencia que siempre ha despertado el interés de los investigadores de muchas áreas de la biología, estudia la influencia de los carbohidratos en la célula, llegando a integrar estudios de biología molecular, histología, histoquímica entre muchas ciencias (Navarro, 2005).

Raymond Dwek en 1988 utilizó el término “Glicobiología” para referirse a la rama de la ciencia que se encarga del estudio del rol de los azúcares en los procesos biológicos. Para posteriormente la Universidad de Oxford lo nombró profesor del curso de Glicobiología y jefe de

la Unidad de Glicobiología. La palabra fue incluida en el “Oxford English dictionary” el año 1992 (Dwek, 2006)

Los carbohidratos son las biomoléculas más abundantes en la tierra (Garret y Grisham, 2017). No cabe duda que los carbohidratos son componentes importantes en la vida, siendo cruciales sus roles metabólicos, estructurales y como preservantes de la homeostasis de la salud (Ghazarian *et al.*, 2011).

El Hidrógeno, el Oxígeno, el Carbono, el Nitrógeno, el Fósforo y el Azufre son los elementos más abundantes en las moléculas biológicas, todos formando moléculas cuyo eje estructural viene a ser una molécula de Carbono, el cual presenta cuatro uniones covalentes formando distintas nuevas moléculas (Lodish *et al.*, 2016). Pero, innegablemente todas las biomoléculas contienen una molécula de Carbono, esto debido a su versatilidad para formar enlaces covalentes, pudiendo ser hasta 4 enlaces. Los elementos a los cuales se puede unir son el Hidrógeno, Nitrógeno, Oxígeno y el mismo Carbono (Garret y Grisham, 2017).

Los carbohidratos clásicamente fueron representados como átomos de “Carbono hidratados” con la fórmula  $C_n(H_2O)_n$ , lo cual era inexacto y que nos dio la nueva definición de carbohidratos que comprende a los polihidroxialdehidos (aldosas), polihidroxicetonas (cetosas) y sus derivados, producto de la reducción (dando lugar a azúcares alcoholes), por oxidación (azúcares ácidos) o por sustitución de uno o más grupos hidroxilo por varios grupos químicos. Conservando la fórmula  $(CH_2O)_n$ , y que son utilizados como componentes energéticos y en algunos otros unidos a otros elementos formando estructuras complejas como los glucolípidos, glicoproteínas, etc. (Lodish *et al.*, 2016; Pendarvis, 1998).

Los carbohidratos son muy importantes dentro del metabolismo ya que son la principal fuente de energía, se encuentran como constituyentes estructurales de membranas y matrices intracelulares (De Robertis y Hib, 2004).

El ordenamiento estructural de los carbohidratos corresponde a la clasificación clásica de los mismos de monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los de mayor difusión en los tejidos animales son los polisacáridos galactosa, manosa, fructosa, fucosa, ácido glucorónico y ácido idurónico formando compuestos como glicoproteínas y glicolípidos (De Robertis y Hib, 2004).

## **5.1 Glicosilación**

En la naturaleza, todas las células poseen componentes glicosilados, ya sean glicoproteínas (las cuales constituyen un 50% de todas las proteínas estructurales) o glicolípidos. La glicosilación es una reacción bioquímica considerada por muchos autores como “Universal”

en todos los tipos celulares (Varki, 2011), en particular debido al reconocimiento de glicoconjugados estructurales, lo cual se puede ver desde células eucarióticas hasta organismos muy complejos como el humano (Hall y Guyton, 2016).

Estructuralmente las células poseen una membrana de carbohidratos que contiene principalmente algunas moléculas de glicoproteínas y glicolípidos que por lo general sobresalen de la superficie de la membrana celular y que constituyen el llamado glicocaliz. A nivel citoplasmático, se pueden apreciar algunas moléculas de carbohidratos que se constituyen como parte del núcleo celular o de sus organelas (Hall y Guyton, 2016).

Según lo descrito por Freeze *et al.* (2015) muchos de los defectos congénitos están ligados a problemas genéticos ligados a la glicosilación y al funcionamiento del aparato de Golgi, expresándose por lo general de forma multiorgánica, lo cual demuestra la importancia de los oligosacáridos, y por ende de la glicosilación a todo nivel.

Hay muchos trabajos actualmente sobre la glicosilación y el rol de los carbohidratos, debido a que estos juegan un muy importante rol en la presentación de enfermedades, derivando de ello, las posibles curas, mediante nuevas rutas para elaborar fármacos o para el reconocimiento de los mecanismos patógenos de algunos microorganismos (Kong *et al.*, 2012; Montesino *et al.*, 2008).

### **5.1.1 Membranas celulares y sus glicoconjugados**

Garret y Grisham (2017) en su libro “Biochemistry” en el capítulo sobre los carbohidratos y los glicoconjugados de las superficies celulares hacen mención que la importancia de los carbohidratos no solo radica en el papel energético que juegan, sino, que debido a sus uniones covalentes a diferentes moléculas, es decir, los glicoconjugados a nivel de estructuras extracelulares de plantas, animales y microorganismos van a estar muy ligados a los mecanismos de reconocimiento molecular, lo cual es de suma importancia en los eventos biológicos.

Funcionalmente, hay ciertas características químicas a considerar que van a ser muy importantes para explicar los mecanismos. El primero es que los glicoconjugados presentan uno o más centros asimétricos; segundo, que los carbohidratos pueden tener una disposición lineal o anular; tercero, que pueden formarse estructuras poliméricas en base a los enlaces glicosídicos y que tienen un gran potencial de formarse enlaces de Hidrógeno con agua u otras moléculas (Garret y Grisham, 2017) además considerar que muchos tienen carga negativa (Hall y Guyton., 2016).

Las membranas celulares son más que límites o barreras que separan el compartimento intracelular del extracelular, sino permiten actividades complejas como el transporte selectivo de

sustancias, mecanismos de reconocimiento celular, procesos de endocitosis y transporte de sustancias hacia el citoplasma, entre muchas otras (De Robertis y Hib, 2004).

Dentro de los principales glicoconjugados que se encuentran a nivel de la membrana celular tenemos a los Glicosaminoglicanos, que son cadenas lineales de disacáridos repetidos, posee un grupo amino y en uno o ambos monosacáridos un grupo carboxilo o sulfato con carga negativa (Garret y Grisham, 2017).

### **5.1.2 Glicoconjugados a nivel citoplasmático**

Los glicoconjugados que están presentes a nivel de la membrana plasmática, corresponden a proteínas o lípidos procesados dentro de la célula, lo cual ocurre por un proceso llamado glicosilación a nivel del retículo endoplásmico y del aparato de Golgi. En este proceso participan las glicosiltransferasas que unen monosacáridos a cadenas de oligosacáridos como en el caso de los glicolípidos donde los monosacáridos provienen de nucleósidos como UDP (para glucosa, galactosa, N-acetilglucosamina y N-Acetilgalactosamina), GDP (galactosa y fucosa) y CMP (ácido siálico) (De Robertis y Hib, 2004).

## **5.2 Lectinas - definición**

Son proteínas o glicoproteínas que pueden ser producidas por plantas, animales o incluso por microorganismos y que se relacionan a funciones de reconocimiento molecular, teniendo múltiples funciones en la naturaleza. Entre las que se pueden mencionar funciones de defensa (inmunológicas en los organismos animales y de tipo tóxica en plantas), relacionadas a la unión y reconocimiento celular (como en la fertilización, reconocimiento de polimorfo nucleares, entre otras), morfogénesis tisular, regulación enzimática o como parte de venenos de ciertos animales como las serpientes (Akimoto *et al.*, 1998).

### **5.2.1 Historia de las lectinas**

Según refiere Van Damme (2014), la definición actual de las “Lectinas vegetales”, proviene de un trabajo realizado el año 1995 por Peumans y el mismo Van Damme y que literalmente es la siguiente “Lectina es toda proteína vegetal que posee al menos un dominio no catalítico, que se une reversiblemente a un monosacárido u oligosacárido específico”.

Las lectinas fueron reportadas por primera vez en el año 1888 por Peter Hermann Stillmark que realizaba un trabajo en semillas de *Ricinus communis*. Trabajo de investigación en el que pudo ver la toxicidad de esta proteína, la cual tenía la capacidad de aglutinar los eritrocitos. Boyd, fue quien propuso el utilizar el término “Lectina”, que deriva del latín “lego” que significa: “recoger” o “elegir” destinando el término a cualquier sustancia que tenga propiedades similares

a los anticuerpos (Boyd *et al.*, 1955). Diez años después Elfstrand estudió la capacidad de aglutinación de estas proteínas (Van Damme, 2014).

Las lectinas tienen, al igual que los anticuerpos, especificidad de acuerdo a la estructura molecular del carbohidrato. Son consideradas pseudoenzimas que carecen de actividad catalítica (Pendarvis, 1998). Hay que considerar que hay siete características estructurales de los carbohidratos que están relacionadas a la afinidad de las lectinas, una primera es que se pueden encontrar epímeros (L o D), o una diferente secuencia de azúcares, o una configuración anomérica distinta ( $\alpha$  o  $\beta$ ), un diferente tamaño del anillo, una distinta posición de los puentes o enlaces, ramificaciones, o distintas cargas (COOH, Sulfato o  $\text{NH}_3^+$ ), esto sin dejar de lado si es que ha sufrido alguna modificación por reacciones bioquímicas (Gabiús y Gabiús, 2002). De ahí que, incluso considerando los pequeños carbohidratos, existe una enorme cantidad de posibilidades de encontrar variaciones estructurales (Chang, 2015).

Para el estudio de las lectinas en morfología tisular se emplea la técnica de Lectinohistoquímica, técnica de muchos años, aprovechando el gran desarrollo que tienen las técnicas de histoquímica y citoquímica, siendo una de sus variantes muy valiosa para el reconocimiento de azúcares estructurales, y por tener mayor estabilidad para el reconocimiento de los mismos, a pesar de no ser tan específica ya que podría reconocer más de un azúcar (Akimoto y Kawakami, 2014).

Es de importancia el considerar que los glicoconjugados los podemos encontrar sobre superficies, ya sea el glicocaliz celular como en algunas organelas y los que están en intracelular por ejemplo a nivel de núcleo (Taylor y Drickramer, 2011).

Los precursores de los glicoconjugados se producen dentro de las células a nivel del citoplasma en organelas como el retículo endoplásmico, un ejemplo es la glucosil ceramida que es precursor de la mayoría de glicolípidos (Funakoshi y Susuki, 2009).

Las lectinas son usadas frecuentemente para la determinación de los glicoconjugados donde haya azúcares como N-acetilglucosamina, para lo cual deben utilizarse las que reconocen manosas o los N-Glicanos en general (*Con A*, *LCA*, *DSA*, *PSA*, etc.) y N-acetilgalactosamina (GalNAc, GlcNAc, Gal y Fuc) (Akimoto y Kawakami, 2014).

Biológicamente los glúcidos o monosacáridos componentes estructurales de las células más importantes son siete: Manosa, Glucosa, Fucosa, Galactosa, N-acetilgalactosamina, N-acetilglucosamina y Ácido siálico. Muchos de ellos en forma de isómeros ( $\alpha$  o  $\beta$ ) y de epímeros (D o L), distribuidos espacialmente de forma lineal y que en ocasiones se unen de forma covalente formando disacáridos o polisacáridos (Walsh, 2010).

### 5.3 Usos de las lectinas en investigación

Un estudio realizado en glándula salival de humanos con el objetivo de comparar el uso de marcadores inmunes del citoesqueleto y lectinas durante el desarrollo fetal demostró que las lectinas presentaban afinidad en etapas fetales anteriores a las que los marcadores del citoesqueleto (Rêgo et al., 2011).

El uso de lectinas en ciencias veterinarias siempre se ha orientado en la determinación de los tipos de células, de sus estructuras y diferenciación entre especies.

En un trabajo realizado en Italia referido a las glándulas linguales del vacuno usando lectinas se determinaron los patrones de glicosilación de las diferentes estructuras componentes de la fracción glandular de la lengua y así poder determinar si existe similitud entre ellas, consideraron que a nivel de la lengua del vacuno existen dos tipos glandulares, las glándulas salivares y las glándulas seromucosas (glándulas de Von Ebner) demostrando la presencia de fucosa (UEA-I), N-acetilglucosamina (WGA) y  $\alpha$  y  $\beta$  N-Acetilgalactosamina (SBA) como azúcares residuales terminales, cabe mencionar que la distribución de dichos carbohidratos no fue homogénea (Garcuolo *et al.*, 1993).

Otro trabajo en lectinohistoquímica que se desarrolló en glándulas salivales de hurones, en el cual encontraron un diferente patrón de glicosilación entre los tipos celulares de las glándulas mixtas, sea las porciones demilunares o acinar, según sugieren los autores que este tipo de estudios podrían ser base sobre la evolución de las glándulas salivares en las diferentes especies (Triantafyllou *et al.*, 2004)

En el año 1984, se realizó en la Universidad de Viena (Austria) un interesante trabajo sobre la afinidad de las lectinas a nivel del epitelio del tracto respiratorio de la rata, cuy y hámster. Para dicho estudio se dividió el área de trabajo en glicocaliz apical, glicocaliz basolateral y los productos de secreción (gránulos serosos y mucosos). Utilizaron siete lectinas, entre ellas, *Con A*, *RCA I*, *UEA I*, *LTA*, *WGA*, *HPA* y *LPA*. Utilizaron un patrón de glicosilación que iba de negativo (-) y una escala de una cruz (+) a tres cruces (+++), donde el negativo implicaba que no hubo reacción, una cruz una reacción positiva, dos cruces una reacción fuerte y tres cruces una reacción muy fuerte. Encontrándose que había más similitud entre la rata y el hámster frente al cuy (Geleff *et al.*, 1986).

Geleff y Böck (1984) realizaron otro estudio referido a la determinación del patrón de glicosilación de las glándulas del conducto pancreático en cuyes, conejos, ratas y humanos con énfasis en el epitelio ductular, las glándulas ductulares y las glándulas de Brunner (túbuloacinares), en este estudio utilizaron histoquímica mediante dos técnicas, la de PAS (ácido

peryódico de Schiff) y la de PA-SM (ácido peryódico de Schiff – metenamina de plata) para controles positivos de azúcares estructurales, y además las lectinas: *Con A*, *RCA I*, *Lotus A*, *Ulex I*, *WGA*, *Helix* y *Limulus*. Considerando en el caso del epitelio ductal cilíndrico la afinidad por la superficie luminal, los gránulos de secreción, la superficie basolateral, el citoplasma, la membrana nuclear y las células caliciformes y los gránulos secretorios de ellas. A nivel de las glándulas ductulares y glándulas de Brunner (túbuloacinares) las superficies luminal y basolateral y los gránulos secretorios.

Un estudio realizado en glándula mamaria de llama en Chile demuestra los cambios morfológicos y del patrón de glicosilación a ese nivel durante la lactación. Ellos utilizaron siete lectinas biotiniladas en 15 llamas hembras a los 5, 15, 30, 60 y 120 días post parto correlacionando sus resultados con la involución de los lactocitos en el tiempo y la afinidad por las lectinas (Dallard *et al.*, 2001).

Un trabajo realizado para determinar el patrón de glicosilación durante el ciclo reproductivo de la coneja por García *et al.* (2007) encontrando un patrón de glicosilación relacionado al momento de la implantación. Sugiriendo se realicen trabajos al respecto para su determinación en mujeres con problemas de interrupción de embarazos.

Sanchis *et al.* (2012) realizaron un trabajo en la glicosilación de la placenta porcina, con el objetivo de averiguar los azúcares presentes producto de la gestación, encontrando una gran presencia de azúcares a nivel de vasos sanguíneos en comparación con lo esperado que serían las glándulas. Los residuos de azúcares corresponden a la preparación que recibe el útero para la supervivencia del embrión y feto.

Ghezzi *et al.* (2000) realizaron una descripción histológica del conducto hepatopancreático y mediante el uso de siete lectinas, *Con A*, *UEA-I*, *SBA*, *DBA*, *PNA*, *RCA I* y *WGA*, demostraron que en las llamas a nivel del conducto hepatopancreático presentaban principalmente dos glicoconjugados, la N-Acetilgalactosamina y en menor cantidad la N-Acetilglucosamina.

En el útero de alpacas, se reportó que el patrón de glicosilación varía dependiendo del estado fisiológico reproductivo y de su localización anatómica (López *et al.*, 2014).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **1. Material Biológico**

Para este estudio se utilizaron muestras de páncreas (incluyendo los conductos pancreáticos) y de los conductos hepáticos y hepatopancreáticos procedentes de 20 alpacas adultas (de edades entre dos a tres años) de raza Huacaya, aparentemente en buen estado de salud clínico, sin hacer distinción del sexo y con 24 horas de ayuno.

Para el estudio macroscópico se utilizaron las muestras de los 20 animales, de los cuales se seleccionaron seis para el estudio microscópico. El tamaño de la muestra se basó en trabajos anatómicos similares (Ghezzi *et al.*, 2000).

#### **2. Lugar de ejecución:**

Las muestras fueron adquiridas en la provincia de Canchis en el departamento de Cuzco, a 4300 msnm procedentes de animales para consumo humano del camal municipal.

El procesamiento inicial de medición y descripción de las muestras macroscópicas y su conservación se realizó en la estación experimental IVITA Maranganí, para posteriormente ser transportadas al Área de investigación morfológica del Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria UNMSM en Lima para la realización de las técnicas histológicas, de histoquímica y de lectinohistoquímica.

#### **3. Términos de ética:**

Las muestras mencionadas fueron extraídas de animales beneficiados en el camal municipal. Todas las muestras empleadas para el presente estudio fueron obtenidas de alpacas destinadas al consumo humano.

## **4. Metodología**

### **4.1.- Muestras:**

Las muestras corresponden al páncreas completo y los conductos pancreático, hepático y hepatopancreáticos recién extraídos de alpacas (incluyendo el páncreas con su conducto pancreático íntegro, un fragmento de hígado en forma de cubo de 5 cm<sup>3</sup> a la altura de la salida del conducto hepático, el conducto hepatopancreático y un segmento de 15 a 20 centímetros del duodeno proximal para poder apreciar la ampolla hepatopancreática).

### **4.2.- Transporte:**

Para el estudio macroscópico se transportaron en cajas térmicas con gel refrigerante y para el estudio histológico las muestras fueron transportadas en recipientes herméticos de boca ancha, envueltos en gasa médica y embebidas con una solución de formol tamponado al 10% en una proporción de 1:10 entre la muestra y la solución preservante (Megías *et al.*, 2016).

### **4.3.- Equipos e Instrumental para colecta y manejo inicial de las muestras:**

- Equipo de disección (tijeras mayo rectas y curvas, pinzas simples y diente de ratón, mango de bisturí #4, Hojas de bisturí #20, etc.)
- Cuchillos de diferentes tamaños
- Envases contenedores de plástico de 2 litros
- Formol tamponado al 10% de uso comercial
- Guantes de látex de examen
- Ropa de protección (Mandiles y mamelucos)
- Cámara fotográfica CANON POWERSHOT® modelo SX30IS
- Cámara fotográfica SONY® DSC-HX60V

## **5.- Evaluación morfológica**

La evaluación morfológica se realizó mediante:

### **5.1.- Evaluación macroscópica.**

La evaluación macroscópica se realizó con los tejidos en fresco, se describieron y midieron las siguientes características morfológicas del páncreas y los sistemas de conductos:

- Ubicación y relación de los conductos pancreático, hepático y hepatopancreático con los órganos adyacentes.

- Color del páncreas y de los conductos pancreático, hepático y hepatopancreático y de la ampolla hepatopancreática.
- Longitud y Ancho de los conductos pancreático, hepático y hepatopancreático (en el caso del conducto hepatopancreático se consideró desde su salida del lóbulo pancreático derecho hasta su ingreso a la ampolla hepatopancreática en el duodeno proximal) y de la ampolla hepatopancreática.

Para dicha observación las muestras fueron sometidas a un proceso de lavado con agua destilada y luego observadas *in situ* por medio de un estereomicroscopio marca LEICA-EZ4. Haciéndose posteriormente el registro fotográfico con una cámara SONY® DSC-HX60V.

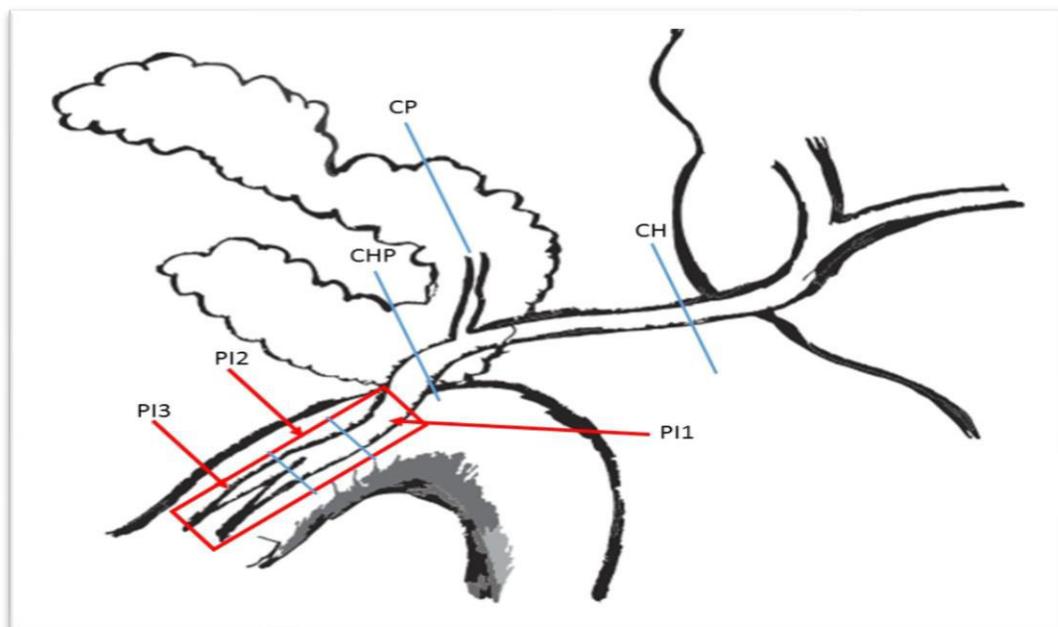
Para poder exponer la ampolla duodenal para su descripción morfológica se procedió a realizar la apertura del segmento de duodeno por su borde mesentérico.

## 5.2.- Evaluación microscópica

### 5.2.1- Preparación de las láminas histológicas

Con el objeto de ver las características microscópicas del páncreas exocrino y del sistema de conductos hepatopancreáticos, de forma similar a lo presentado por Ghezzi *et al.* (2000) en su estudio en el conducto hepatopancreático de la llama se realizaron seis cortes según se indica en la Figura 1.

Donde se establecieron los segmentos a evaluar y comparar morfológicamente: conducto pancreático (CP), conducto hepático (CH), conducto hepatopancreático (CHP) y de tres porciones intramurales de la ampolla hepatopancreática (AHP-PI1, AHP-PI2 y AHP-PI3) a nivel duodenal.



**Figura 1.** Segmentos de cortes histológicos del conducto pancreático (CP), conducto hepático (CH), conducto hepatopancreático (CHP) y las porciones intestinales de la ampolla hepatopancreática (AHP) a nivel del duodeno (PI1. PI2 y PI3)

Los segmentos mencionados fueron reducidos a muestras de aproximadamente un centímetro, y puestos en formol tamponado al 10% por espacio de 48 horas.

Las muestras fueron sometidas a procesamiento hasta ser incluidas en parafina de los cuales se realizaron cortes con un espesor de 5  $\mu\text{m}$  que fueron montadas en láminas positivadas de la marca comercial *Globe Scientific Inc*®, y sometidas a una técnica histológica convencional de Hematoxilina y Eosina.

Además de estas láminas, para el examen morfológico se consideraron las láminas procesadas mediante una técnica de histoquímica (PAS) y la técnica de lectinhistoquímica como lo realizado en otros estudios (Ahmed y Abdalla, 2016; Galotta, 2007).

### **5.2.2. Criterios para la evaluación histológica de los tejidos**

Para la evaluación histológica se consideraron ciertos criterios de cortes transversales dentro de cada segmento, considerando cada estrato y estructura presente en los conductos como sigue: Epitelio ductal (ED) (glicocaliz apical (GA), glicocaliz basolateral (GBL), citoplasma (C), características nucleares y gránulos secretorios (gr)), glándulas ductales (GD) en cada una de sus porciones, glándula mucosa (GM) o serosa (GS), tejido conectivo (TC), paquetes de fibras musculares (Mu), vasos sanguíneos (vs) y tejido nervioso (NV). Realizando una descripción morfológica y de la afinidad por la tinción de Hematoxilina y Eosina similar a la realizada por Geleff y Böck (1984).

### **5.3.-Estudio lectinhistoquímico**

Se emplearon 14 lectinas biotiniladas (Cuadro 1) que poseen diversa afinidad (Cuadro 2) (*VECTOR LABS*®, Lectin Kit I y II) con las que se determinó el patrón de glicosilación y se caracterizaron las estructuras constituyentes de los tejidos y las secreciones de los seis cortes histológicos mencionados del sistema de conductos.

Las muestras fueron procesadas en una primera instancia bajo los mismos criterios que las muestras para el estudio histológico e histoquímico, es decir, sometidos a cortes transversales de 5  $\mu\text{m}$  de espesor montadas en láminas portaobjetos positivadas, y posteriormente sometidas al protocolo estandarizado indicado por el fabricante (anexo 1).

#### **5.3.1.- Protocolo de Lectinhistoquímica:**

El protocolo se detalla en el cuadro 3. Según las indicaciones de los KIT I y II para lectinas biotiniladas del Fabricante *VECTOR LABS*®.

**Cuadro 1.** Kits de lectinas I y II de VECTOR LABS®. Indicaciones sobre el origen y concentración de las mismas.

KIT	Origen	Lectina	Concentración
I	<i>Concanavalin A</i>	<b>Con A</b>	2 mg/ml
	<i>Glycine max</i> (soybean) agglutinin	<b>SBA</b>	2 mg/ml
	<i>Triticum vulgare</i> (wheat germ) agglutinin	<b>WGA</b>	2 mg/ml
	<i>Dolichos biflorus</i> agglutinin	<b>DBA</b>	2 mg/ml
	<i>Ulex europaeus</i> agglutinin I	<b>UEA I</b>	2 mg/ml
	<i>Ricinus communis</i> agglutinin	<b>RCA<sub>120</sub></b>	2 mg/ml
	<i>Arachis hypogaea</i> (peanut) agglutinin	<b>PNA</b>	7.5 mg/ml
II	<i>Griffonia (Bandeiraea) simplicifolia</i> lectin I	<b>GSL I</b>	2 mg/ml
	<i>Pisum sativum</i> agglutinin	<b>PSA</b>	2 mg/ml
	<i>Lens culinaris</i> agglutinin	<b>LCA</b>	2 mg/ml
	<i>Phaseolus vulgaris</i> Erythroagglutinin	<b>PHA-E</b>	2 mg/ml
	<i>Phaseolus vulgaris</i> Leucoagglutinin	<b>PHA-L</b>	2 mg/ml
	<i>Sophora japonica</i> agglutinin	<b>SJA</b>	2 mg/ml
	Wheat germ agglutinin, succinylated	<b>s WGA</b>	2 mg/ml

**Cuadro 2.** Afinidad de las lectinas según el carbohidrato según el grupo y configuración anomérica ( $\alpha$  y  $\beta$ ).

Lectina	Galactosa ( $\alpha$ Gal)	AFINIDAD						
		N-Acetil galactosamina (GalNAc)		Manosa	Fucosa	N- Acetil glucosamina (GlcNAc)		Estructuras complejas
		$\alpha$	$\beta$			$\alpha$	$\beta$	
PNA	X	-	-	-	-	-	-	-
SBA	-	X	-	-	-	-	-	-
RCA I	X	X	-	-	-	-	-	-
DBA	-	X	-	-	-	-	-	-
WGA	-	-	-	-	-	X	-	-
UEA I	-	-	-	-	X	-	-	-
Con A	X	-	-	-	-	-	-	-
GSL I	X	-	-	-	-	-	-	-
LCA	-	-	-	X	-	-	-	-
PSA	-	-	-	X	-	-	-	-
SJA	-	-	X	-	-	-	-	-
sWGA	-	-	-	-	-	-	X	-
PHA L	-	-	-	-	-	-	-	X
PHA E	-	-	-	-	-	-	-	X

**Lectinas:** PNA (*Arachis hypogaea* (peanut) agglutinin), SBA (*Glycine max* (soybean) agglutinin), RCA I (*Ricinus communis* agglutinin), DBA (*Dolichos biflorus* agglutinin), WGA (*Triticum vulgare* (wheat germ) agglutinin), UEA I (*Ulex europaeus* agglutinin I), Con A (*Concanavalin A*), GSL I (*Griffonia (Bandeiraea) simplicifolia* lectin I), LCA (*Lens culinaris* agglutinin), PSA (*Pisum sativum* agglutinin), SJA (*Sophora japonica* agglutinin), sWGA (*Wheat germ* agglutinin, succinylated), PHA L (*Phaseolus vulgaris* Leucoagglutinin), PHA E (*Phaseolus vulgaris* Erythroagglutinin).

**Cuadro 3.** Protocolo de lectinohistoquímica.

<b><i>Procedimiento</i></b>	<b><i>Descripción del procedimiento</i></b>
<i>Preparación previa</i>	Las muestras una vez fijadas en formol tamponado al 10% por 48 horas, fueron colocadas en una solución de parafina para poder ser luego cortadas con un micrótopo a un espesor de 5 $\mu\text{m}$ y luego montadas en láminas positivadas marca <i>Globe Scientific inc</i> ®
<i>Desparafinado.</i>	Inicialmente la muestra pasó por un proceso de desparafinado, el cual se realizó con una solución <i>Neo Clear</i> ® de laboratorios <i>SIGMA ALDRICH</i> , la cual es un solvente aromático sustituto del Xileno. Para este proceso las muestras fueron llevadas a dos lavados de 12 minutos
<i>Hidratación</i>	Una vez que la muestra ha sido desparafinada se le somete a un proceso de hidratación, el cual comprende dos lavados de 10 minutos en Etanol al 100%. Esto debido a que la parafina sustituye los líquidos tisulares y se requiere hidratar los tejidos para evitar la deformación de la histoarquitectura.
<i>Bloqueo de la peroxidasa endógena.</i>	Por lo general los tejidos poseen actividad peroxidativa, como, por ejemplo, en tejidos donde hay eritrocitos o hepatocitos, lo cual puede provocar alteraciones en los resultados, y por lo tanto darnos una lectura equivocada, por ese motivo se opta por someter previamente la muestra a peróxido de hidrógeno. Las muestras se deben lavar por 30 minutos en una solución de 200 ml de metanol y 4 ml de peróxido de hidrogeno.
<i>Hidratación</i>	Se continúa con la hidratación de la muestra, sometiendo la muestra a diferentes concentraciones de alcoholes de forma decreciente en cuatro lavados de cinco minutos cada uno (dos veces de alcohol al 96%, una al 70% y una final al 50%).
<i>Lavados en buffer fosfato (PBS)</i>	Se procedió a realizar tres lavados en PBS de cinco minutos cada uno
<i>Inactivación de uniones inespecíficas</i>	Se aplicó Suero de Albúmina Bovina al 1% (BSA 1%) y se dejó reposar las muestras en una cámara húmeda a temperatura ambiente por 30 minutos. Se procedió en una primera instancia a preparar las diluciones de las 14 lectinas en BSA al 0.1% según las indicaciones de dilución de VECTOR LABS® (Lectin Kit I y II). En el caso de la lectina PNA se realizó la dilución en base a las indicaciones que indicaba el fabricante según se aprecia en el cuadro 2.
<i>Aplicación de las Lectinas biotiniladas</i>	Se aplicaron 100 $\mu\text{L}$ de las diluciones de cada una de las lectinas en sus respectivas láminas rotuladas con el código de la muestra, corte y lectina en la cámara húmeda y se dejaron reposar hasta el día siguiente en refrigeración a 4°C. Para el caso de la lámina control negativa se le colocaron 100 microlitros del BSA al 0.1%, y se le dejó reposar también en la cámara húmeda con las mismas condiciones ambientales que las láminas a las que se les aplicaron las lectinas.

<i>Lavados en buffer fosfato (PBS)</i>	Después del reposo de las láminas a las que se les aplicaron las lectinas biotiniladas y a los controles en la cámara húmeda, se procedió a realizar tres lavados en PBS a temperatura ambiente por cinco minutos cada uno.														
<i>Proceso de Amplificación</i>	Se aplicaron sobre cada muestra unos 50 $\mu\text{L}$ de la solución de Estreptavidina - Peroxidasa (Horseradish Peroxidase Streptavidin de VECTOR LABS®) y se colocaron las láminas en cámara húmeda, dejándoseles reposar por 30 minutos a temperatura ambiente.														
<i>Lavados en buffer fosfato (PBS)</i>	Se procedieron a realizar tres lavados en PBS de cinco minutos cada uno.														
<i>Proceso de revelado</i>	<p>En una primera parte del procedimiento se preparó el cromógeno Diaminobencidina (DAB) de Laboratorios Santa Cruz ® de acuerdo a la dilución del fabricante, considerando las medidas de bioseguridad del caso.</p> <p>Se aplicaron 100 <math>\mu\text{L}</math> del cromógeno preparado en cada lámina, dejándolo hacer la reacción de revelado por 12 minutos, y se observó el momento para cortar la reacción con un lavado con agua corriente, cuando está ya había marcado.</p>														
<i>Enjuague</i>	Se realizó un lavado en agua corriente durante 5 minutos, lo cual va a permitir cortar la reacción de revelado de la Diaminobencidina.														
<i>Coloración de contraste</i>	Para esto se utilizó la Hematoxilina de Harris, colocando la lámina por cinco segundos y se enjuagó en agua corriente para eliminar el excedente de colorante.														
<i>Fijación del colorante</i>	Se procedió a realizar un lavado con agua corriente por 5 minutos.														
<i>Enjuague</i>	Para esto se utiliza agua destilada mediante un lavado de 5 minutos.														
<i>Deshidratación</i>	<p>Las muestras pasaron por un pasaje de lavados en alcoholes en concentraciones crecientes (50°, 70° y 96°), dos lavados en etanol al 100% y dos lavados en un derivado del xileno (Neo Clear®) por 5 minutos en cada solución:</p> <table border="0" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>Alcohol 50°:</td> <td>05 minutos</td> </tr> <tr> <td>Alcohol 70°:</td> <td>05 minutos</td> </tr> <tr> <td>Alcohol 96° 1:</td> <td>05 minutos</td> </tr> <tr> <td>Alcohol 96° 2:</td> <td>05 minutos</td> </tr> <tr> <td>Etanol 100% 1:</td> <td>05 minutos</td> </tr> <tr> <td>Etanol 100% 2:</td> <td>05 minutos</td> </tr> <tr> <td>Neo Clear 1:</td> <td>05 minutos</td> </tr> </table>	Alcohol 50°:	05 minutos	Alcohol 70°:	05 minutos	Alcohol 96° 1:	05 minutos	Alcohol 96° 2:	05 minutos	Etanol 100% 1:	05 minutos	Etanol 100% 2:	05 minutos	Neo Clear 1:	05 minutos
Alcohol 50°:	05 minutos														
Alcohol 70°:	05 minutos														
Alcohol 96° 1:	05 minutos														
Alcohol 96° 2:	05 minutos														
Etanol 100% 1:	05 minutos														
Etanol 100% 2:	05 minutos														
Neo Clear 1:	05 minutos														
<i>Montaje de las láminas</i>	Se utilizó Neomont ® colocando una gota del producto con una ligera presión por 10 segundos. Posteriormente se realizó la limpieza de la lámina después de 48 horas con Neo Clear ® para retirar restos de pegamento.														

### 5.3.2.- Lectura de láminas:

La lectura de las láminas se realizó considerando la descripción histológica previa de las estructura tisulares y citológicas observables (núcleo, citoplasma, glicocaliz) que han reaccionado positivamente a las lectinas y para dicha evaluación se elaboró un score en base a la intensidad de la tinción por las lectinas de las diferentes estructuras en base a un criterio subjetivo desde una muestra negativa “0” en la cual no hay tinción, y una escala entre “1” a “3” donde la marcación haya sido “débil”, “moderada” o “fuerte” (cuadro 4) siguiendo los lineamientos de otros trabajos (Tano De La Hoz *et al.*, 2016; Geleff y Böck, 1984).

**Cuadro 4.** Score de evaluación de las lectinas.

Calificación	Marcación	Característica
<b>0</b>	<i>Negativa</i>	No se ve ningún cambio de coloración en relación a la muestra control
<b>1</b>	<i>Débil</i>	Se ve una ligera tonalidad parda
<b>2</b>	<i>Moderada</i>	Se aprecia una tonalidad parda clara
<b>3</b>	<i>Fuerte</i>	Se ve un cambio bastante evidente a un color que va del pardo o marrón oscuro o café

### 5.4.- Evaluación histoquímica

Como parte de la evaluación de los carbohidratos estructurales, se optó por utilizar una tinción de Ácido Peryódico de Schiff (PAS) para la determinación de carbohidratos como polisacáridos simples, mucopolisacáridos neutros, mucoproteínas, glucoproteínas del suero, membrana basal y fibras de reticulina, glucolípidos, pigmentos ceroides y ciertas lipofuscinas.

Esta técnica se basa en la reacción de los grupos aldehídos libres dentro de los monosacáridos con el reactivo de Schiff, el resultado de esta reacción da una coloración rojo magenta, siendo la intensidad proporcional a la reacción y concentración del reactivo. Para el caso de las mucinas esta puede reconocer principalmente las que son neutras, aunque también tiene cierta afinidad por las de características de pH ácido; y también reconoce al glicógeno y las glicoproteínas en especial a nivel de membrana (Suvarna *et al.*, 2012)

Como coloración de contraste se utilizó la de Hematoxilina eosina. Y se tienen como controles positivos los tejidos de hígado y tráquea de perro. Siendo de particular interés para este estudio la marcación y reconocimiento de estos componentes glicosilados para ser utilizados como un control positivo frente a los hallazgos con las láminas trabajadas con lectinas.

Los resultados considerados positivos a la tinción de PAS, fueron aquellos con una fuerte tonalidad magenta. Y negativos los que no la presentaban, tal cual como lo utilizado en otras investigaciones (López *et al.*, 2014). Se utilizó un criterio similar al de la lectura de lectinohistoquímica (cuadro 4), considerando la reacción de coloración en los componentes estructurales de las células de los tejidos conformantes del sistema de conductos.

Se utilizaron tanto en la Lectinohistoquímica y en la histoquímica con tinción PAS como controles positivos cortes de Duodeno de alpaca y de tráquea de perro, y como controles negativos la ausencia de reacción positiva con los vasos sanguíneos en todos los cortes como en otros estudios Ghezzi *et al.* (2000).

#### **5.4.1.- Protocolo histoquímico de la tinción PAS.**

La reacción que se aprecia en esta técnica se basa en la acción del ácido peryódico de oxidación de los carbohidratos formando grupos aldehído que van a teñirse de color magenta por la reacción de la fucsina y el ácido sulfúrico, (Hewitson y Darby, 2010).

Los carbohidratos están presentes estructuralmente en los tejidos o en las secreciones. Siendo muy usada para el diagnóstico de los glicoconjugados, a pesar de tener el inconveniente de carecer de especificidad, de ahí que se prefieran técnicas más específicas como las de lectinas (Hewitson y Darby, 2010).

#### **5.5.- Análisis de imágenes.**

Para el análisis de todas las láminas procesadas por histología, lectinohistoquímica e histoquímica, se empleó un microscopio marca LEICA® DM500 con una cámara LEICA® ICC50E incorporada, utilizando aumentos de 4x, 10x, 40X y 100X según lo realizado en otros estudios (Ghezzi *et al.*, 2000; Illanes *et al.*, 2006).

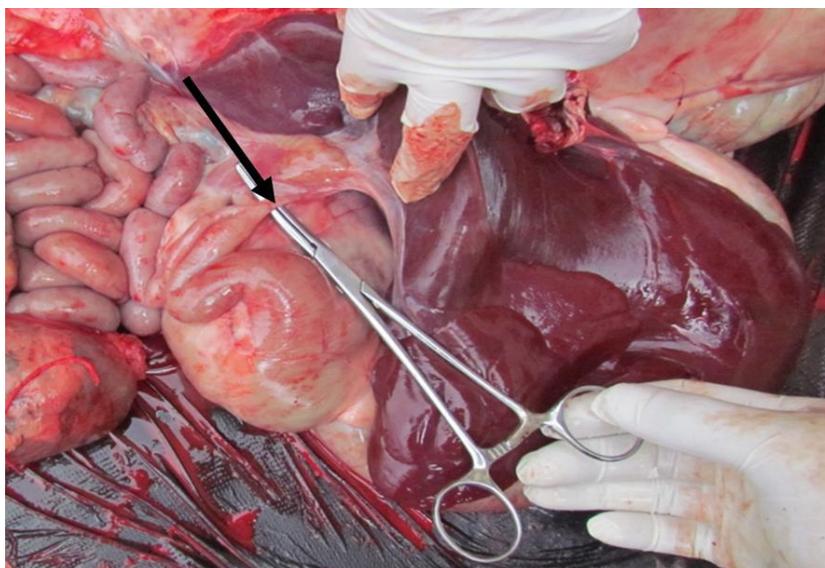
## IV. RESULTADOS

### 1 Evaluación macroscópica

#### 1.1 Descripción macroscópica del sistema de conductos y la ampolla hepatopancreática

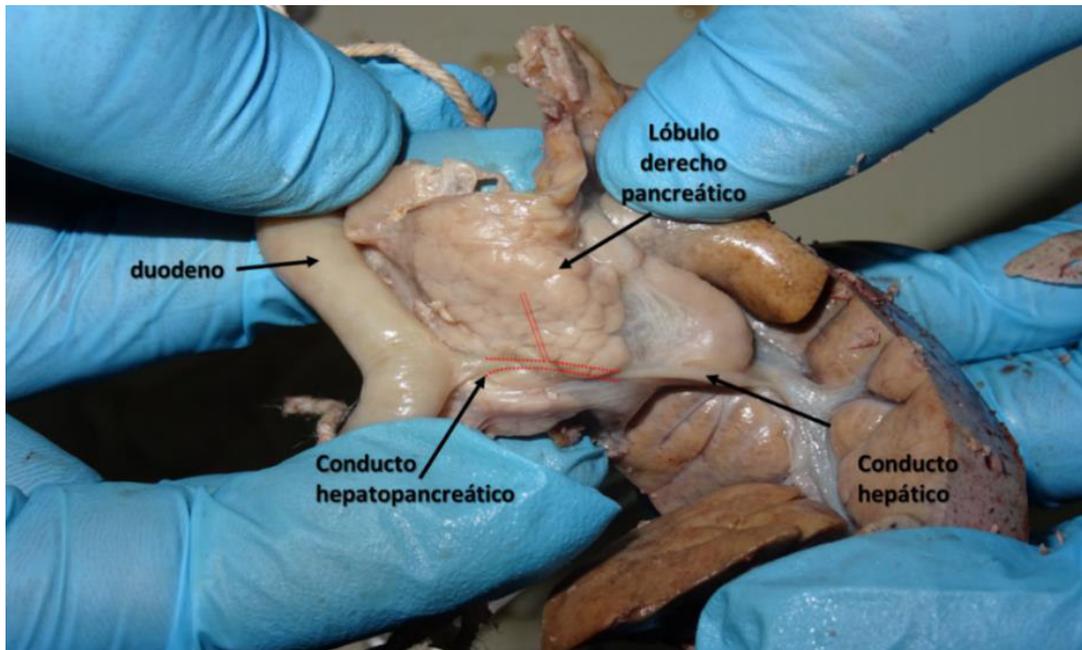
Macroscópicamente el páncreas de la alpaca presenta una coloración rosada pálida. Está conformado por dos lóbulos (derecho e izquierdo) y un cuerpo (el cual es el de menor tamaño), está dispuesto muy cerca al tercer compartimento gástrico y al duodeno sujeto por el mesogastrio y el mesoduodeno. El lóbulo del lado izquierdo, es decir, el lóbulo que tiene mayor contacto con el mesogastrio, es de mayor tamaño que el derecho.

El páncreas y el sistema de conductos se encuentran suspendidos en el mesogastrio y en el mesoduodeno proximal. El conducto hepatopancreático (CHP) ingresa al duodeno por su borde antimesentérico de forma oblicua, en forma de bisel, a través de la llamada Ampolla hepatopancreática (AHP) (figura 2).

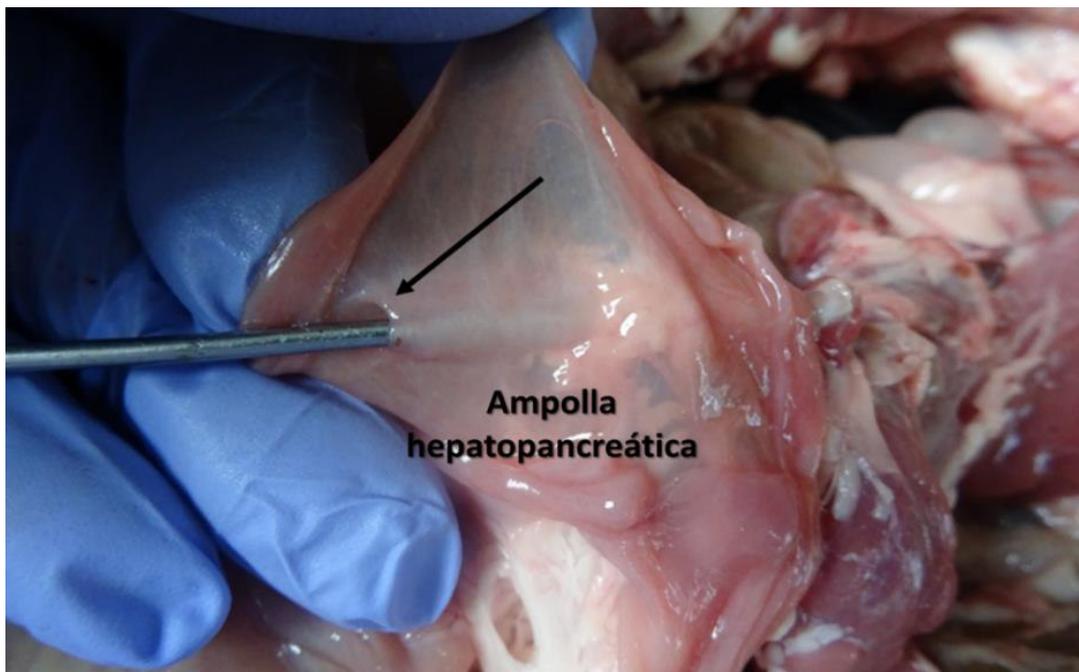


**Figura 2.** Exposición del conducto hepatopancreático *in situ*. La flecha señala al conducto hepatopancreático.

Por lo común, el sistema de conductos y la ampolla hepatopancreática presentan una coloración que tiene una tonalidad que va del color blanco nacarado al color rosado, la consistencia de ambos es firme (figuras 2, 3 y 4).



**Figura 3.** Conducto hepático ingresando al lóbulo derecho del páncreas. Uniéndose ahí al conducto pancreático, la flecha negra señala el lóbulo derecho del páncreas y la flecha roja el conducto hepático.

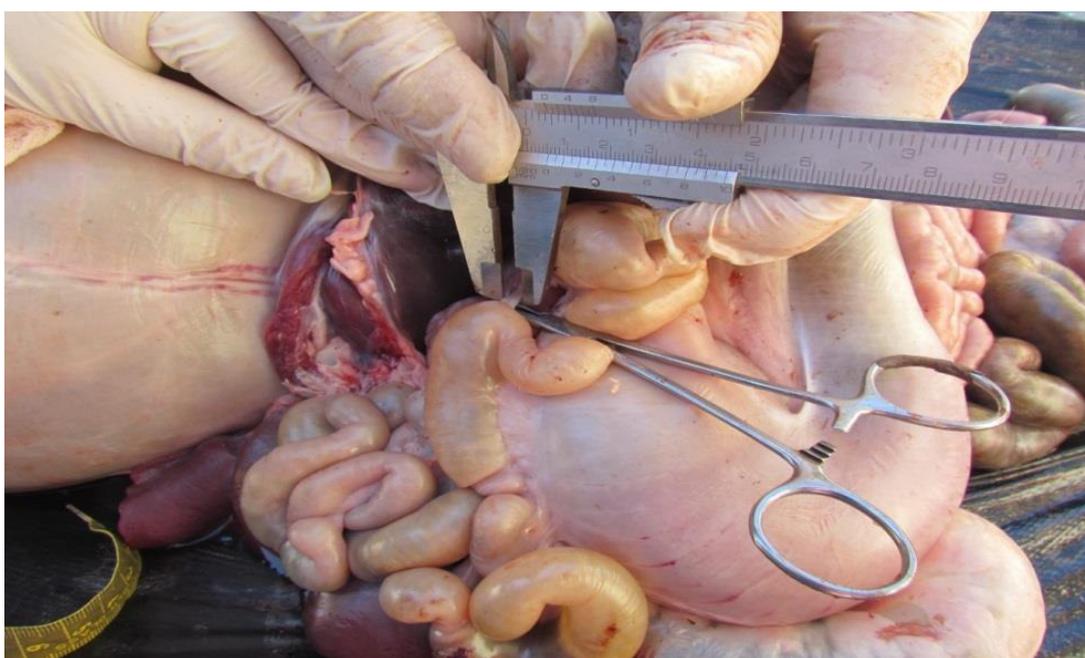


**Figura 4.** Apertura del duodeno y exposición de la ampolla hepatopancreática (flecha). Se utilizó una sonda metálica rígida para la demostración.

## 1.2 Medición del conducto hepatopancreático (CHP) y ampolla hepatopancreática (AHP)

El conducto hepatopancreático fue medido desde su salida del lóbulo derecho del páncreas hasta su ingreso al duodeno a nivel de la ampolla hepatopancreática. El CHP presenta una longitud promedio de 2.88 cm (rango 1.50 a 5.80 cm) y un ancho de 0.33 cm (rango 0.27 a 0.45 cm) (figura 5 y cuadro 1).

La ampolla hepatopancreática se encuentra a unos 17 cm de distancia del píloro y en promedio tuvo una longitud de 2.63 cm (rango 2.00 a 3.30 cm) y de ancho 0.83 cm (rango 0.50 a 1.10). (Figura 4 y cuadro 1).



**Figura 5.** Medición del ancho del conducto hepatopancreático.

**Cuadro 5. Medidas del conducto hepatopancreático (CHP) y ampolla hepatopancreática (AHP) (en centímetros).**

Identificación	Longitud CHP (cm)	Ancho CHP (cm)	Longitud AHP (cm)	Ancho AHP (cm)
Promedio	2.88	0.33	2.63	0.83
Rango	1.50-4.00	0.27-0.45	2.00-3.30	0.50-1.10

## 2. Evaluación microscópica

### 2.1. Descripción histológica general del conjunto de conductos y la ampolla hepatopancreática

A continuación, se detalla la descripción de cada uno de los segmentos evaluados. De acuerdo a lo observado todo el conjunto de conductos y la ampolla hepatopancreática presentan similar distribución de los tejidos:

#### 2.1.1. Mucosa ductal:

La mucosa ductal presenta los siguientes componentes.

2.1.1.1. **Epitelio ductal**, el epitelio ductal que presentan corresponde a un epitelio que va de cúbico a cilíndrico simple, con células que presentan un núcleo basófilo de forma subsférica asentado en la base de la misma, además tiene un citoplasma acidófilo de color rosado, con presencia en algunos casos de gránulos secretorios que presentan tonalidad azulada o violácea. Dependiendo del segmento el epitelio presenta pliegues o vellosidades e invaginaciones hasta la submucosa, conectándola con las glándulas túbuloacinares mixtas de esa zona.

2.1.1.2. **Lámina propia**, a este nivel se encuentra tejido conectivo y algunos vasos sanguíneos, no se observa muscular de la mucosa.

#### 2.1.2. Sub mucosa:

2.1.2.1. **Glándulas ductales**, son de tipo túbuloacinares seromucosas, correspondiendo a un epitelio cúbico con un núcleo esférico prominente de orientación basal para el caso de la parte serosa de la glándula y unas células piramidales de núcleo aplanado basal para el caso de la parte mucosa. Dichas glándulas están rodeadas de células mioepiteliales. Los acúmulos de glándulas ductales varían en tamaño y distribución dependiendo del segmento a describirse, teniendo una tendencia a aumentar en tamaño y número conforme se acercan a la ampolla hepatopancreática.

2.1.2.2. **Tejido conectivo**, se aprecia tejido conectivo laxo a nivel de los segmentos correspondientes a los conductos hepático, pancreático y hepatopancreático pasando presentar una mayor cantidad de vasos sanguíneos y presencia de más fibras nerviosas a nivel de la ampolla hepatopancreática.

### 2.1.3. Muscular

2.1.3.1. **Capas musculares**, se pueden apreciar paquetes de fibras musculares lisas con disposición concéntrica y longitudinal en todos los segmentos a excepción del conducto pancreático. La disposición de los paquetes musculares varía dependiendo de su ubicación.

Al parecer, a nivel de la Ampolla hepatopancreática se organiza para formar un esfínter muscular. A este nivel pueden apreciarse vasos sanguíneos y nervios.

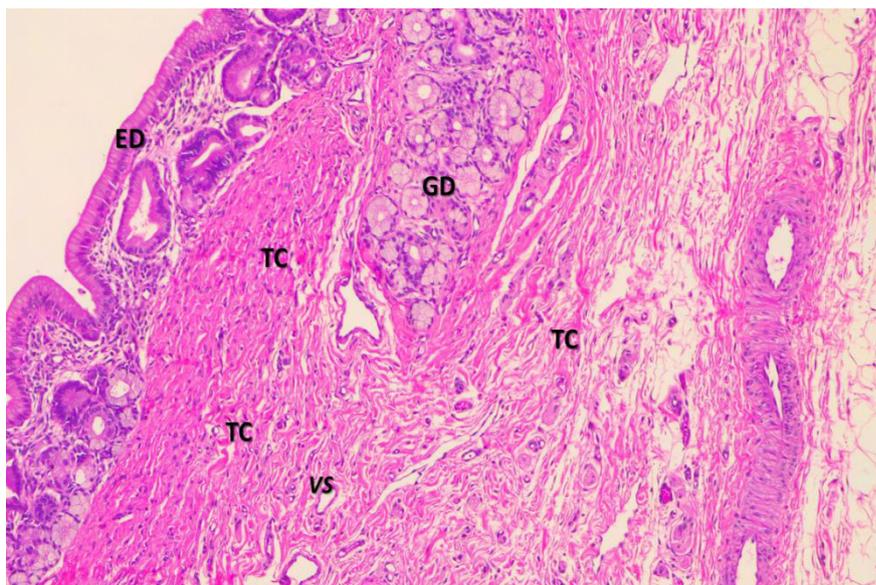
### 2.1.4. Túnica adventicia serosa:

La túnica adventicia se continua con tejido conectivo laxo procedente del peritoneo conectivo o por los tejidos de los órganos circundantes, por ejemplo: páncreas o duodeno dependiendo del segmento a observarse.

## 2.2. Descripción histológica por segmentos del sistema de conductos y la ampolla hepatopancreática

### 2.2.1. Conducto Hepático (CH)

A nivel del conducto hepático se puede apreciar un epitelio ductal cilíndrico simple que presenta invaginaciones que derivan a glándulas túbuloacinares (Figuras 6 y 7).

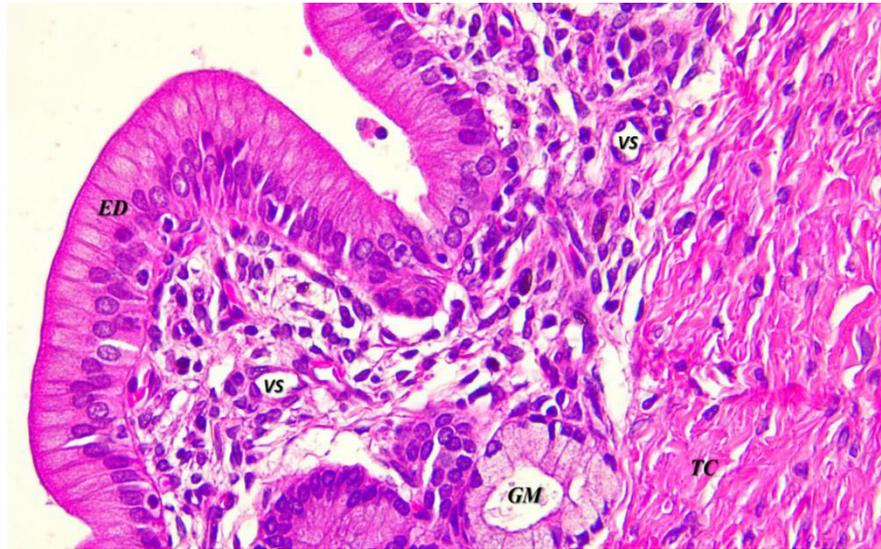


**Figura 6.** Conducto Hepático (CH). H-E, objetivo 10X. Epitelio Ductal (ED), lámina propia de Tejido conjuntivo (TC) y Glándulas ductales de tipo túbulo acinar (GD).

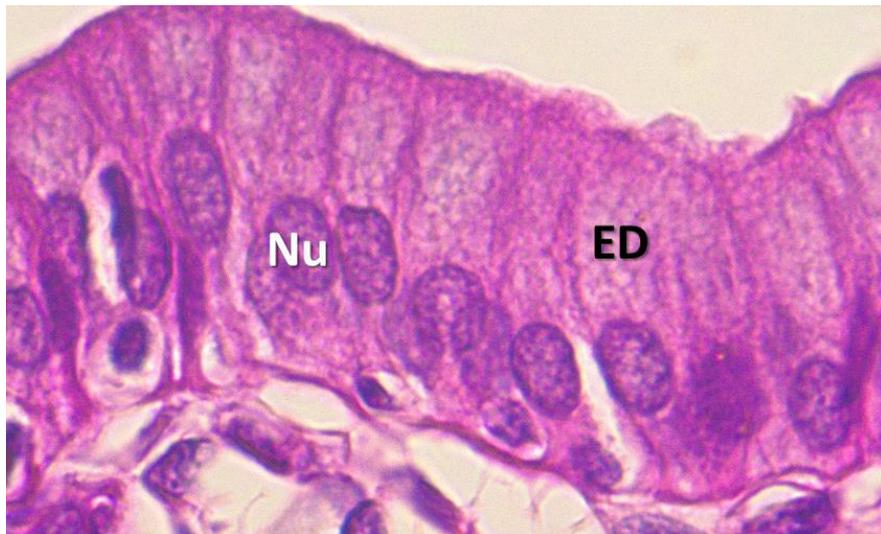
El epitelio ductal cilíndrico (ED) simple forma pliegues, asentado sobre una lámina propia con tejido conjuntivo formado por fibras colágenas (Figura 7 y 8). Se pueden

apreciar acúmulos de glándulas ductales de tipo túbuloacinar con distinta morfología según la porción a la que pertenezca (Figura 9).

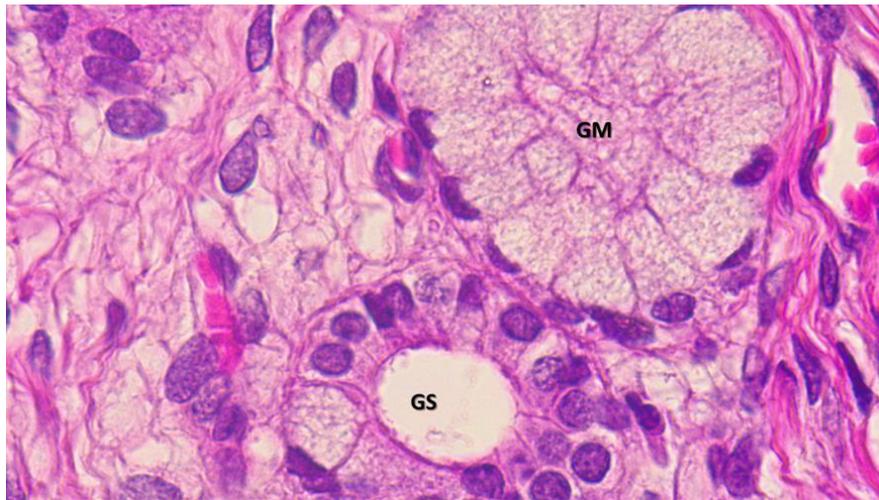
En la submucosa también se pueden apreciar vasos sanguíneos pequeños (Figura 7). Por debajo de la submucosa se aprecian una muscular formada por pequeños paquetes de fibras musculares lisas dispersos en el tejido conjuntivo de la subserosa del conducto (Figura 10).



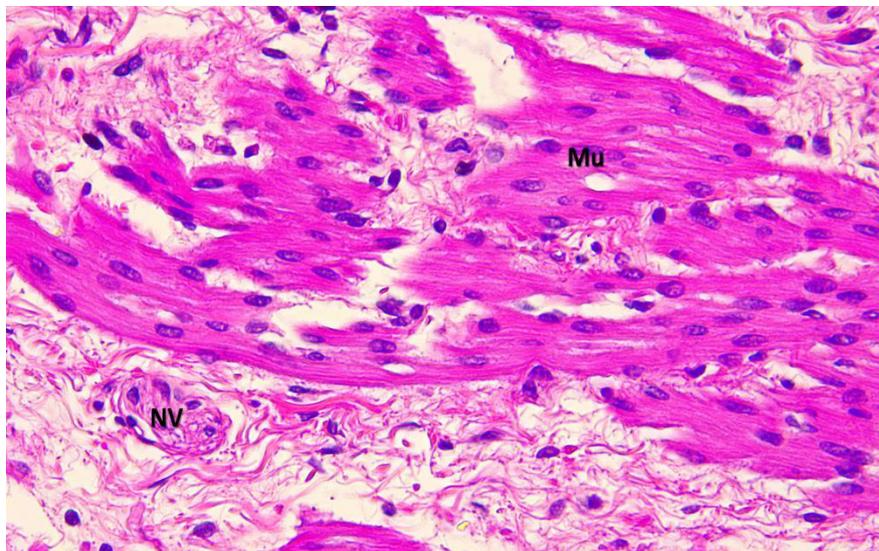
**Figura 7.** Conducto Hepático (CH) H-E, objetivo 40X. Se puede apreciar en esta microfotografía el epitelio ductal (ED) formando un pliegue. Además, se puede apreciar una glándula mucosa (GM) y tejido conjuntivo (TC) con vasos sanguíneos (vs)



**Figura 8.** Conducto Hepático (CH) H-E, objetivo 100X. Se puede apreciar en esta microfotografía el epitelio ductal (ED) células epiteliales cilíndricas con un núcleo (Nu) basófilo esférico a subsférico.



**Figura 9** Conducto Hepático (CH). H-E, objetivo 100X. Se aprecia la porción serosa (GS) y la parte mucosa (GM) de una glándula ductal túbuloacinar (GD). Nótese que GS presenta células cúbicas con núcleos redondos basales. En cambio, en las GM las células son piramidales con un núcleo basófilo aplanado con forma de medialuna y posición basal.



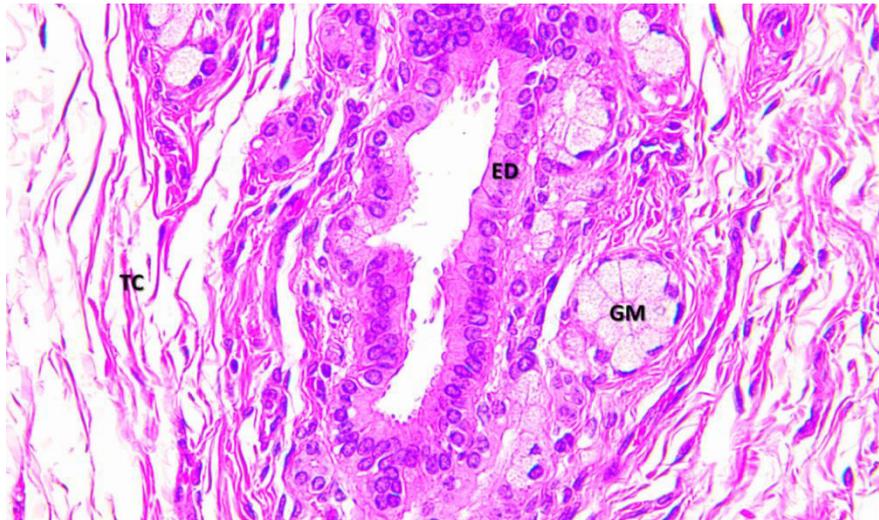
**Figura 10.** Conducto Hepático (CH). H-E, objetivo 40X. En este caso se pudo apreciar un pequeño paquete de fibras musculares lisas (Mu) cercano a tejido nervioso (NV).

### 2.2.2. Conducto pancreático (CP)

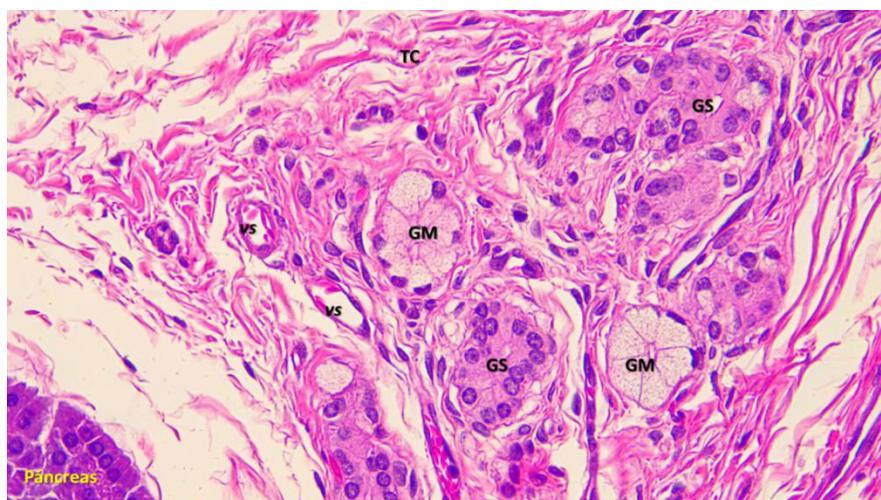
El conducto pancreático difiere de los demás en que está rodeado de mayor cantidad de tejido conectivo y del mismo parénquima pancreático organizado en lóbulos. Es decir, encontramos a un conducto tapizado por epitelio de cúbico a cilíndrico simple, formando una luz de forma irregular.

Este epitelio cilíndrico presenta una lámina propia que asienta sobre un tejido conectivo por lo general laxo donde predomina el tejido adiposo. Alrededor del mismo se pueden apreciar también paquetes de tejido conectivo con fibras colágenas (Figura 11).

Los acúmulos de glándulas ductales túbuloacinares se presentan por lo general a manera de “islas” de tejido conectivo rodeando grupos de diverso tamaño de glándulas muy similares a las presentes en el conducto hepático. Difieren del conducto hepático en que no hay la presencia de paquetes musculares. Pero si hay una gran cantidad de vasos sanguíneos y nervios en la zona circundante a estas “islas glandulares” (Figura 12).



**Figura 11.** Conducto Pancreático (CP). H-E, objetivo 40X. Epitelio ductal (ED) con células cubicas a cilíndricas con un núcleo de afinidad basófila moderada. Similar al CH. También se aprecian algunas glándulas mucosas (GM) rodeados de Tejido conjuntivo (TC).



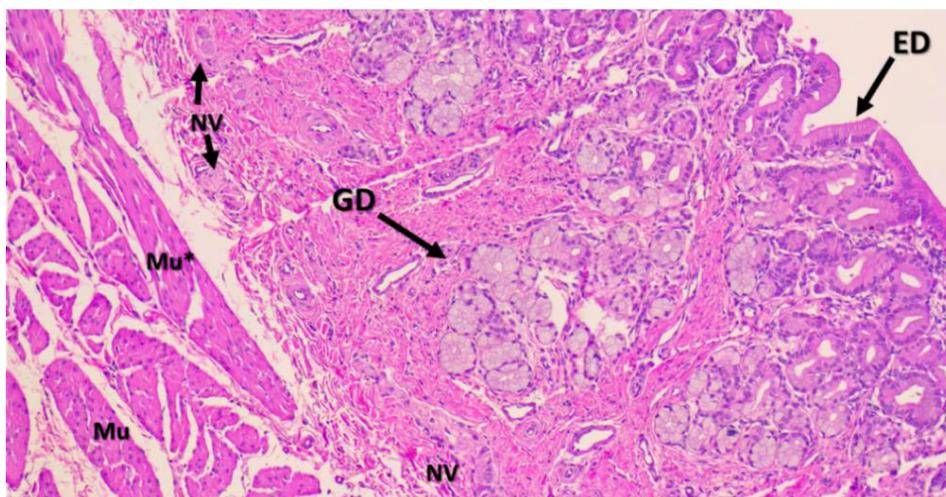
**Figura 12.** Conducto Pancreático (CP). H-E, objetivo 40X. Se puede ver uno de los acúmulos de glándulas ductales túbuloacinares con sus porciones acinar mucosa (GM) y serosa (GS) rodeados de tejido conectivo (TC) en una “isla glandular” cerca al páncreas. Se pueden apreciar vasos sanguíneos (vs) en la zona.

### 2.2.3. Conducto Hepatopancreático (CHP)

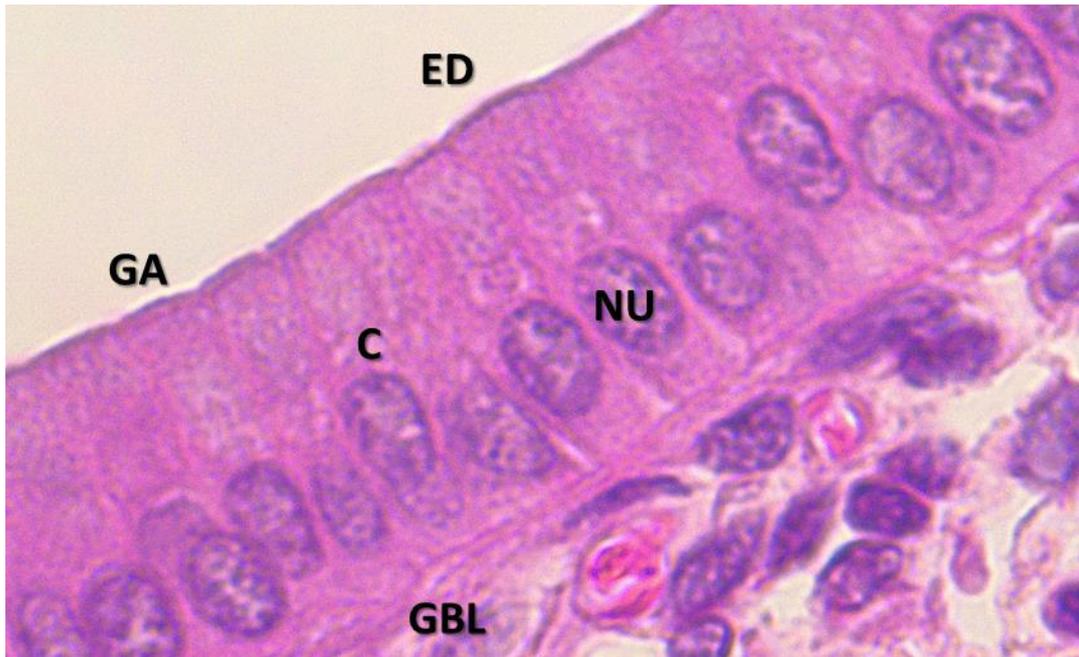
El conducto hepatopancreático se caracteriza por presentar un epitelio cilíndrico simple que forma pliegues profundos que están asentados sobre una lámina basal con tejido conjuntivo formado por fibras presumiblemente colágenas y algunas neuronas y tejido nervioso. Similar a lo descrito en los dos segmentos anteriores (CH y CP), se pueden apreciar acúmulos glandulares, los cuales presentan comunicación con las invaginaciones del epitelio ductal (figura 13).

Las células cilíndricas del epitelio ductal (ED) como se puede apreciar en la figura 14, presentan un glicocaliz apical (GA) y un glicocaliz basolateral (GBL) muy definidos. En la Lámina propia del ED se puede ver un tejido conjuntivo denso formado por fibroblastos y con presencia de vasos sanguíneos capilares. En la figura 15 se puede apreciar la forma de las células conformantes de las glándulas túbulo acinares de secreción mixta, una porción mucosa con células piramidales y núcleo aplanado basal y otra porción serosa con unas células cúbicas, mostrando una luz en el centro y con un núcleo esférico.

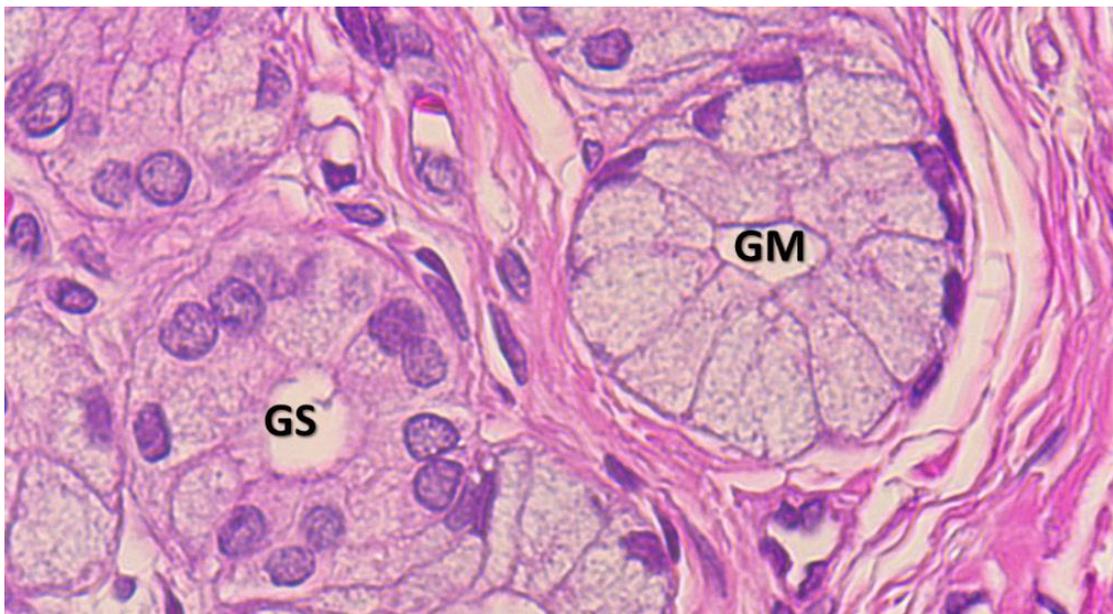
Por debajo de la submucosa se puede encontrar una muscular conformada por dos paquetes de fibras musculares lisas con distinta disposición, la más interna, que es más delgada es de tipo circular o concéntrica y la más externa, que presenta aproximadamente del doble al triple de grosor, tiene fibras musculares lisas con disposición longitudinal (Figura 16).



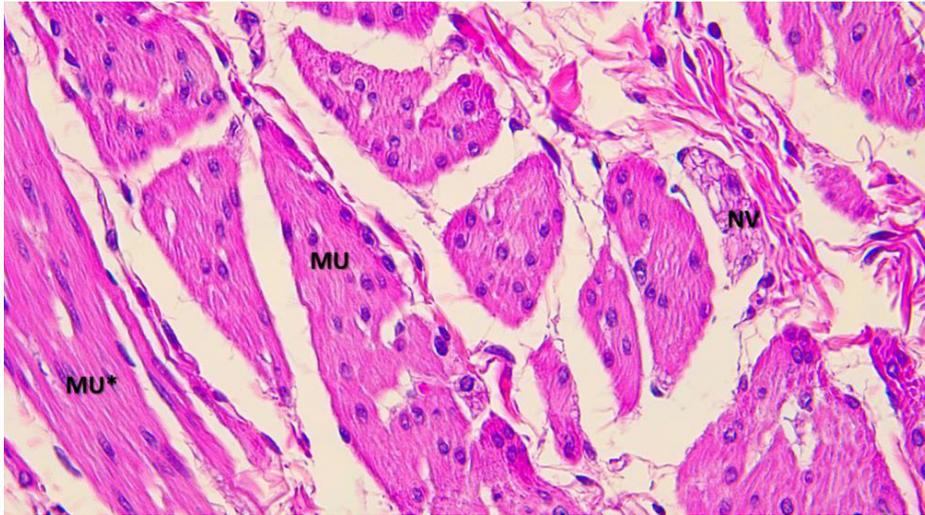
**Figura 13.** Conducto Hepatopancreático (CHP) H-E, objetivo 10X. Epitelio ductal y submucosa con acúmulos de glándulas ductales (GD) y tejido conjuntivo con tejido nervioso y algunas neuronas solitarias (NV) y capas de fibras musculares lisas de disposición circular (Mu\*) y longitudinal (Mu).



**Figura 14.** Conducto Hepatopancreático (CHP) H-E, objetivo 100X. Epitelio ductal (ED) conformado por células cilíndricas. núcleo (Nu) basófilo, citoplasma (C), Glicocaliz apical (GA) y glicocaliz basolateral (GBL).



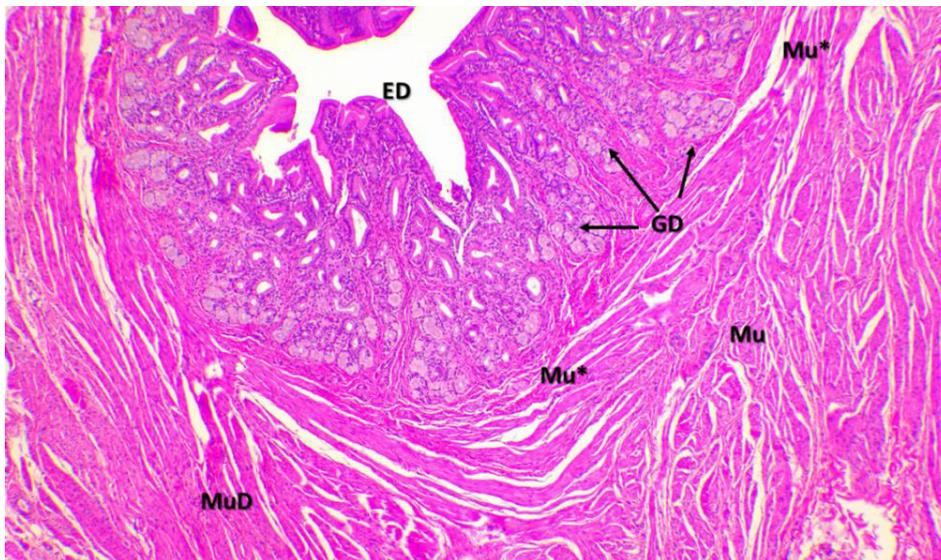
**Figura 15.** Conducto Hepatopancreático (CHP). H-E, objetivo 100X. Glándula ductal porciones serosa (GS) y mucosa (GM).



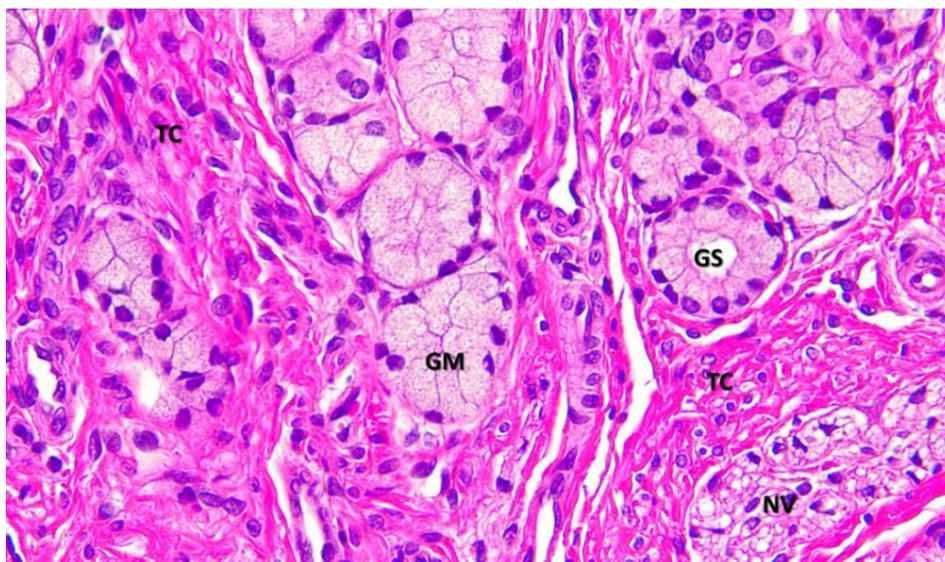
**Figura 16.** Conducto Hepatopancreático (CHP) H-E, objetivo 100X. Fibras musculares lisas circulares (Mu\*) y longitudinales (Mu) y tejido nervioso (NV)

#### 2.2.4. Ampolla hepatopancreática (AHP)

Se realizaron cortes transversales a nivel de tres porciones de la ampolla hepatopancreática para poder describir la transición entre la estructura propia del conducto hepatopancreático y la estructura propia del duodeno. La AHP presenta en todas sus porciones una mucosa tapizada por un epitelio cilíndrico secretor, que presenta vellosidades y que se encuentra asentado en una lámina propia de tejido conjuntivo, el cual forma trabéculas en las vellosidades y que es rico en vasos sanguíneos y presenta tejido nervioso. En la Submucosa se observaron cúmulos de glándulas ductales muy similares a las presentes en los conductos predecesores y que están muy organizadas y están presentes en mayor número.



**Figura 17.** Ampolla Hepatopancreática – porción intramural 1 (AHP-PI1). H-E, objetivo 4X. Epitelio ductal (ED), acúmulos glandulares ductales (GD) y la disposición de fibras musculares lisas circulares (Mu\*) y longitudinales (Mu) propias del conducto y fibras musculares duodenales (MuD\*).



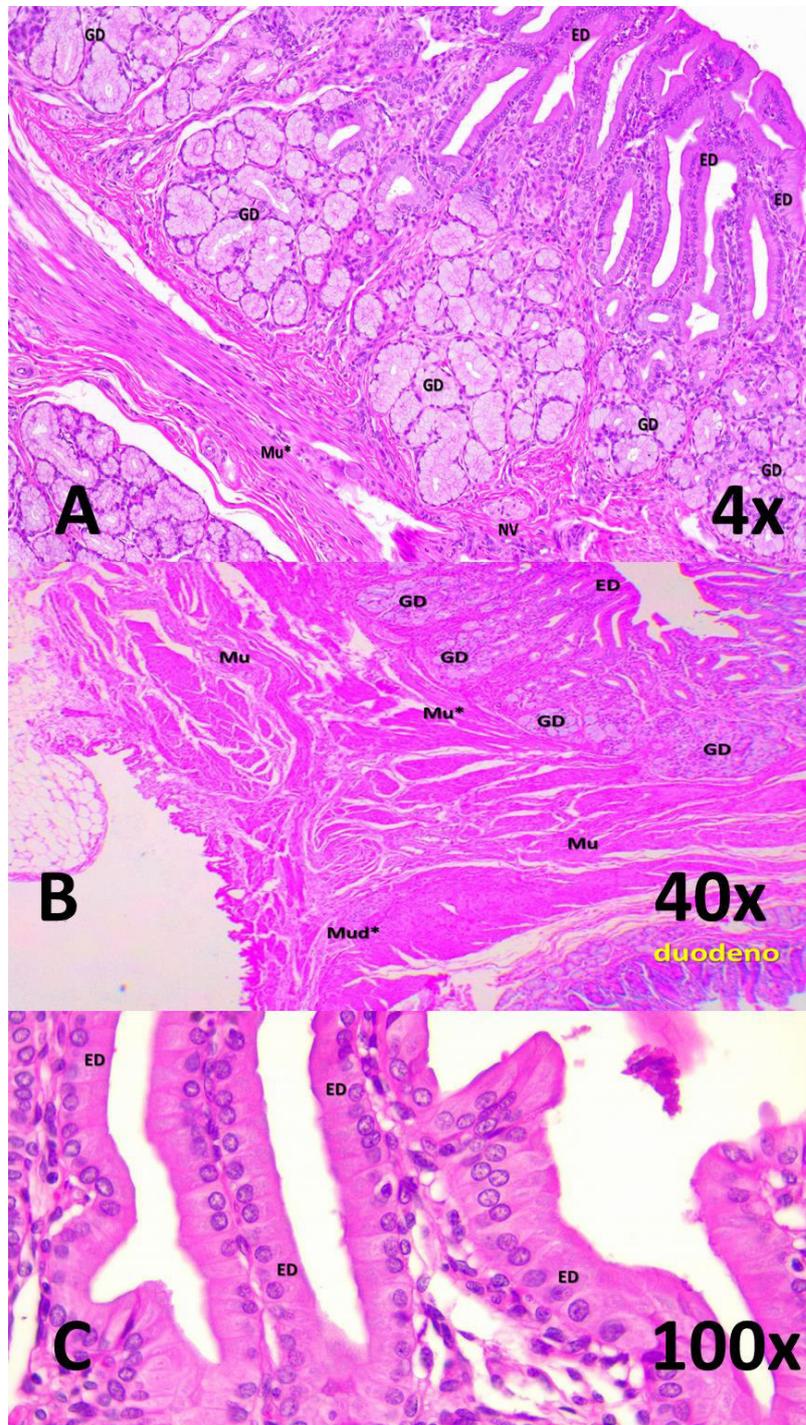
**FIGURA 18.** Ampolla Hepatopancreática – porción intramural 1 (AHP-PII) Tejido conjuntivo (TC) glandulares ductales (GM y GS) y tejido nervioso (NV). H-E, objetivo 40X.

Se puede apreciar que la primera porción de la ampolla hepatopancreática (AHP-PII) muestra un epitelio cilíndrico organizado formando pliegues profundos, que están en comunicación con glándulas túbuloacinares, igual que en los segmentos CH, CP y CHP. Dichas glándulas están rodeadas de tejido conectivo, que forma trabéculas en el interior de los pliegues. En la parte más externa posee capas musculares, la más interna, que es concéntrica, forma un anillo muscular, y algunas otras que corresponden a fibras musculares lisas longitudinales provenientes al parecer del duodeno. Y una tercera capa más externa concéntrica también de fibras musculares lisas al parecer provenientes del duodeno (figuras 17 y 18).

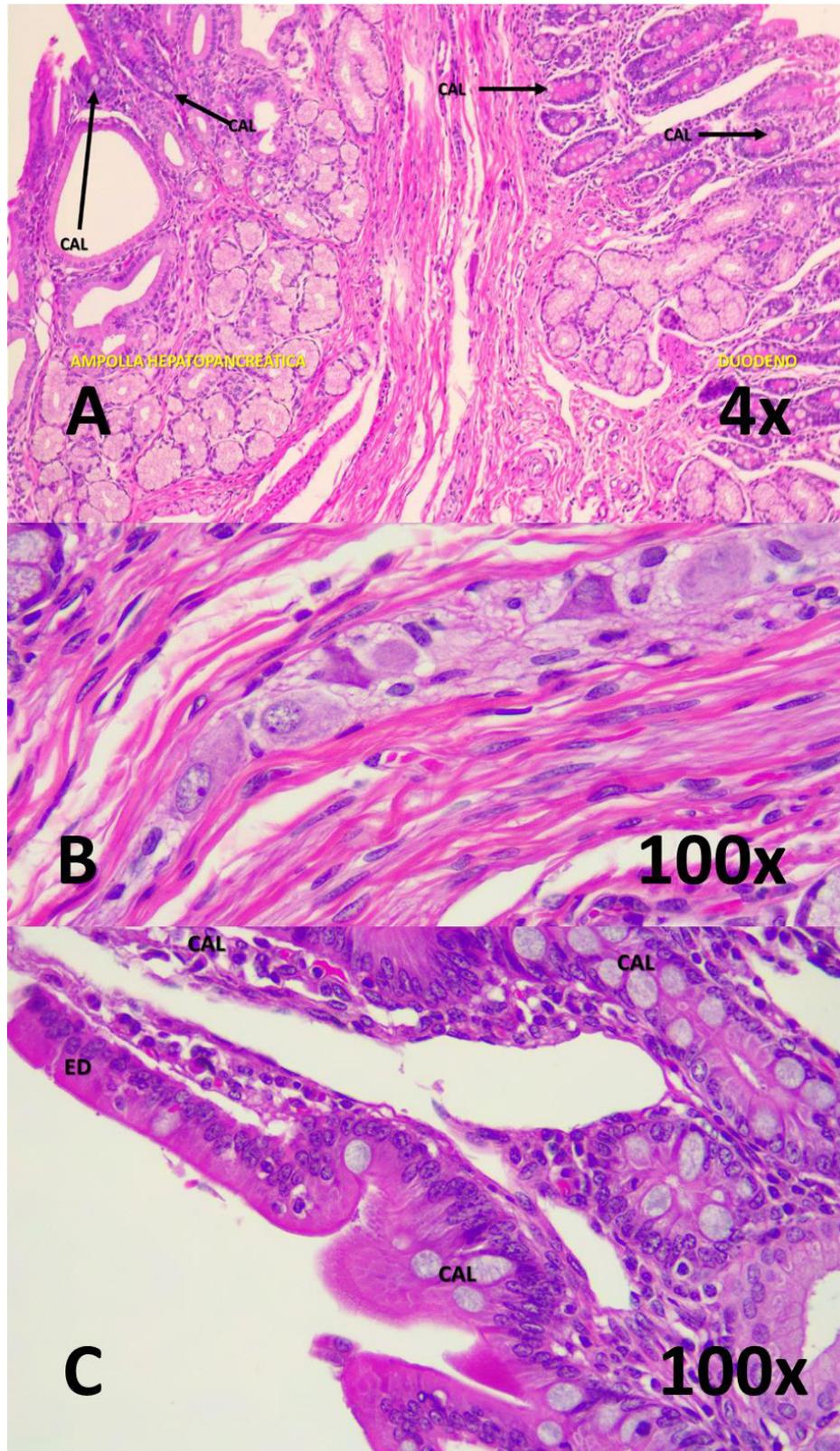
En su segunda porción intramural de la AHP, la distribución de los tejidos es muy similar a la primera porción intramural, solo que, a diferencia de la primera, se ven acúmulos glandulares más organizados relacionados a los pliegues o vellosidades del epitelio ductal (ED) (figuras 19-A y 19-B) y los paquetes de fibras musculares más prominentes en distintas direcciones incluso algunas provenientes de la muscular del duodeno lo cual indica la presencia del esfínter (figura 19-B).

La tercera y última porción de la AHP tiene características histológicas que muestran que se trata de una zona de transición entre la AHP propiamente dicha y el tejido duodenal, posee un epitelio ductal cilíndrico que forma pliegues o vellosidades muy desarrollados, una submucosa que presenta grandes acúmulos de glándulas túbuloacinares, tejido conjuntivo rico en vasos sanguíneos y tejido nervioso y capas musculares (figura 20-A y 20-B) caracterizándose por presentar a nivel de su epitelio, vellosidades con células caliciformes en gran número por distintas zonas (figura 20-C). Por otro lado, se pueden apreciar grandes acúmulos glandulares principalmente mucosos en la submucosa. Por último, los paquetes musculares muestran

participación de dos capas musculares propias del conducto hepatopancreático que se continúa en el cuerpo de la ampolla, y algunas capas musculares que provienen de la muscular del duodeno, formando un esfínter muscular, posiblemente para el control del flujo de la bilis y del jugo pancreático.



**Figura 19.** Ampolla Hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2). **A.** Epitelio ductal (ED), glándulas ductales (GD) y paquetes de fibras musculares (Mu, Mu\*,MuD). H-E, objetivo 4X. **B.** Epitelio ductal (ED), acúmulos glandulares ductales (GD) y fibras musculares lisas circulares (Mu\*) en forma de una delgada capa muscular. H-E, objetivo 40X. **C.** Epitelio ductal (ED) células cilíndricas dispuestas como pliegues. H-E, objetivo 100X.



**Figura 20.** Ampolla Hepatopancreática – porción intramural 3 (AHP-PI3) **A.** características histológicas muy similares entre esta porción de la ampolla y el duodeno. Presencia de células caliciformes. H-E, objetivo 4X. **B.** Tejido nervioso mostrando neuronas postganglionares y Tejido conjuntivo. H-E, objetivo 100X **C.** Epitelio ductal (ED) con células caliciformes(CAL). H-E, objetivo 100X

### 3. Evaluación lectinohistoquímica

#### 3.1. Afinidad de los tejidos según la lectina.

De acuerdo a lo observado se encontraron afinidades con diferentes intensidades para las lectinas PNA, GSL-I, RCA-I, Con A, SBA, DBA, LCA, PSA, WGA, sWGA, UEA-I, PHA-E y PHA-L sin encontrarse afinidad por la lectina SJA en ninguno de los tejidos de los conductos estudiados.

##### 3.1.1. PNA.

La afinidad por esta lectina se observó de moderada a fuerte principalmente a nivel del citoplasma de las células de las glándulas ductales, principalmente en las glándulas mucosas tanto de los conductos hepático y pancreático como de la ampolla hepatopancreática. Cabe resaltar que para el caso de PNA, solo se podía ver la reacción de coloración en algunas células de las glándulas ductales (cuadro 6 y figura 20).

3.1.1.1. **Conducto hepático.** Se pudo evidenciar con una afinidad que iba de moderada a fuerte a nivel del Glicocaliz apical, gránulos secretorios y citoplasma de la porción mucosa de las glándulas túbuloacinares. Es importante mencionar que la afinidad solo se puede apreciar en unas pocas glándulas.

3.1.1.2. **Conducto pancreático.** Esta lectina muestra fuerte afinidad por algunas células de las glándulas ductales a nivel glicocaliz apical y citoplasma. Pero la reacción se aprecia solo en algunas glándulas.

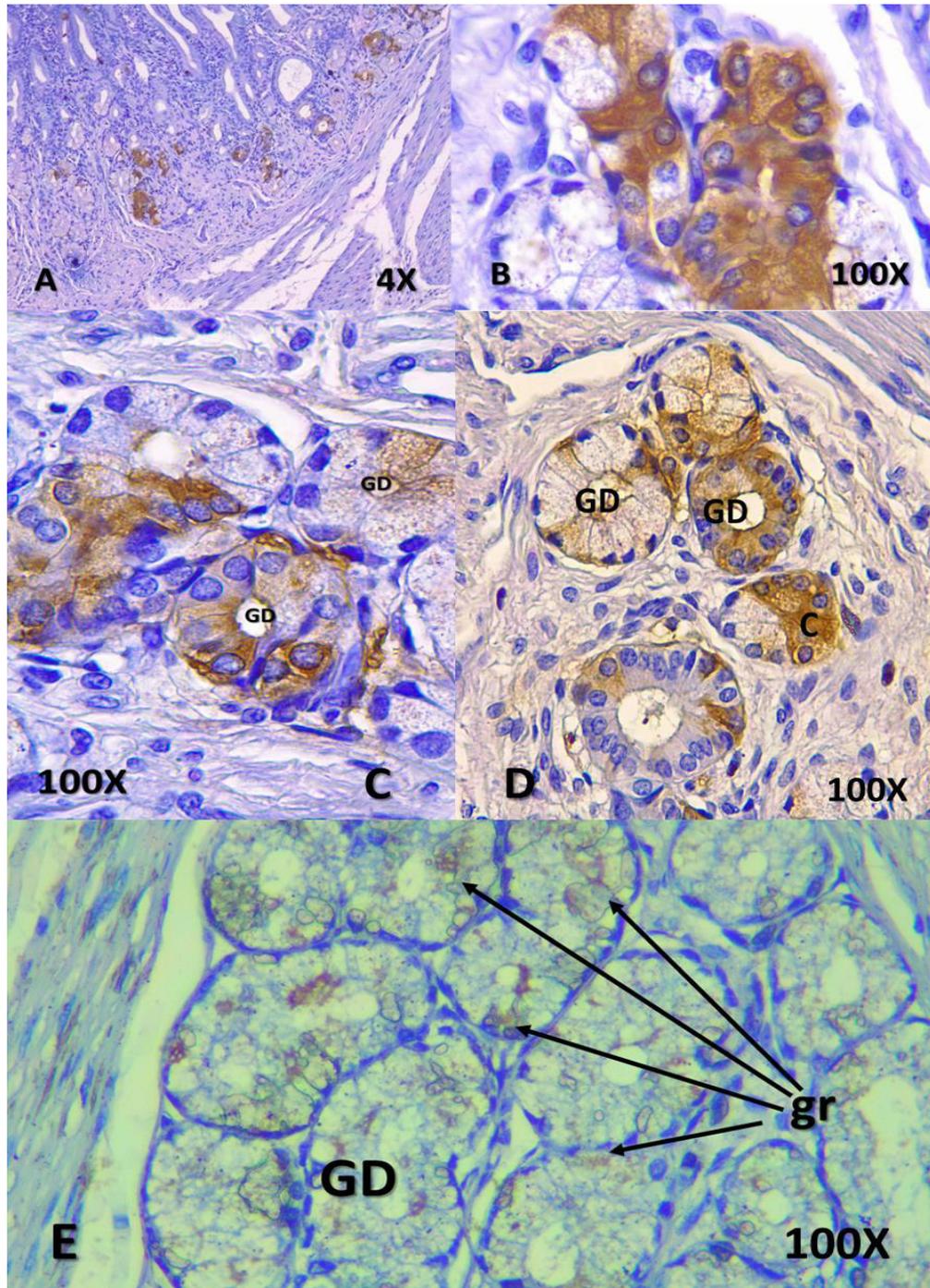
3.1.1.3. **Conducto hepatopancreático.** No mostró afinidad a este nivel.

3.1.1.4. **Ampolla hepatopancreática:** En sus tres segmentos muestra reacciones positivas a nivel de las glándulas ductales.

**Porción intramural 1.** reacción positiva moderada a fuerte en algunas células de las glándulas.

**Porción intramural 2.** Similar al primer segmento, solo se aprecia en unas cuantas células de las glándulas ductales.

**Porción intramural 3.** Se pueden apreciar solo pocas células con débil de reacción positiva. Gránulos secretorios dispersos en el citoplasma de células de las glándulas ductales a este nivel.



**Figura 21.** Afinidad por la lectina PNA. **A. AHP-PI2** pocas glándulas que presentan afinidad a la lectina. 4X **B. AHP-PI2** afinidad muy fuerte en citoplasma (C) de algunas de las Glándulas ductales (GD) objetivo 100X **C. CH** reacción positiva fuerte de unas cuantas células a la lectina a nivel de las glándulas ductales (GD). Objetivo 100X **D. AHP-PI1** Afinidad moderada a fuerte solo en algunas células de las glándulas ductales (GD). 40X. **E. AHP-PI3** Moderada afinidad de gránulos secretorios (gr) en las glándulas ductales (GD). Objetivo 100X.

**Cuadro 6.** Afinidad según tejidos de la lectina PNA.

Lectina <b>PNA</b>	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz Apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	0	0	0	0	0	2-3	2-3	2-3	2-3	0	0
CP	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0
CHP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0
AHP – PI2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0
AHP – PI3	0	0	0	0	1-2	0	0	0	0	0	0

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.2. GSL-I.

En el caso de GSL-I, la afinidad se muestra leve a moderada a nivel de las glándulas ductales, ya sean mucosas o serosas, solo a nivel del conducto hepático se puede ver una débil afinidad a nivel del citoplasma de las células del epitelio ductal. Presenta además una débil a moderada a nivel del tejido conjuntivo de la tercera porción intramural de la ampolla hepatopancreática (cuadro 7 y figura 21).

3.1.2.1. **Conducto hepático.** Muestra afinidad débil a nivel del citoplasma del Epitelio ductal. Una moderada presencia del azúcar del glicocaliz apical y débil a nivel del citoplasma de las glándulas ductulares con presencia de gránulos de secreción con moderada afinidad a la lectina.

3.1.2.2. **Conducto pancreático.** Débil afinidad por las células de las glándulas ductales, a nivel de la porción mucosa.

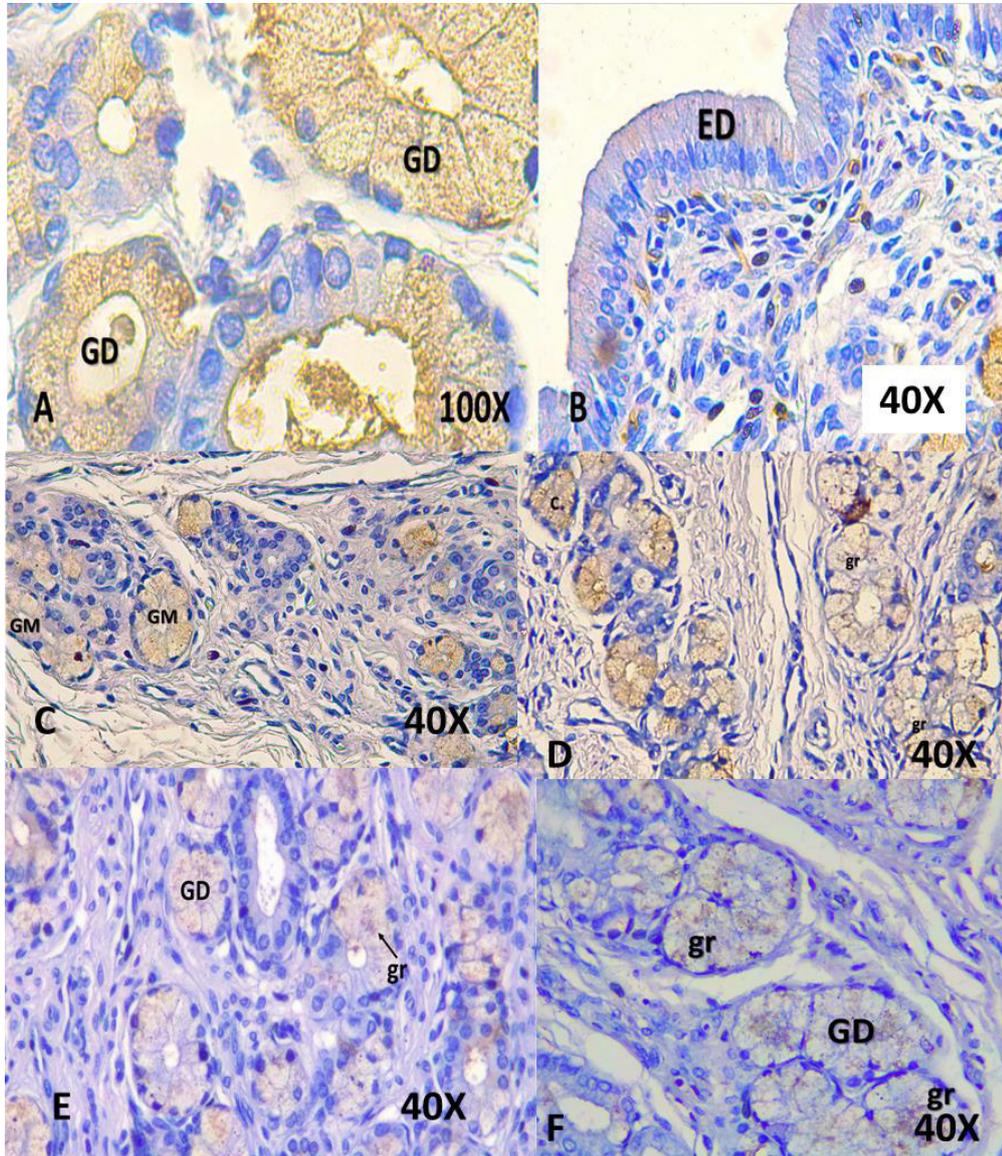
3.1.2.3. **Conducto hepatopancreático.** en este caso también se aprecian los gránulos secretorios con afinidad débil a moderada y el citoplasma de las glándulas ductales con afinidad moderada.

3.1.2.4. **Ampolla hepatopancreática:** En sus tres segmentos muestra reacciones positivas a nivel de las glándulas ductales con presencia de gránulos secretorios.

**Porción intramural 1.** Presencia de gránulos de secreción en las glándulas ductales túbuloacinares con débil a moderada afinidad. El citoplasma muestra una muy ligera afinidad.

**Porción intramural 2.** presencia de una débil a moderada afinidad de gránulos secretorios en el citoplasma de las células de las glándulas ductales.

**Porción intramural 3.** afinidad moderada por las glándulas ductales.



**Figura 21.** Afinidad por la lectina GSL-I. **A. CH** Moderada reacción GA y GBL y débil a moderado en Citoplasma (C) de las glándulas (GM y GS). Objetivo 100X. **B. CH.** Epitelio ductal (ED). Objetivo 40X. **C. CP.** afinidad muy fuerte en citoplasma de algunas de las Glándulas ductales (GD) objetivo 100X **D. CHP** –presencia de gránulos secretorios (gr) a nivel de las glándulas ductales. Citoplasma (C) de algunas glándulas presentan afinidad moderada. Objetivo 40X. **E. AHP-PII** Afinidad débil a moderada en citoplasma de las glándulas ductales (GD) y algunos gránulos secretorios (gr) de moderada afinidad. Objetivo 40X. **F. AHP-PI2** Se aprecian gránulos secretorios (gr) en el citoplasma de algunas de las Glándulas ductales (GD) que muestran moderada afinidad. 40X.

**Cuadro 7** Afinidad según tejidos de la lectina GSL-I.

Lectina <b>GSL I</b>	Epitelio ductal				Glándulas ductales				TC	Tejido Nervioso	
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C			Gr
CH	0	1	1	0	0	1	2	1	2	0	0
CP	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CHP	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	0-1	1-2	0-1	1-2	0	0
AHP - PI2	0	0	0	0	0	0	2-3	0	2-3	0	0
AHP - PI3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1-2	1 (tn)

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.3. RCA-I.

La lectina RCA-I tiene afinidad a distintos niveles, epitelio ductal, glándulas ductales, tejido conjuntivo e incluso las células caliciformes (cuadro 8 y figura 22).

3.1.3.1. **Conducto hepático.** La afinidad en este caso corresponde a dos estructuras, el Epitelio ductal (ED) que presenta una afinidad moderada a nivel de su glicocaliz apical y débil en su citoplasma que al parecer también muestra una afinidad débil de algunos gránulos secretorios.

También se aprecia una afinidad débil a nivel del citoplasma de la porción serosa de las glándulas ductales y del tejido conjuntivo del conducto.

3.1.3.2. **Conducto pancreático.** Se encontró una moderada afinidad a nivel de citoplasma de las células de las glándulas ductales y del tejido conjuntivo.

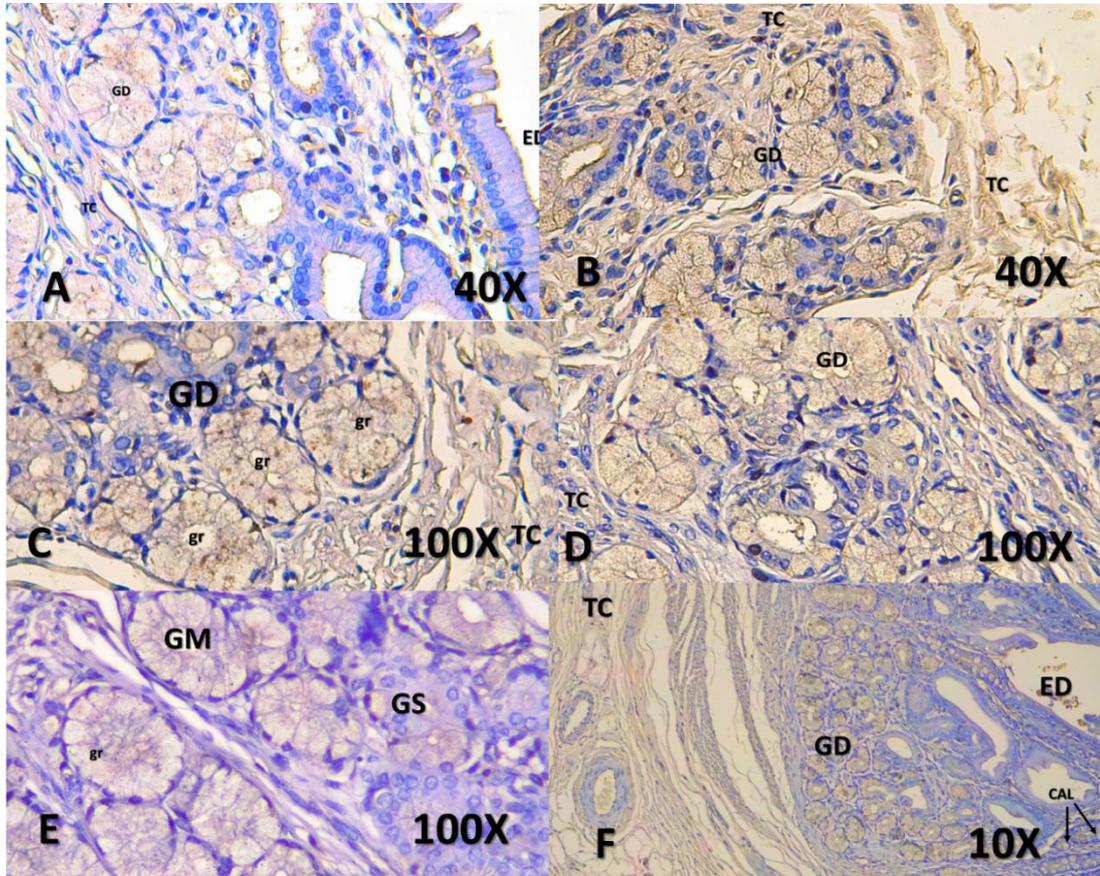
3.1.3.3. **Conducto hepatopancreático.** Se pueden apreciar gránulos secretorios en las glándulas ductales con una moderada afinidad a la lectina.

3.1.3.4. **Ampolla hepatopancreática:** Afinidad a nivel de las glándulas ductales, y además se muestra afinidad por las células caliciformes.

**Porción intramural 1.** muestra una muy ligera reacción frente a esta lectina a nivel del citoplasma de las glándulas ductales y del tejido conectivo.

**Porción intramural 2.** Se puede apreciar una muy afinidad débil del citoplasma que parece mostrar algunos gránulos secretorios.

**Porción intramural 3.** La afinidad de esta lectina a este nivel se puede evidenciar en el epitelio ductal (incluyendo las células caliciformes) de forma débil a moderada.



**Figura 22.** Afinidad por la lectina RCA-I. **A. CH** epitelio ductal (ED), glándulas ductulares (GD) y citoplasma con afinidad débil a moderada. Objetivo 40X. **B. CH.** Moderada reacción en glándulas ductales (GD) y tejido conjuntivo (TC). Objetivo 40X. **C. CHP.** presencia de gránulos secretorios (gr) a nivel de glándulas ductales (GD). Objetivo 100X **D. AHP-PI1** – Afinidad débil de Tejido conjuntivo (TC) y citoplasma de Glándulas ductales (GD). Objetivo 100X. **E. AHP-PI2** Se puede apreciar una afinidad débil de unos gránulos secretorios (gr) en citoplasma de las Glándulas ductales (GD) en sus porciones mucosas (GM) o serosas (GS). Objetivo 40X. **F. AHP-PI3** Epitelio ductal (ED) con moderada afinidad en células caliciformes (CAL), Glándulas ductales (GD). Objetivo 10X.

**Cuadro 8** Afinidad según tejidos de la lectina RCA-I.

Lectina <b>RCA I</b>	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Cel. caliciformes
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	2
CP	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0
CHP	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	0-1	0	0-1	0	1	0
AHP - PI2	0	0	0	0	0	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0
AHP - PI3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (Cal)

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.4. Con A.

La afinidad de la lectina Con A se detalla a continuación (cuadro 9 y figura 23).

3.1.4.1. **Conducto hepático.** No hay afinidad por esta lectina a este nivel.

3.1.4.2. **Conducto pancreático.** Afinidad débil del citoplasma de las glándulas ductales, pero solo de la porción serosa, y por el tejido conjuntivo.

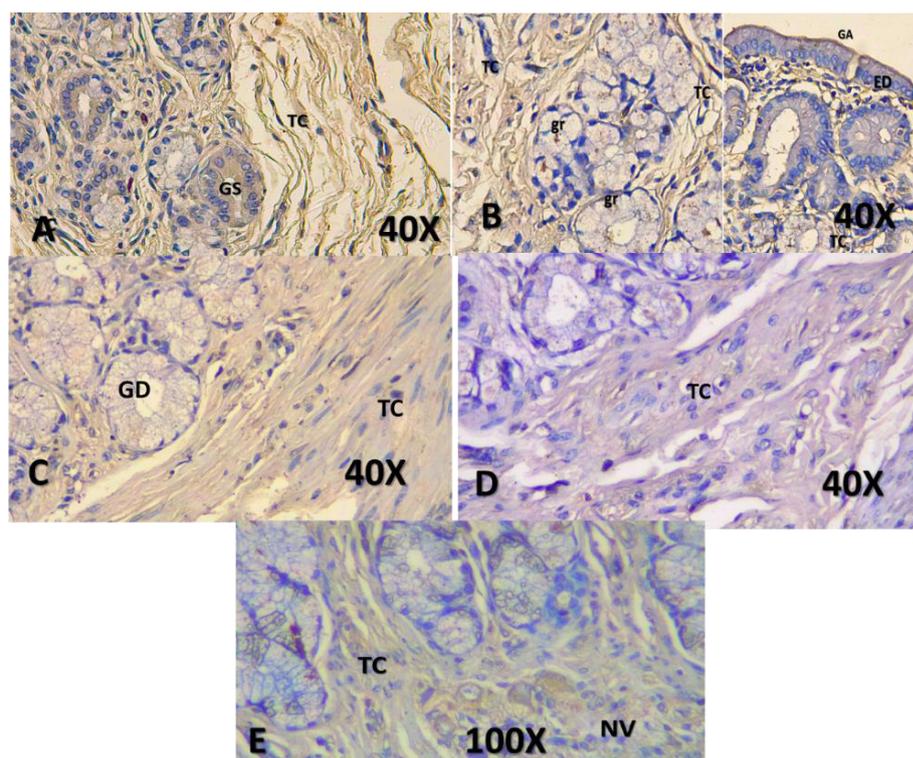
3.1.4.3. **Conducto hepatopancreático.** Gránulos secretorios en el citoplasma de las glándulas ductales y ligera afinidad del Tejido conjuntivo (TC). Moderada a fuerte afinidad en el glicocaliz apical (GA) del epitelio ductal (ED).

3.1.4.4. **Ampolla hepatopancreática:** La afinidad es débil o no está presente a nivel de la ampolla hepatopancreática por la lectina.

**Porción intramural 1.** Muy débil afinidad del Tejido conjuntivo y citoplasma de las glándulas ductales (GD).

**Porción intramural 2.** afinidad muy débil en el tejido conjuntivo (TC).

**Porción intramural 3.** No muestra afinidad por esta lectina a este nivel.



**Figura 23.** Afinidad por la lectina Con A. **A.**CH moderada reacción glándula serosa (GB) y tejido conjuntivo (TC). Objetivo 40X. **B.** CHP presencia de gránulos secretorios (gr) en glándulas ductales (GD). Moderada a fuerte afinidad en el glicocaliz apical (GA) del epitelio ductal (ED). Objetivo 40X. **C.** AHP-PI1. Afinidad débil citoplasma de las células de glándulas ductales (GD) y tejido conjuntivo (TC). Objetivo 40X **D.** AHP-PI2 – Afinidad muy débil en el Tejido conjuntivo (TC). Objetivo 40X. **E.** AHP-PI3 Afinidad débil en tejido conjuntivo (TC) y tejido nervioso (NV). Objetivo 100X.

**Cuadro 9** Afinidad según tejidos de la lectina Con A.

Lectina	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
CHP	2-3	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	0-1	0	0-1	0	1	0
AHP - PI2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-1	0
AHP - PI3	0	0	0	0	0	0-1	2	0-1	2	1-2	0

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.5. SBA

Esta lectina muestra una moderada a fuerte reacción a muchos niveles, incluyendo el glicocaliz apical del epitelio ductal y las glándulas ductales (cuadro 10 y figura 24).

3.1.5.1. **Conducto hepático.** La lectina SBA reacciona de forma débil a moderada a nivel del glicocaliz apical, citoplasma y algunos gránulos secretorios del epitelio ductular. También se puede ver una reacción débil a nivel del citoplasma de las glándulas ductulares túbuloacinares.

3.1.5.2. **Conducto pancreático.** La reacción es fuerte en el glicocaliz apical y gránulos de secreción, y débil a moderado en el citoplasma de ambas porciones de las glándulas ductales (GD).

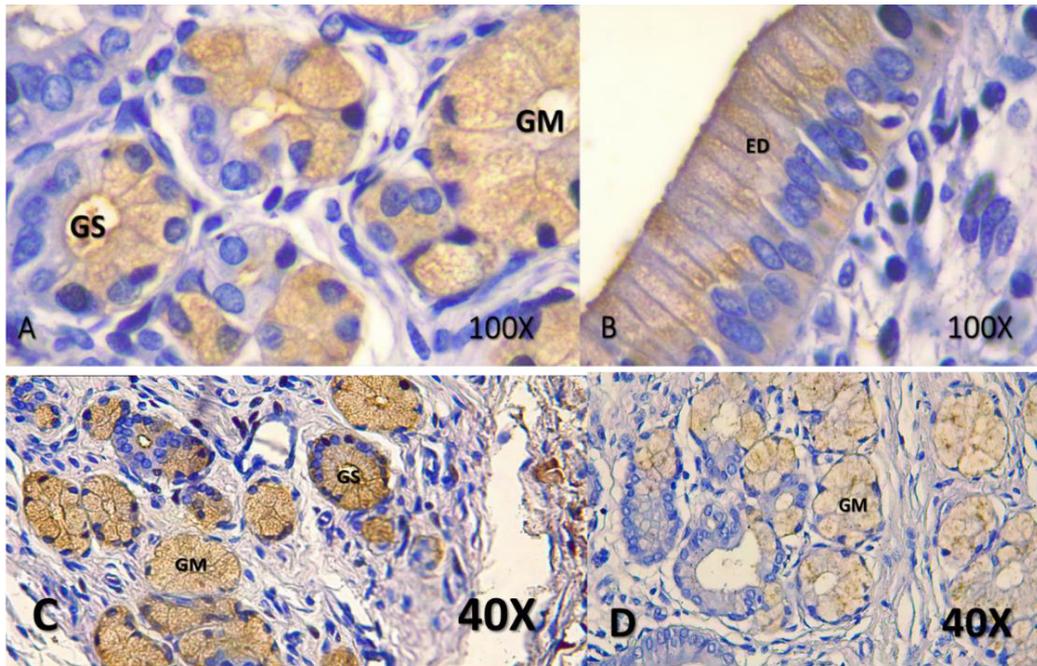
3.1.5.3. **Conducto hepatopancreático.** Afinidad moderada por las glándulas mucosas con presencia de gránulos de moderada afinidad

3.1.5.4. **Ampolla hepatopancreática:** En sus tres segmentos muestra reacciones positivas a nivel de las glándulas ductales.

**Porción intramural 1.** La afinidad se aprecia a diferentes niveles, por un lado, el epitelio ductal presenta una afinidad moderada a fuerte a nivel del glicocaliz apical y algunos gránulos secretorios. El citoplasma de las glándulas ductales muestra una afinidad moderada.

**Porción intramural 2.** Afinidad débil en el citoplasma de las glándulas ductales y de gránulos de secreción a nivel del ápice de las mismas.

**Porción intramural 3.** Se puede apreciar reacción moderada de la lectina en el epitelio de los conductos, en particular en el glicocaliz apical. Así como en las vellosidades de la ampolla algunas células caliciformes. También en algunas glándulas ductales.



**Figura 24.** Afinidad por la lectina SBA. **A. CH** Afinidad moderada glándulas serosas (GS) Objetivo 100X. **B. CH.** Afinidad moderada epitelio ductal (ED) glicocaliz como en citoplasma. Objetivo 100X. **C. CP.** Moderada reacción en la glándula serosa (GS) y de leve a moderada en la glándula mucosa (GM) objetivo 40X **D. CHP** – Afinidad de débil a moderada a nivel de las glándulas mucosas (GM). Objetivo 40X.

**Cuadro 10** Afinidad según tejidos de la lectina SBA.

Lectina <b>SBA</b>	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	1-2	1-2	1-2	0	1-2	1	0	1	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	2-3	3	2-3	3	0	0
CHP	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
AHP - PI1	2-3	0	0	0	2-3	2	0	2	0	0	0
AHP - PI2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
AHP - PI3	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2 (Cal)

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.6. DBA

La afinidad por esta lectina se observó de moderada a fuerte principalmente a nivel del citoplasma de las células de las glándulas ductales, principalmente en las glándulas mucosas tanto de los conductos hepático y pancreático como de la ampolla hepatopancreática. Cabe resaltar que para el caso de PNA, solo se podía ver la reacción de coloración en algunas células de las glándulas ductales (cuadro 11 y figura 25).

3.1.6.1. **Conducto hepático.** EL epitelio ductal muestra una fuerte reacción a nivel del glicocaliz apical y presencia de gránulos secretorios, citoplasma con moderada reacción. El citoplasma de las glándulas ductulares túbuloacinares muestra una débil reacción y los gránulos secretorios moderada (figura 25)

3.1.6.2. **Conducto pancreático.** Muy similar a la reacción observada en las láminas de SBA, muestra una fuerte afinidad por las glándulas ductales túbuloacinares y debe de recalcarse que a nivel de algunas glándulas mucosas se puede ver fuerte por el glicocaliz basolateral y por algunas serosas en su glicocaliz apical (GA).

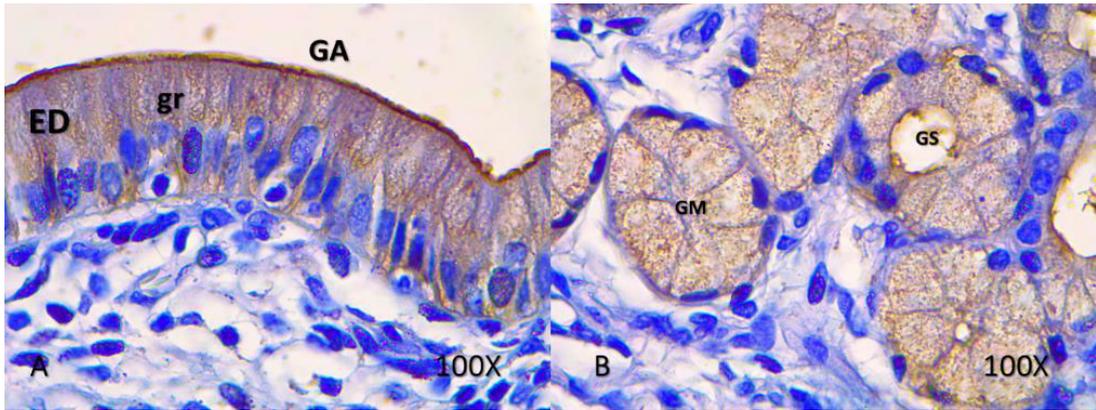
3.1.6.3. **Conducto hepatopancreático.** El epitelio ductal muestra afinidad de moderada a fuerte a nivel de su glicocaliz apical y gránulos secretorios sobre su núcleo. Por otro lado, las glándulas ductales a nivel de su citoplasma muestran afinidad moderada y una fuerte afinidad a nivel del glicocaliz apical de la glándula serosa.

3.1.6.4. **Ampolla hepatopancreática:** En sus tres segmentos muestra reacciones positivas a nivel de las glándulas ductales.

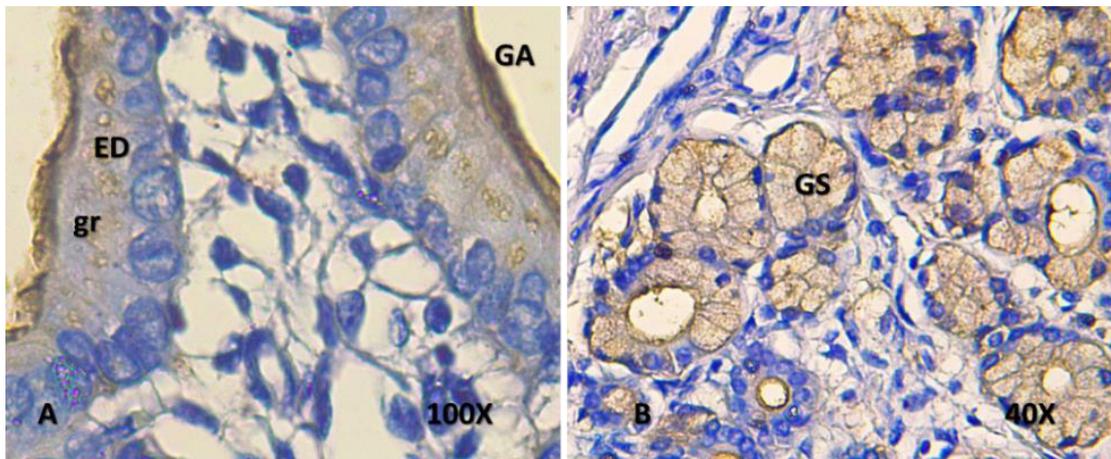
**Porción intramural 1.** reacción positiva fuerte del citoplasma de las glándulas ductales (figura 28).

**Porción intramural 2.** Esta lectina muestra afinidad moderada en los gránulos de secreción, débil en el citoplasma del epitelio ductal, moderada a fuerte del glicocaliz apical. Además de afinidad moderada a nivel del citoplasma de glándulas ductales (figura 27).

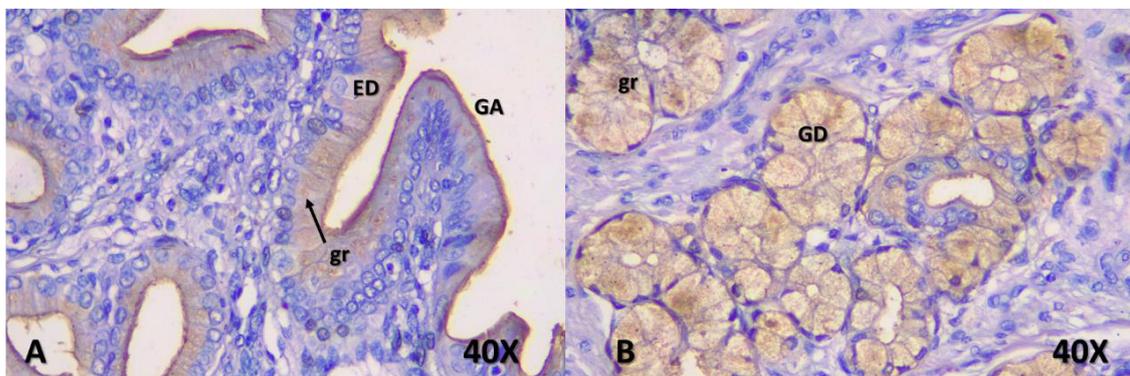
**Porción intramural 3.** Muestra afinidad moderada por el glicocaliz apical del epitelio ductal, así como por el citoplasma de las mismas células, aunque va de moderado a débil desde el ápice a la base de la célula. Y moderada afinidad a nivel del citoplasma de las glándulas ductales.



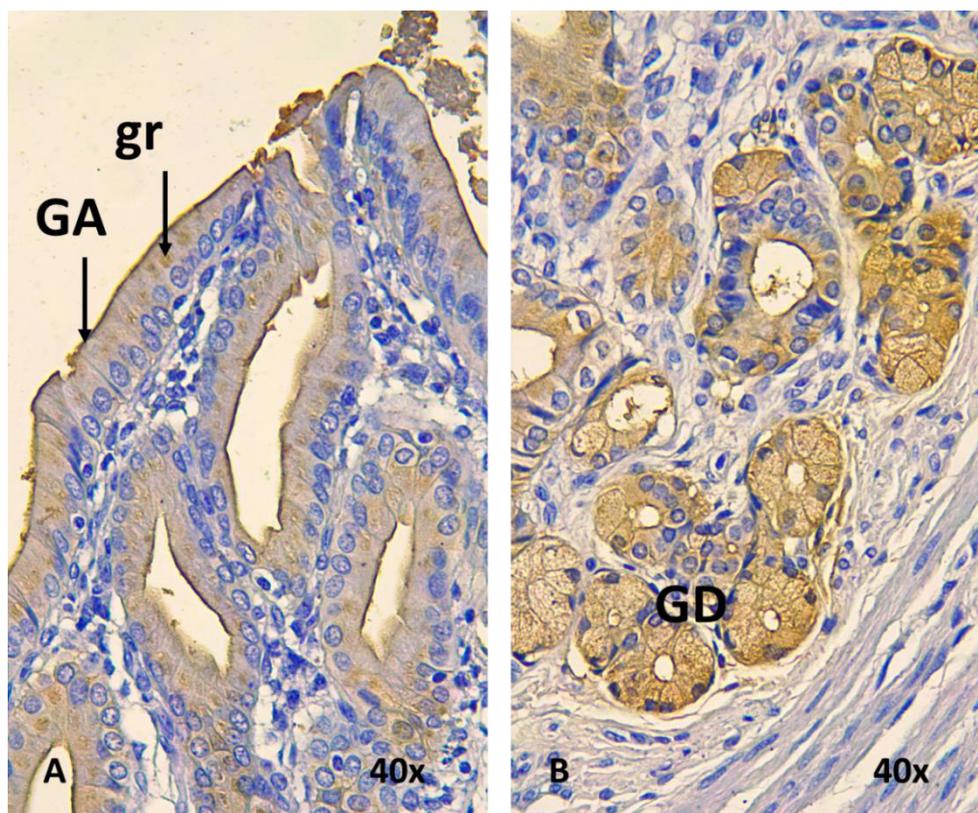
**Figura 25.** Afinidad por la lectina DBA - conducto hepático (CH). **A.** Fuerte reacción en glicocaliz apical (GA), moderada del citoplasma y presencia de gránulos secretorios (gr) del epitelio ductal (ED). 100X. **B.** Moderada reacción en el citoplasma y gránulos secretorios de las glándulas ductales túbuloacinares. Objetivo 100X.



**Figura 26.** Afinidad por la lectina DBA Conducto hepatopancreático (CHP). **A.** Afinidad moderada a fuerte a nivel del Epitelio ductal (ED) en su glicocaliz apical (GA) y presencia de gránulos secretorios (gr). 100X. **B.** Moderada afinidad a nivel del citoplasma de las glándulas ductales (GD). Afinidad fuerte a nivel del glicocaliz apical, conductos y la glándula serosa. Objetivo 40X.



**Figura 27.** Afinidad por la lectina DBA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2) **A.** glicocaliz apical (GA) del epitelio ductal (ED) con moderada afinidad y presencia de gránulos secretorios (gr) supranucleares. Objetivo 40X. **B.** Afinidad moderada del citoplasma de las Glándulas ductales (GD). Objetivo 40X.



**Figura 28.** Afinidad por la lectina DBA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 (AHP-PI1) **A.** Epitelio ductular (ED) con afinidad moderada a fuerte del glicocaliz apical (GA) y algunos gránulos de secreción (gr) supranucleares, el citoplasma muestra afinidad débil a moderada. Objetivo 40X. **B.** Afinidad moderada en el citoplasma de las glándulas ductales (GD) Objetivo 40X.

**Cuadro 11** Afinidad según tejidos de la lectina DBA.

Lectina	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	3	2	2	0	2	1	2	1	2	0	0
CP	0	0	0	0	0	2-3	0	0	0	0	0
CHP	2-3	0	0	0	2-3	2	0	2	0	0	0
AHP - PI1	3	1	0	2	0	2-3	0	2-3	0	0	0
AHP - PI2	2-3	2	1	2	0	2	0	2	0	0	0
AHP - PI3	2	2	1	0	0	2	0	2	0	0	0

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.7. LCA

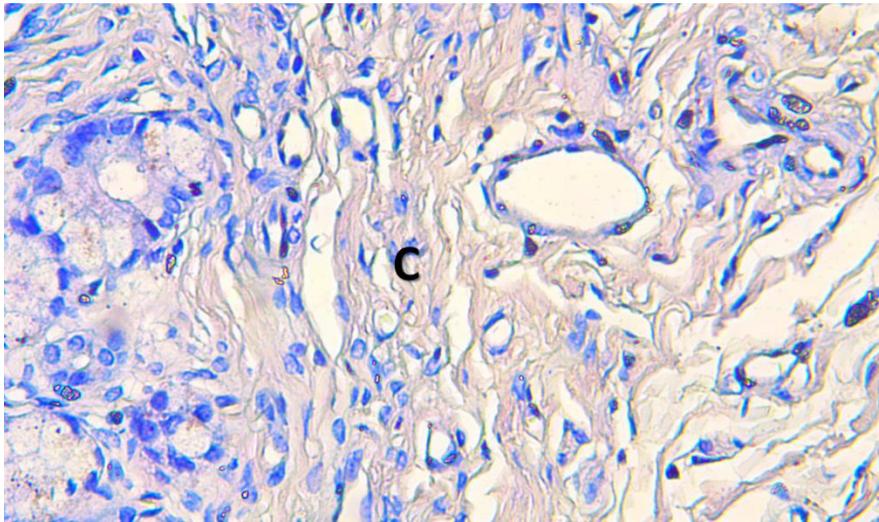
La lectina muestra afinidad a nivel de conducto hepático, pancreático y conducto hepatopancreático de intensidad débil. (cuadro 12 y figura 29).

3.1.7.1. **Conducto hepático.** Al igual que PSA mostró una débil afinidad a nivel del Tejido conjuntivo.

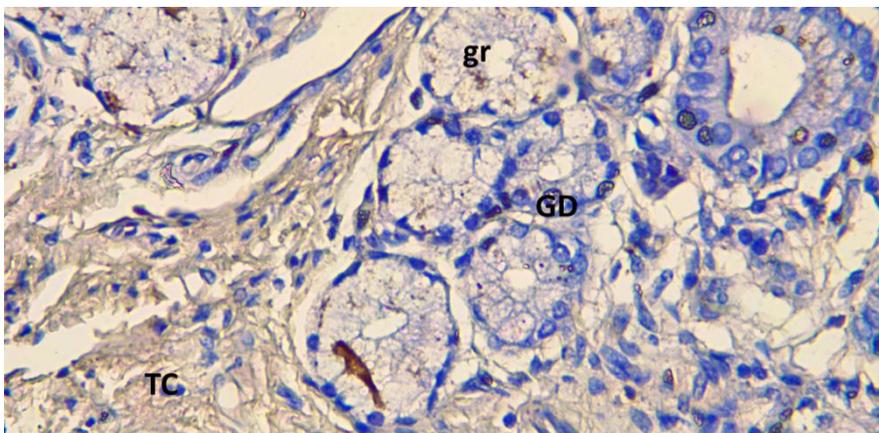
3.1.7.2. **Conducto pancreático.** débil afinidad por el tejido conjuntivo.

3.1.7.3. **Conducto hepatopancreático.** Se puede apreciar una reacción positiva débil a nivel del Tejido conjuntivo y gránulos secretorios en el citoplasma de las glándulas ductales.

3.1.7.4. **Ampolla hepatopancreática:** No mostró afinidad a este nivel.



**Figura 29.** Afinidad por la lectina LCA - conducto hepático (CH) – Débil afinidad por la lectina a nivel de citoplasma (C). Objetivo 40X.



**Figura 30.** Afinidad por la lectina LCA - conducto hepatopancreático (CHP) Afinidad débil de Tejido conjuntivo (TC) y presencia de gránulos secretorios (gr) en citoplasma de Glándulas ductales (GD) Objetivo 40X.

**Cuadro 12** Afinidad según tejidos de la lectina LCA.

Lectina LCA	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CHP	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AHP - PI2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AHP - PI3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.8. PSA

La lectina PSA mostró afinidad débil a diversos tejidos como el epitelio ductal, las glándulas ductales i el tejido conjuntivo (cuadro 13).

3.1.8.1. **Conducto hepático.** Se evidenció una débil reacción en el citoplasma del Epitelio ductal y en el tejido conjuntivo (figura 31).

3.1.8.2. **Conducto pancreático.** Se puede apreciar una afinidad débil por esta lectina.

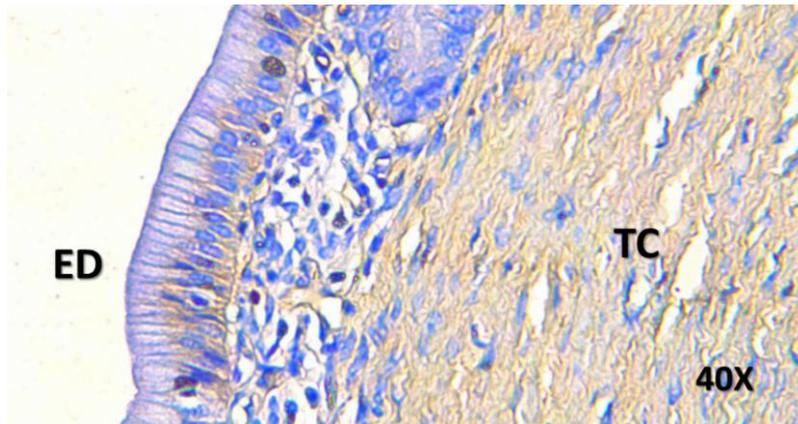
3.1.8.3. **Conducto hepatopancreático.** Se puede apreciar una reacción positiva débil a nivel del Tejido conjuntivo y gránulos secretorios en el citoplasma de las glándulas ductales. (figura 32)

3.1.8.4. **Ampolla hepatopancreática:** Es muy variada la reacción en las tres porciones de la ampolla.

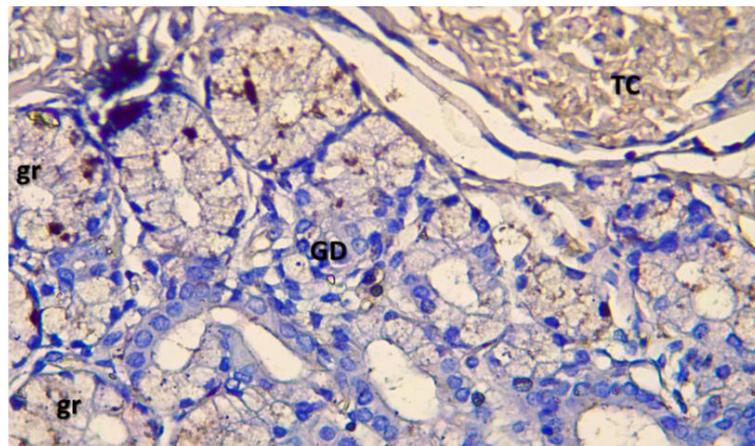
**Porción intramural 1.** No mostró afinidad a este nivel.

**Porción intramural 2.** Moderada afinidad de gránulos secretorios y ligera afinidad en el citoplasma de las glándulas ductales (figura 33).

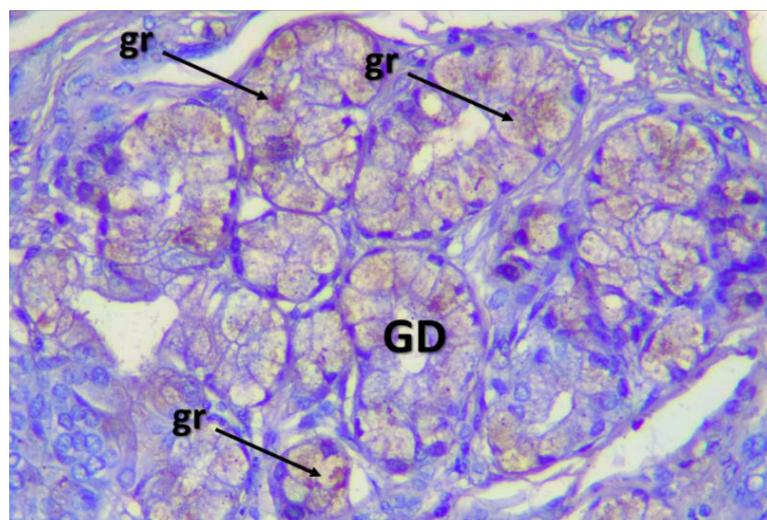
**Porción intramural 3.** Se muestra una débil afinidad a nivel de Tejido conjuntivo, y algunos gránulos secretorios en las glándulas ductales.



**Figura 31.** Afinidad por la lectina PSA - conducto hepático (CH) – Afinidad débil a moderada en epitelio ductal (ED) y tejido conjuntivo (TC). En el citoplasma del epitelio ductal principalmente en la zona basal. Objetivo 40X.



**Figura 32.** Afinidad por lectina PSA - conducto hepatopancreático (CHP) Afinidad débil en Tejido conjuntivo (TC) y gránulos secretorios (gr) en citoplasma de Glándulas ductales (GD) Objetivo 40X.



**Figura 33.** Afinidad por la lectina PSA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2) Moderada afinidad por gránulos secretorios (gr) y ligera afinidad en el citoplasma de algunas de las Glándulas ductales (GD) Objetivo 40X

**Cuadro 13** Afinidad según tejidos de la lectina PSA.

Lectina PSA	Epitelio ductal				Glándulas ductales				TC	Otros	
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C			Gr
CH	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CHP	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AHP - PI2	0	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0
AHP - PI3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.9. WGA

La afinidad por esta lectina se observó de intensidad moderada tanto en el epitelio como en las glándulas ductales (cuadro 14).

3.1.9.1. **Conducto hepático.** Se ve una reacción moderada a fuerte a nivel del glicocaliz apical y moderada de gránulos secretorios del epitelio ductal y débil del citoplasma de las porciones acinares mucosas de las glándulas ductulares (figura 34).

3.1.9.2. **Conducto pancreático.** Afinidad moderada en el citoplasma a nivel de glándulas ductales y débil a moderada en el tejido conectivo (figura 35).

3.1.9.3. **Conducto hepatopancreático.** Afinidad moderada en glicocaliz apical del epitelio ductal y a nivel de glándulas ductales.

3.1.9.4. **Ampolla hepatopancreática:** En sus tres segmentos muestra reacciones positivas a nivel de las glándulas ductales.

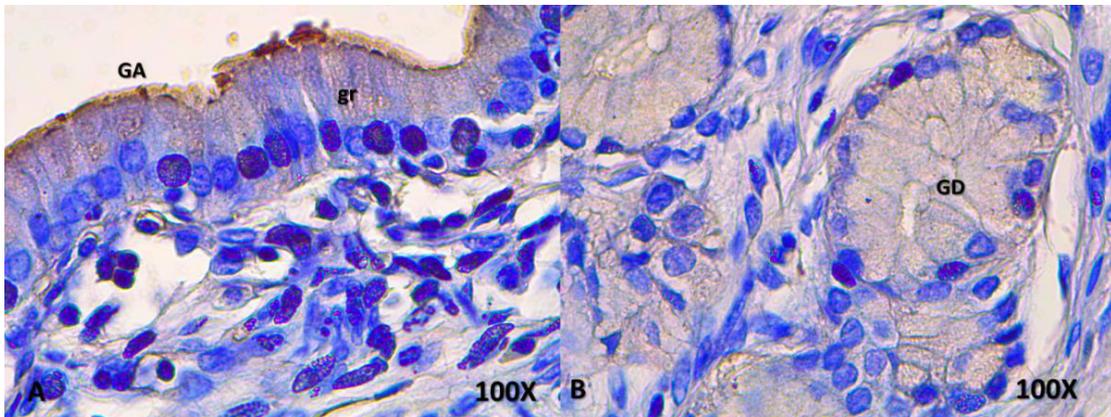
**Porción intramural 1.** Se puede apreciar una afinidad débil a nivel del Tejido conjuntivo y del citoplasma de las glándulas ductales túbuloacinares, además se puede apreciar afinidad de débil a moderada de la lectina a nivel del glicocaliz apical del epitelio ductal.

**Porción intramural 2.** Presencia de afinidad en el epitelio ductal, en especial a nivel del glicocaliz apical.

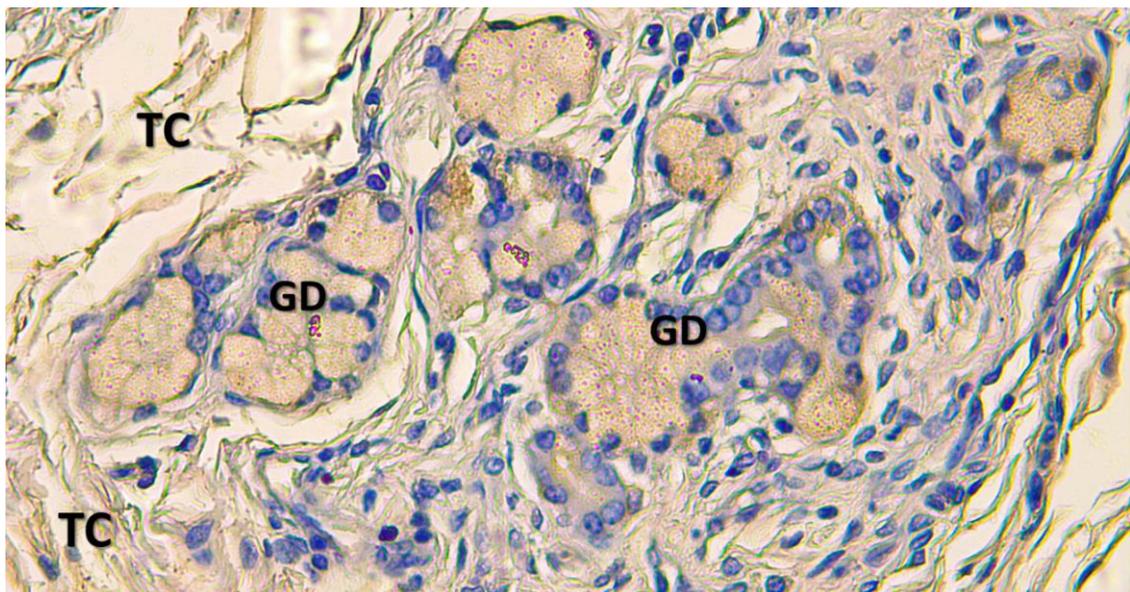
El citoplasma presenta una marcación que va de moderada a débil desde apical a basal. Presencia de gránulos de secreción

perinucleares. Las glándulas ductales muestran un citoplasma de débil a moderada afinidad.

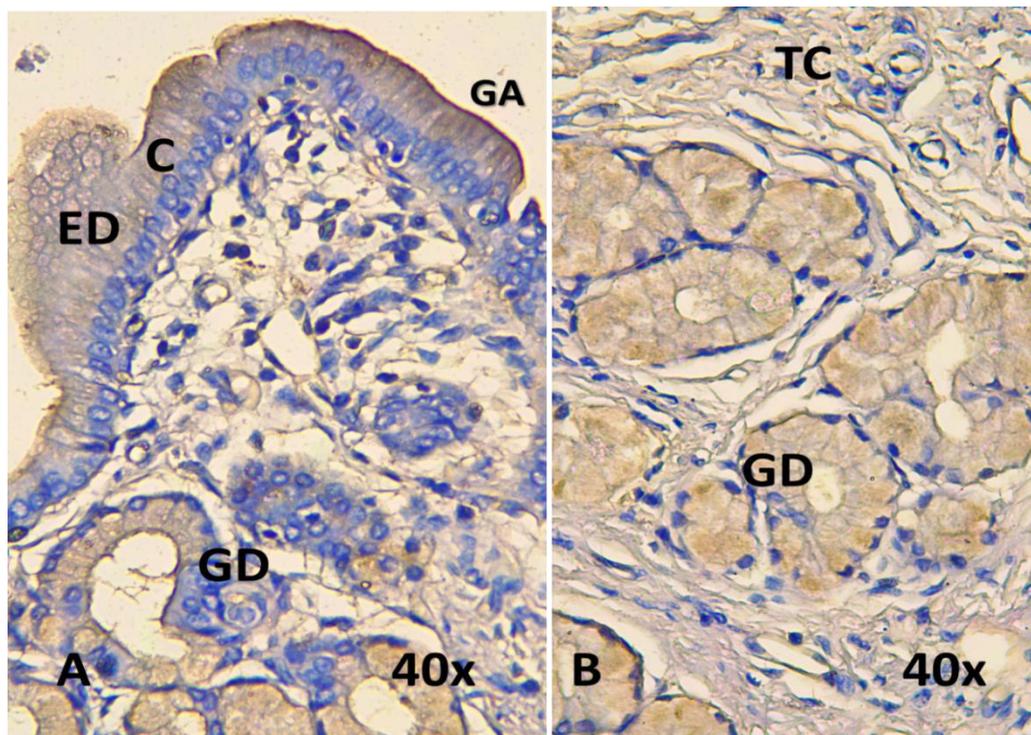
**Porción intramural 3.** El glicocaliz apical del epitelio ductal muestra moderada afinidad, así como las células caliciformes y el citoplasma de las glándulas ductales.



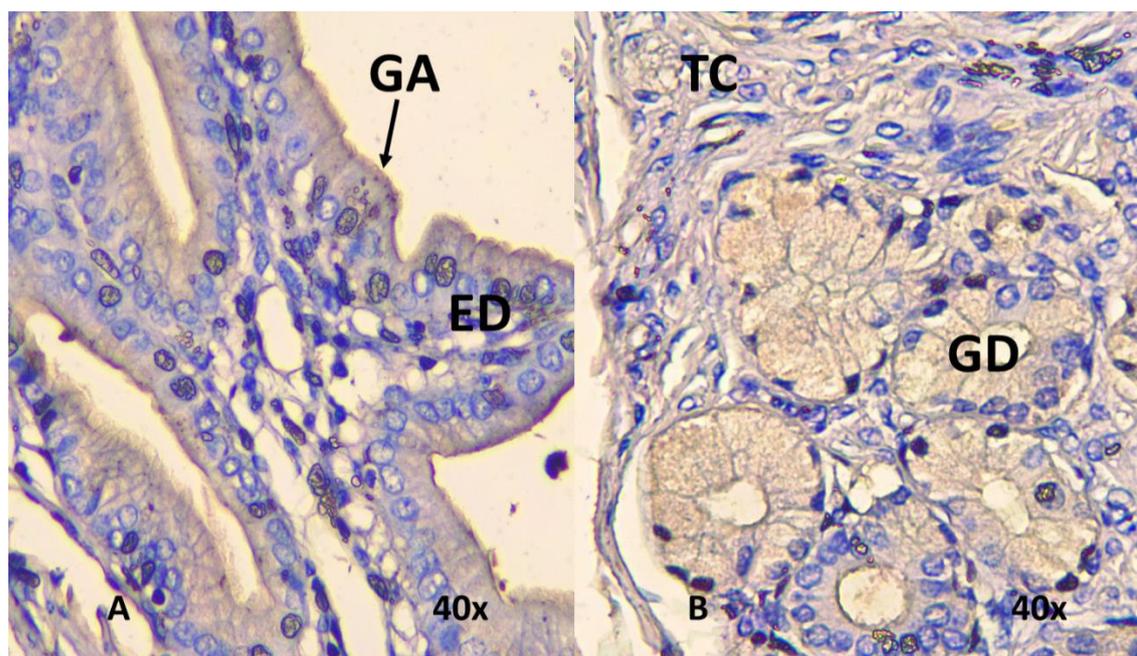
**Figura 34.** Afinidad por la lectina WGA - conducto hepático (CH) – A. moderada reacción en glicocaliz apical (GA) y presencia de gránulos secretorios (gr) del Epitelio ductal (ED). Objetivo 100X. B. una moderada reacción en el citoplasma de las glándulas ductales (GD). Objetivo 100X.



**Figura 35.** Afinidad por WGA - conducto pancreático (CP) –moderada reacción de glándulas ductales túbuloacinares (GD) y débil a moderada en Tejido conectivo (TC). Objetivo 40X.



**Figura 36.** Afinidad por la lectina WGA - conducto hepatopancreático (CHP) **A.** Epitelio ductal (ED) con afinidad moderada a fuerte en glicocaliz apical (GA) y citoplasma (C), variación de afinidad de zona apical a basal. Afinidad moderada de glándulas ductales (GD) objetivo 40X. **B.** Tejido conjuntivo (TC) y glándulas ductales (GD) objetivo 40X.



**Figura 37.** Afinidad por la lectina WGA – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 (AHP-PI1) **A.** glicocaliz apical (GA) del epitelio ductal (ED) con moderada afinidad, y débil en citoplasma. Objetivo 40X. **B.** Afinidad débil a moderada en Tejido conjuntivo (TC) y débil a moderada de citoplasma de las Glándulas ductales (GD) Objetivo 40X

**Cuadro 14** Afinidad según tejidos de la lectina WGA.

Lectina WGA	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	2-3	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	2-3	0	2-3	0	1-2	0
CHP	3	3	2	0	2	2	0	2	0	1	0
AHP - PI1	2	2	1	0	0	1-2	0	1-2	0	1	0
AHP - PI2	2	1	1	2	0	1-2	0	1-2	0	0	0
AHP - PI3	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2 (Cal)

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal*

### 3.1.10. sWGA

La afinidad por esta lectina se observó principalmente de intensidad moderada a nivel de las glándulas ductales (cuadro 15). Y a nivel del conducto hepatopancreático se aprecian gránulos secretorios.

3.1.10.1. **Conducto hepático.** Reacción moderada a nivel del citoplasma de las glándulas ductulares (figura 38).

3.1.10.2. **Conducto pancreático** Se aprecia en el citoplasma de las glándulas ductales túbuloacinares con una moderada afinidad.

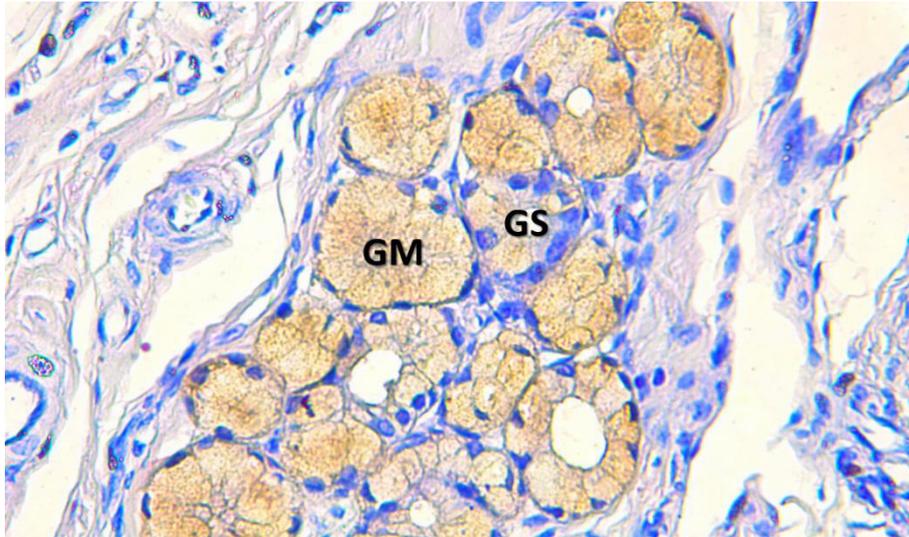
3.1.10.3. **Conducto hepatopancreático.** Afinidad moderada a nivel del citoplasma de las glándulas ductales túbuloacinares 1.

3.1.10.4. **Ampolla hepatopancreática:** En sus tres segmentos muestra reacciones positivas moderadas muy similares a nivel de las glándulas ductales.

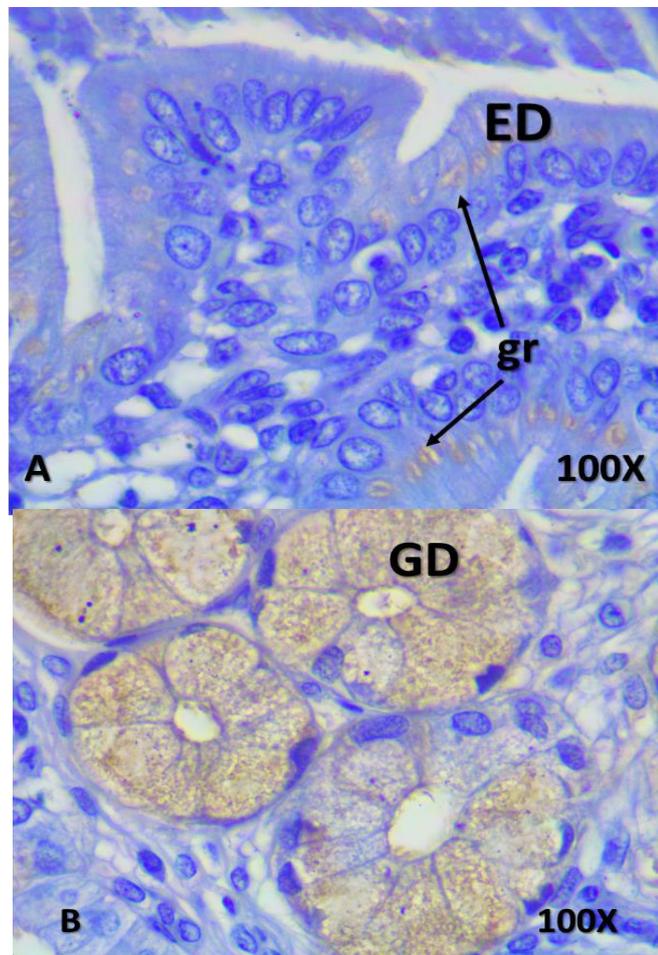
**Porción intramural 1.** Muy similar a lo observado por la lectina WGA, pero con menor intensidad de afinidad. Y en que no tiene afinidad por el epitelio ductal

**Porción intramural 2.** Muy similar a lo observado por la lectina WGA, pero con menor intensidad de afinidad. Y en que no tiene afinidad por el epitelio ductal.

**Porción intramural 3.** Se puede ver una moderada afinidad por esta lectina a nivel del citoplasma de las células de las glándulas ductales.



**Figura 38.** Afinidad por la lectina sWGA - conducto hepático (CH) – Moderada reacción citoplasma de las porciones mucosas (GM) y serosas (GS) de las glándulas ductales. Objetivo 40X.



**Figura 39.** Afinidad por la lectina sWGA. **A** – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2) Ligera a moderada afinidad de unas estructuras granulares (gr) supranucleares del epitelio ductales (ED). Objetivo 100X. **B.** Citoplasma con moderada afinidad a nivel de glándulas ductales (GD) Objetivo 100X.

**Cuadro 15** Afinidad según tejidos de la lectina sWGA.

Lectina sWGA	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0
CHP	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
AHP – PI2	0	0	0	1-2	0	2	0	2	0	0	0
AHP – PI3	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.11. UEA-I

Es una lectina mostró poca afinidad por los conductos y la ampolla hepatopancreática (cuadro 16).

3.1.11.1. **Conducto hepático.** No mostró afinidad a este nivel.

3.1.11.2. **Conducto pancreático.** No mostró afinidad a este nivel.

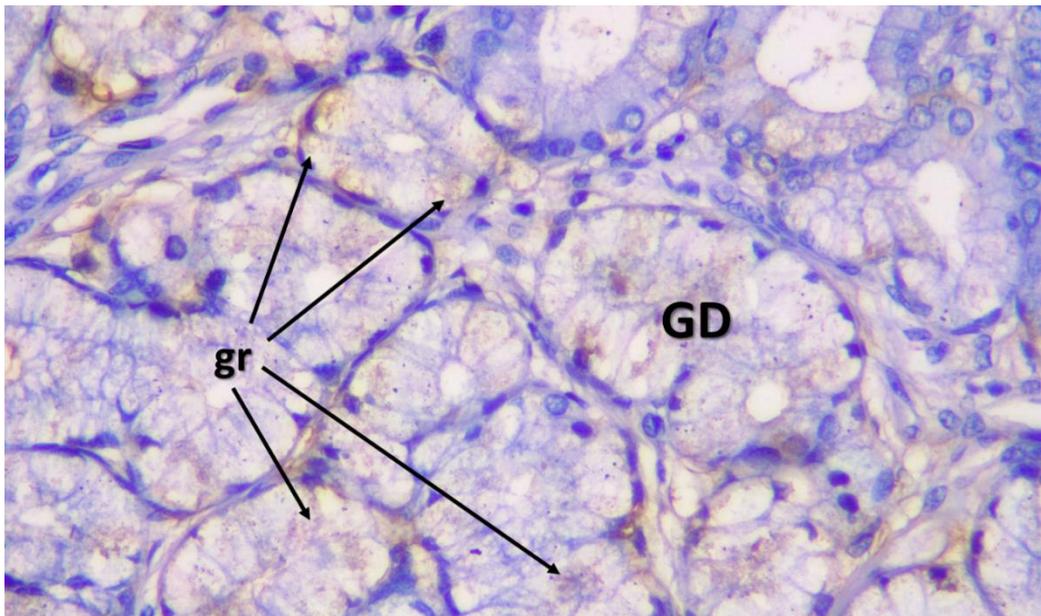
3.1.11.3. **Conducto hepatopancreático.** No mostró afinidad a este nivel.

3.1.11.4. **Ampolla hepatopancreática:** la afinidad por esta lectina es débil y solo se presenta en dos de los segmentos de la ampolla (AHP- IM2 y AHP- IM3).

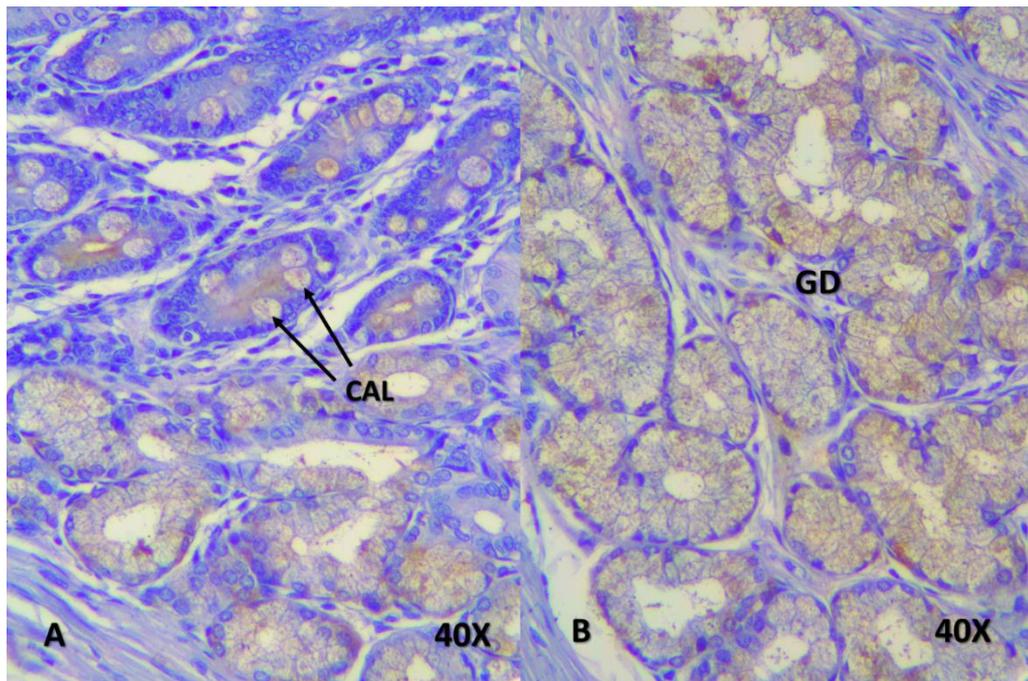
**Porción intramural 1.** No mostró afinidad a este nivel.

**Porción intramural 2.** se puede apreciar una muy ligera presencia de gránulos secretorios en el citoplasma de la zona basal de las células glandulares (figura 40)

**Porción intramural 3.** se puede apreciar la débil afinidad de esta lectina en las células caliciformes que están en las vellosidades, y moderada en el citoplasma de las células que tapizan las vellosidades y moderada reacción a nivel del citoplasma de las glándulas ductales (figura 41).



**Figura 40.** Afinidad por la lectina UEA I – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2) Liger a afinidad por gránulos secretorios (gr) en el citoplasma de algunas de las Glándulas ductales (GD) Objetivo 40X.



**FIGURA 41.** Afinidad por la lectina UEA I – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 3 (AHP-PI3) **A** Afinidad débil a nivel de las células caliciformes (CAL) y del epitelio ductal de las vellosidades. Objetivo 40X. **B.** moderada reacción en las glándulas ductales (GD) Objetivo 40X

**Cuadro 16** Afinidad según tejidos de la lectina UEA-I

Lectina UEA I	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AHP - PI2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
AHP - PI3	0	2	2	0	0	2	0	2	0	0	1

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

### 3.1.12. PHA-E

Solo muestra afinidad por el tejido conjuntivo y tejido nervioso de la ampolla hepatopancreática y del glicocaliz apical del epitelio ductal (cuadro 17).

3.1.12.1. **Conducto hepático.** No mostró afinidad a este nivel.

3.1.12.2. **Conducto pancreático** solo se observó una afinidad ligera por el Tejido conjuntivo (TC).

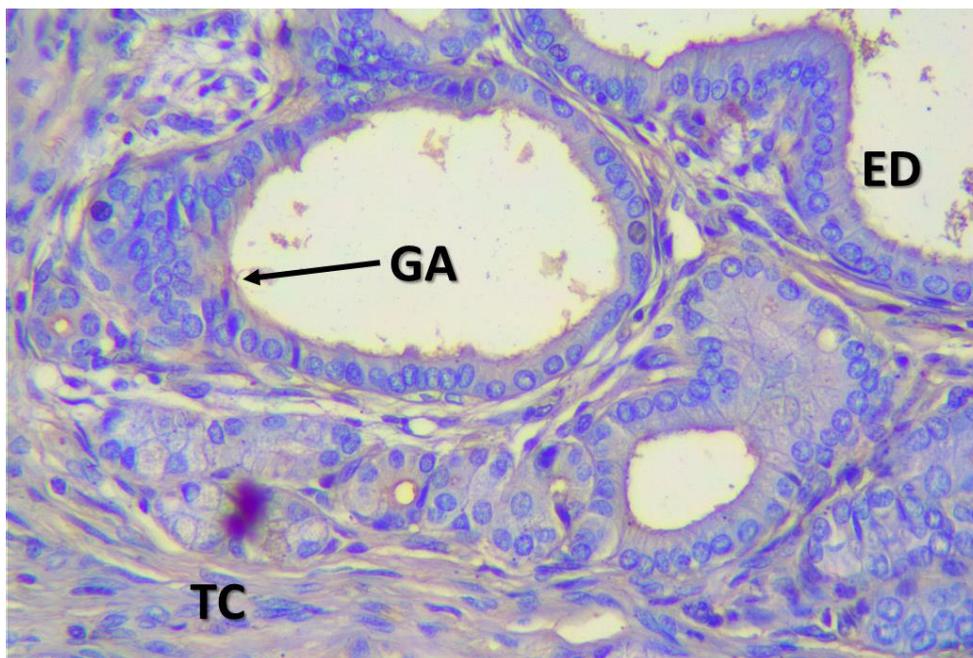
3.1.12.3. **Conducto hepatopancreático.** No mostró afinidad a este nivel.

3.1.12.4. **Ampolla hepatopancreática:** Solo muestra afinidad a nivel del segundo segmento de la ampolla.

**Porción intramural 1.** No mostró afinidad a este nivel.

**Porción intramural 2.** El epitelio ductal presenta afinidad moderada a nivel de su glicocaliz apical. Se puede ver también afinidad en el citoplasma de las glándulas ductales, así como en el tejido conjuntivo. Presencia de tejido nervioso que presenta afinidad de débil a moderada.

**Porción intramural 3.** No se mostró afinidad a este nivel.



**Figura 42.** Afinidad por la lectina PHA E – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2) afinidad débil a moderada del glicocaliz apical (GA) del epitelio de los ductos (ED) y del tejido conectivo (TC), Objetivo 40X.

**Cuadro 17** Afinidad según tejidos de la lectina PHA-E

Lectina PHA E	Epitelio ductal					Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz apical (GA)	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
		CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CHP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AHP - PI1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AHP - PI2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1-2 (NV)
AHP - PI3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal*

### 3.1.13. PHA-L

Esta lectina mostró afinidad moderada a nivel del glicocaliz del epitelio ductal y afinidad débil a nivel del tejido conectivo. (cuadro 18)

3.1.13.1. **Conducto hepático.** No mostró afinidad a este nivel.

3.1.13.2. **Conducto pancreático.** Esta lectina muestra fuerte afinidad por algunas células de las glándulas ductales a nivel glicocaliz apical y citoplasma. Pero la reacción se aprecia solo en algunas glándulas.

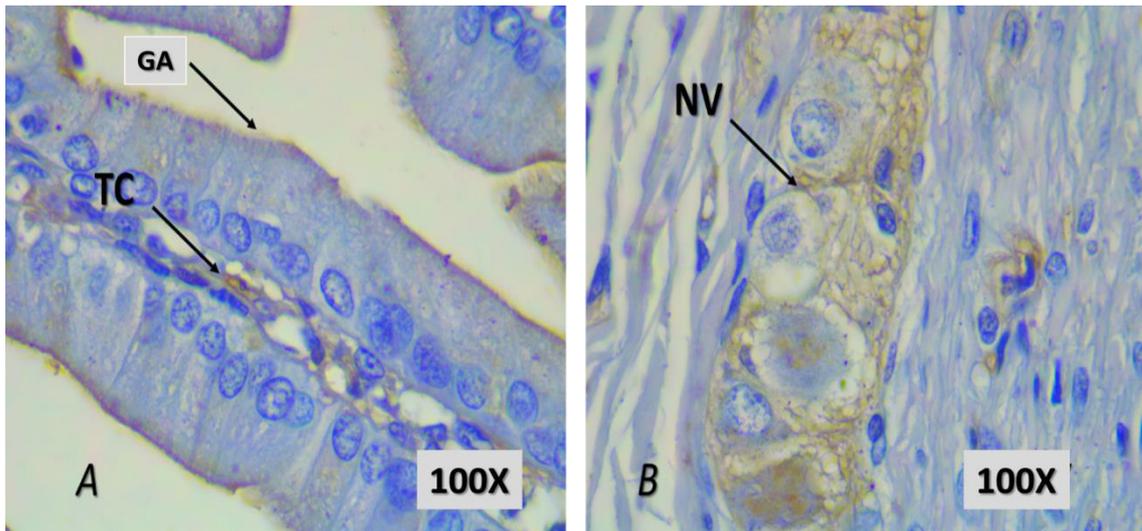
3.1.13.3. **Conducto hepatopancreático.** No mostró afinidad a este nivel.

3.1.13.4. **Ampolla hepatopancreática:** En sus tres segmentos muestra reacciones positivas a nivel de las glándulas ductales.

**Porción intramural 1.** reacción positiva moderada a fuerte en algunas células de las glándulas.

**Porción intramural 2.** Se puede apreciar afinidad débil en glicocaliz apical del epitelio ductal y del tejido conjuntivo. Afinidad moderada en tejido nervioso.

**Porción intramural 3.** No hay afinidad por esta lectina a este nivel.



**Figura 43.** Afinidad por la lectina PHA L – Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 (AHP-PI2) **A.** El glicocaliz apical(GA) del epitelio ductal con débil a moderada afinidad, además de Tejido conectivo (TC) que forma trabéculas dentro de las vellosidades del ducto con afinidad moderada. Objetivo 100X. **B.** Moderada afinidad por el tejido conjuntivo (TC) y el tejido nervioso (NV) rodeando las neuronas. Objetivo 100X.

**Cuadro 18** Afinidad según tejidos de la lectina PHA-L

Lectina PHA L	Epitelio ductal						Glándulas ductales				TC	Otros
	Glicocaliz		Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas		Glándula mucosa		Glándula serosa			
	GA	GBL	CA	CB	PN	D	C	Gr	C	Gr		
CH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-1	0
CHP	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2
AHP - PI1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1(NV)
AHP - PI2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1-2	0
AHP - PI3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0

*Glicocaliz apical=GA, citoplasma=C, citoplasma apical=CA, citoplasma basal=CB, perinuclear=PN, Disperso=D, Gránulos=Gr, TC=Tejido Conjuntivo, tejido nervioso (NV), Células caliciformes=Cal.*

#### 4. Evaluación histoquímica

Se realizó el examen histoquímico con el objetivo de determinar los tejidos y productos de secreción que presentaban azúcares a nivel de los seis segmentos mencionados y se encontraron las siguientes reacciones ante la tinción PAS (cuadro 11):

##### 4.1. Evaluación histoquímica del Conducto hepático

###### 4.1.1. Epitelio ductal

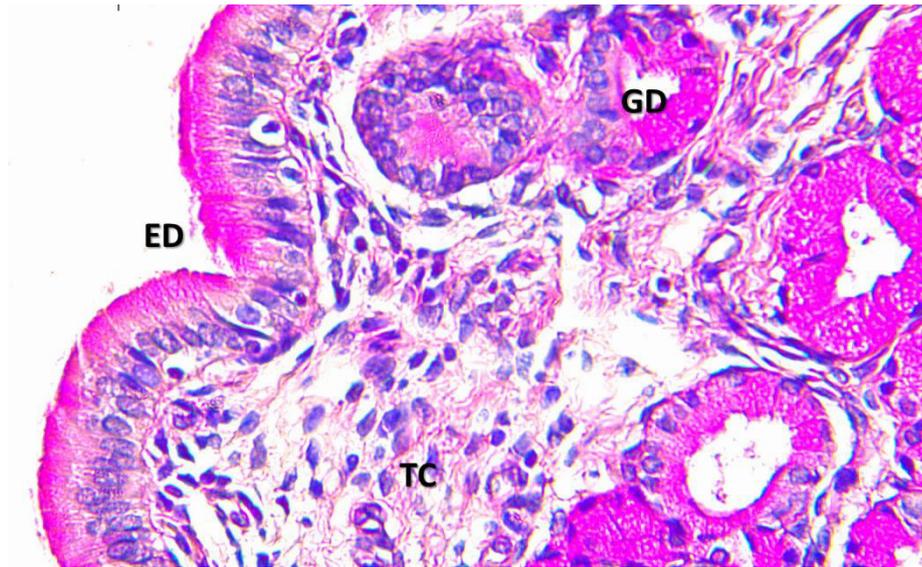
En el epitelio ductal se puede apreciar que la reacción PAS es muy fuerte a nivel del Glicocaliz apical. Siendo a nivel de citoplasma más intensa en la zona apical y menos en la zona basal. Se pueden apreciar algunas fibras del tejido conectivo con una débil reacción PAS a nivel de la lámina basal. (figura 44)

###### 4.1.2. Glándulas ductales

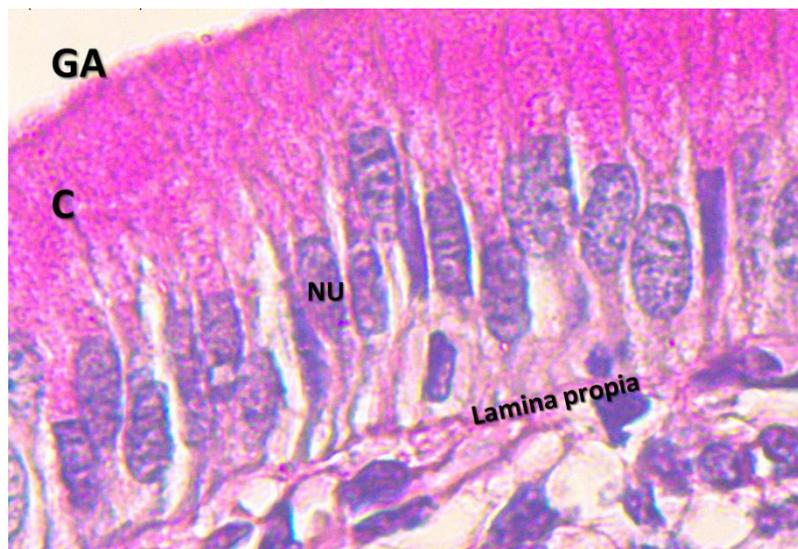
Reacción positiva muy fuerte en el citoplasma de las células de las glándulas (figura 44). Por lo general la reacción es muy fuerte en la porción mucosa y de moderada a fuerte en la serosa de las glándulas ductales.

###### 4.1.3. Lámina propia y submucosa

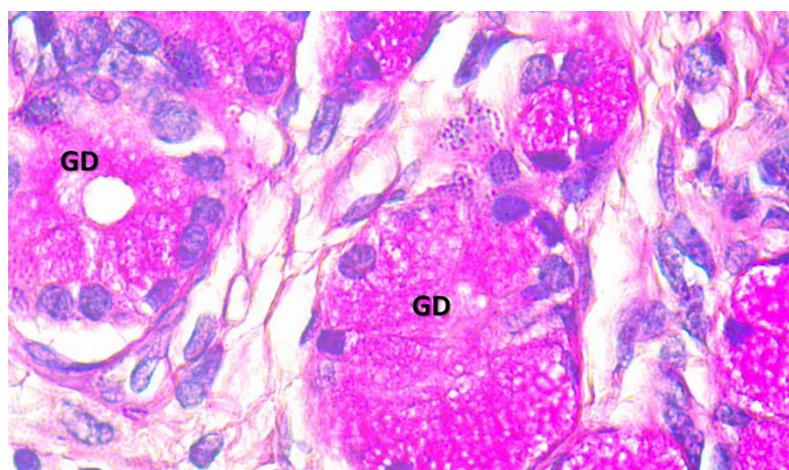
Presenta un tejido conectivo con una débil a moderada reacción PAS positiva. En todo el campo de la muestra del corte (figuras 45 y 46).



**Figura 44.** Conducto hepático – Coloración PAS. Reacción PAS positiva 3. A nivel del glicocaliz apical y del citoplasma de la zona apical del epitelio ductal (ED) y las Glándulas ductales (GD). Objetivo 40X.



**Figura 45.** Conducto hepático – Coloración PAS. Epitelio ductal. Reacción PAS positiva 3. A nivel del glicocaliz apical y del citoplasma de la zona apical que disminuye la reacción en la zona basal. Objetivo 100X.



**Figura 46.** Conducto hepático – Coloración PAS. Glándulas ductales. Puede apreciarse una reacción positiva fuerte en las glándulas túbuloacinares. Objetivo 100X.

#### **4.2. Evaluación histoquímica del Conducto pancreático**

##### **4.2.1. Epitelio ductal**

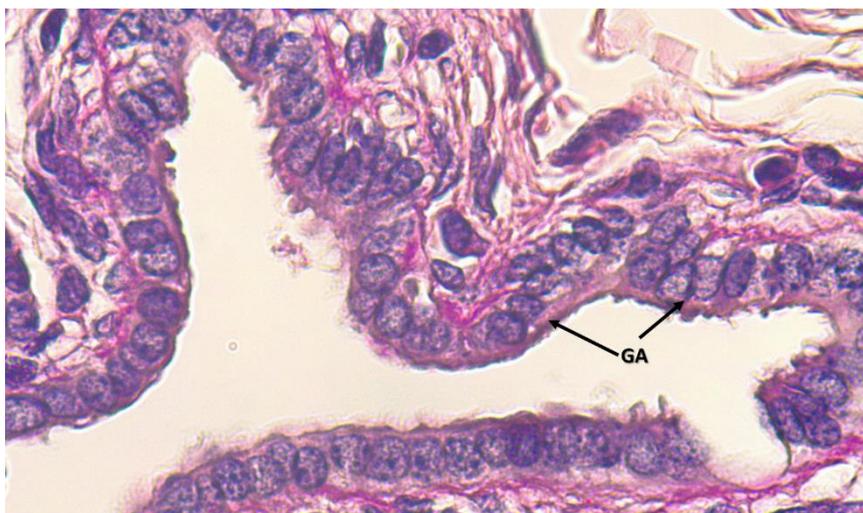
En el epitelio ductal solo muestra una reacción débil en el glicocaliz apical y de muy débil a débil tanto a nivel del citoplasma de las células epiteliales y una reacción moderada a nivel de la lámina propia de tejido conjuntivo (figura 47)

##### **4.2.2. Glándulas ductales**

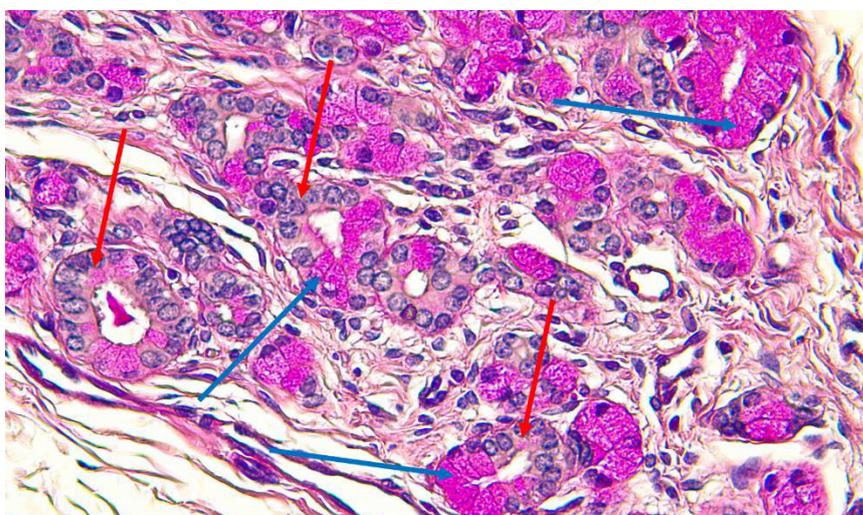
Muy similar a lo encontrado en el conducto hepático (figura 48)

##### **4.2.3. Lámina propia y submucosa**

Presenta un tejido conectivo con una débil a moderada reacción PAS positiva. En todo el campo de la muestra del corte (figuras 48).



**Figura 47.** Conducto pancreático – Coloración PAS. Epitelio ductal. Puede apreciarse una reacción positiva muy débil en el citoplasma del epitelio ductal.



**Figura 48.** Conducto pancreático – Coloración PAS. Glándulas ductales. Reacción positiva muy fuerte en citoplasma de las glándulas mucosas (flechas azules) y una reacción moderada en glándulas serosas (flechas rojas). Reacción de débil a moderada en Tejido conjuntivo Objetivo 40X

#### **4.3. Evaluación histoquímica del Conducto hepatopancreático**

##### **4.3.1. Epitelio ductal**

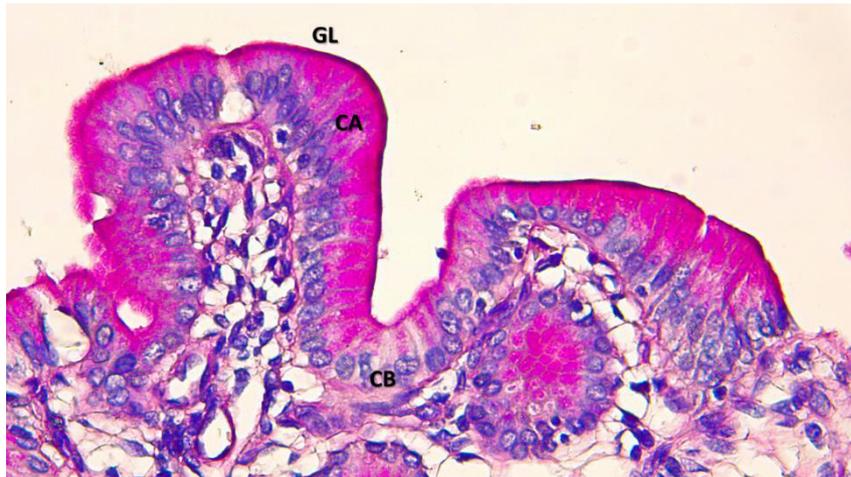
En el epitelio ductal muestra una fuerte reacción a nivel del glicocaliz apical, con la presencia de algunos gránulos secretorios u organelas cercanos al núcleo. Además, en el epitelio se puede ver una reacción positiva a nivel del citoplasma, pero en la zona apical y media, mas no en la basal (figura 49)

##### **4.3.2. Glándulas ductales**

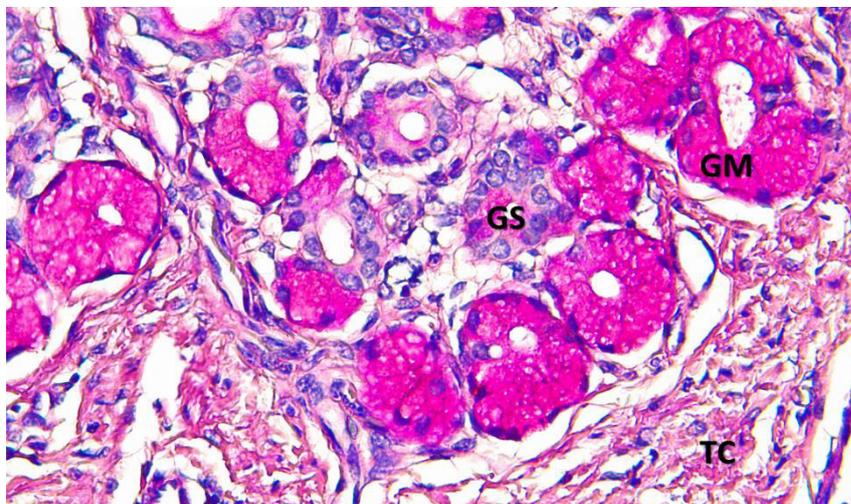
Muy similar a lo encontrado en el conducto hepático (figura 50) una fuerte reacción por las glándulas mucosas y moderada por las serosas.

##### **4.3.3. Lámina propia y submucosa**

Tejido conjuntivo con moderada reacción (figura 50).



**Figura 49.** Conducto hepatopancreático – Coloración PAS. Epitelio ductal. Puede apreciarse una reacción positiva muy fuerte a nivel del glicocaliz apical (GA) y la presencia de algunos gránulos secretorios en el citoplasma, mismo que presenta reacción positiva, pero con una disminución de fuerte a moderada desde su ápice a su zona media y a muy débil en la zona basal (GB). El tejido conjuntivo de la lámina propia muestra una débil reacción positiva. Objetivo 40X.



**Figura 50.** Conducto hepatopancreático – Coloración PAS. Glándulas ductales. Fuerte reacción PAS positiva por las glándulas ductales túbuloacinares en su porción mucosa (GM) y moderada en su porción serosa (GS). El tejido conjuntivo (TC) se muestra con una moderada reacción. Objetivo 40X.

#### 4.4. Evaluación histoquímica de la ampolla hepatopancreática – porción intramural 1

##### 4.4.1. Epitelio ductal

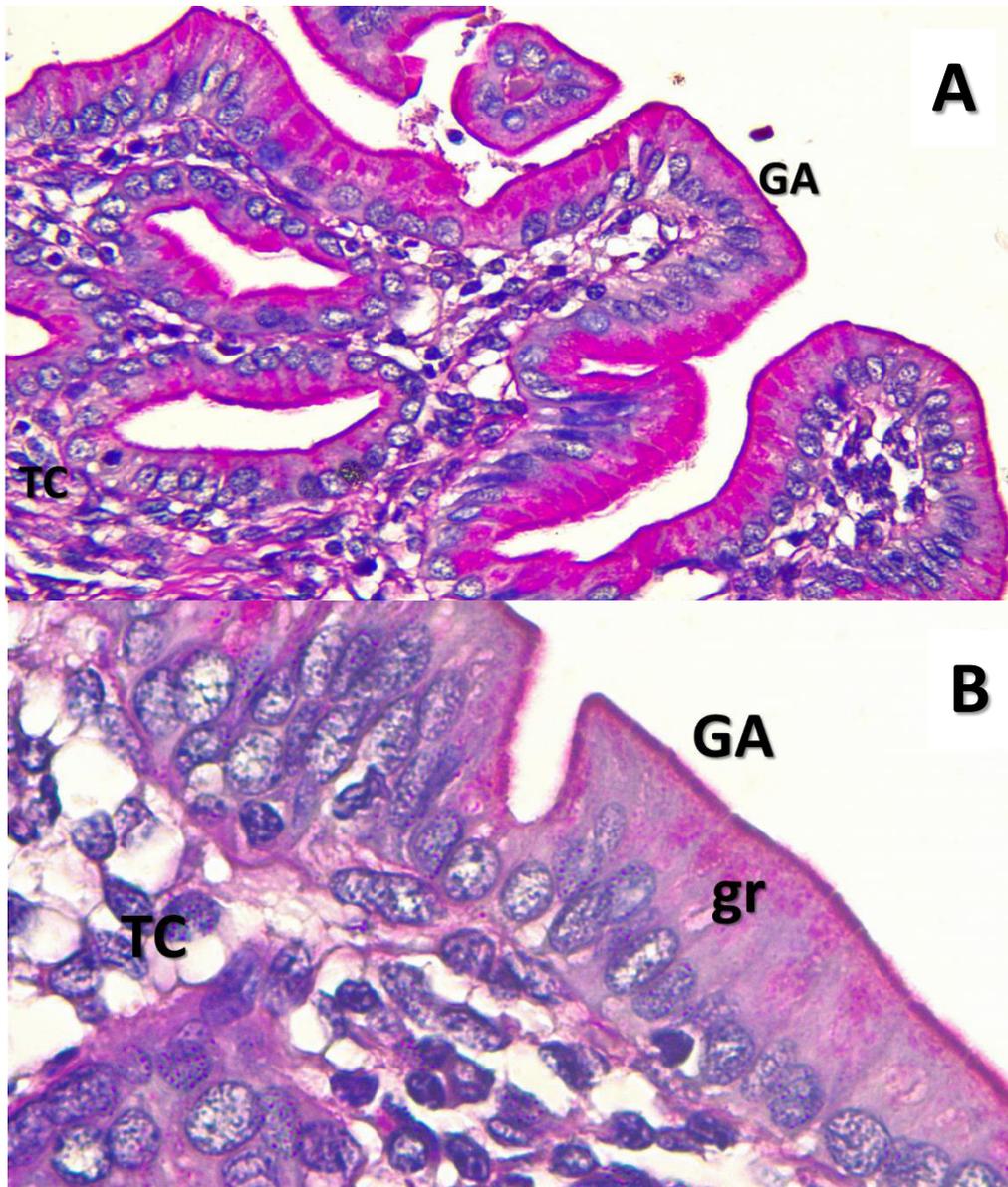
En el epitelio ductal solo muestra una reacción de fuerte en el glicocaliz apical y a nivel del citoplasma de las células epiteliales como una reacción fuerte en el ápice con disminución de la intensidad a la base hasta moderado además una reacción moderada a nivel de la lámina propia de tejido conjuntivo (figura 51)

##### 4.4.2. Glándulas ductales

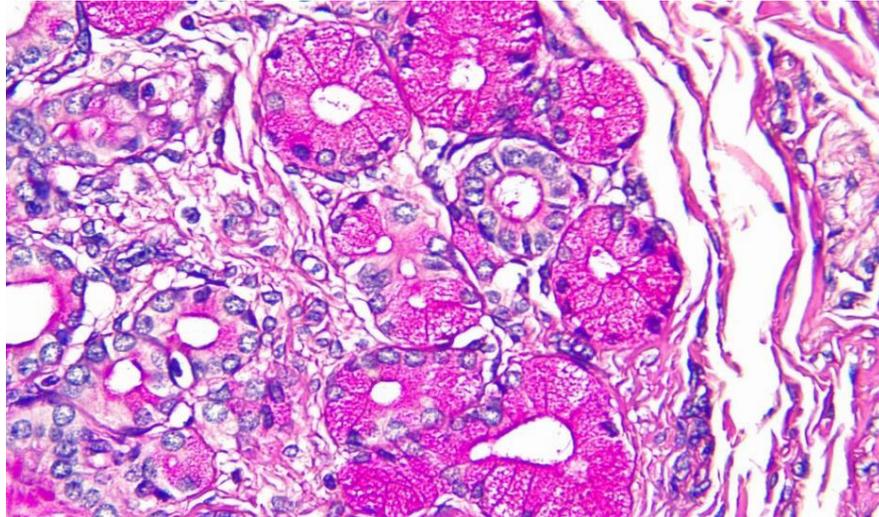
Muy similar a lo encontrado en el conducto hepático y pancreático, con reacción PAS positiva fuerte en las glándulas mucosas y moderada en las serosas (figura 52)

#### 4.4.3. Lámina propia y submucosa

Se puede apreciar una reacción moderada en el caso del Tejido conjuntivo tanto a este nivel como rodeando los paquetes musculares.



**Figura 51.** Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 – Coloración PAS. **A.** Fuerte reacción PAS positiva a nivel. El tejido conjuntivo se muestra con una moderada reacción. Objetivo 40X **B.** Se puede apreciar la disminución de la intensidad desde la zona apical a la basal en las células del epitelio ductal. Objetivo 100X.



**Figura 52.** Ampolla hepatopancreática – porción intramural 1 – Coloración PAS. Fuerte reacción PAS positiva a nivel de la porción mucosa de la glándula ductal y moderada a nivel de la parte serosa. El tejido conjuntivo se muestra con una moderada reacción. Objetivo 40X.

#### 4.5. Evaluación histoquímica de la ampolla hepatopancreática – porción intramural 2

##### 4.5.1. Epitelio ductal

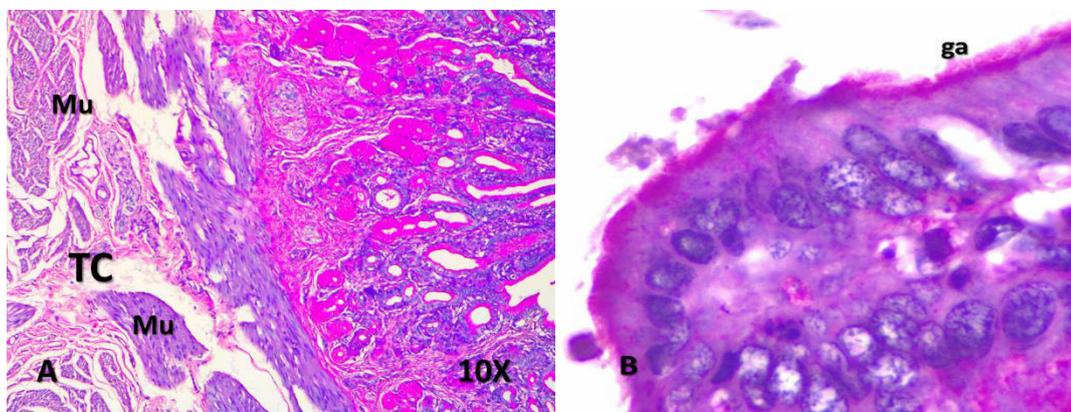
Muy similar a los segmentos anteriores con una gran afinidad por el glicocaliz apical en el epitelio y con coloración del citoplasma y presencia de gránulos secretores (figura 53)

##### 4.5.2. Glándulas ductales

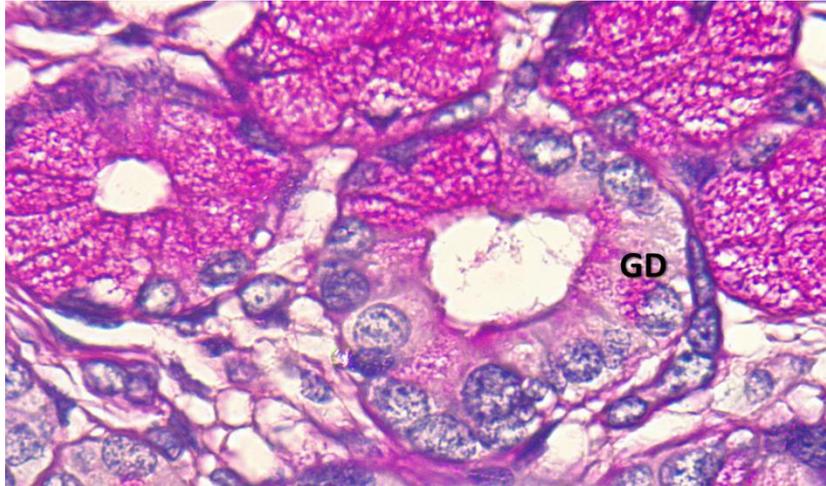
Muy similar a lo encontrado en los otros segmentos (figura 50)

##### 4.5.3. Lámina propia y submucosa

Se caracteriza por la presencia de mayor cantidad de tejido conectivo y reacción moderada a la tinción PAS. Y por la presencia de musculatura, vasos sanguíneos y tejido nervioso que no reacciona a la tinción.



**Figura 53.** Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 – Coloración PAS. A. Se pueden apreciar todas las capas de la ampolla, mostrando el epitelio ductal y las glándulas ductales una fuerte reacción PAS positiva. El tejido conjuntivo muestra moderada reacción. Objetivo 10X. B. Epitelio ductal con reacción fuerte en el glicocaliz apical. Objetivo 100X.



**Figura 54.** Ampolla hepatopancreática – porción intramural 2 – Coloración PAS. Glándulas ductales (GD) con reacción PAS positiva fuerte a nivel de la parte mucosa y de moderada a fuerte de la serosa. Nótese que el glicocaliz apical de ambas reacciona fuertemente a la tinción. Objetivo 100X

#### **4.6. Evaluación histoquímica de la ampolla hepatopancreática – porción intramural 3**

##### **4.6.1. Epitelio ductal**

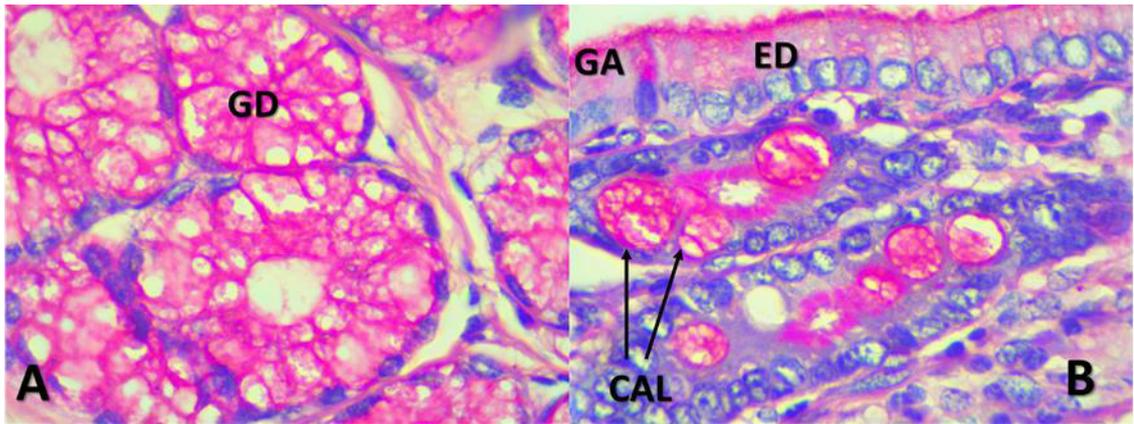
El glicocaliz apical presenta una fuerte reacción positiva, muy similar a la observada en los otros cortes. Pero difiere de ellos en la presencia, en algunas partes de células caliciformes que se tiñen fuertemente con la tinción PAS. Las células epiteliales presentan una afinidad que va de fuerte a débil en relación a si está a nivel del ápice o de la base de la célula.

##### **4.6.2. Glándulas ductales**

En este caso la reacción positiva parece mostrarse a este nivel como si fuesen células vacuoladas. Rodeadas de un tejido conectivo con moderada reacción (figura 97)

##### **4.6.3. Lámina propia y submucosa**

Muy similar a las porciones anteriores, solo que hay mayor presencia de tejido nervioso. Sin reacción positiva.



**Figura 55.** Ampolla hepatopancreática – porción intramural 3– Coloración PAS. **A.** Glándulas ductales con una fuerte reacción positiva a la tinción. Objetivo-100X. **B.** Glándulas caliciformes (CAL) con una reacción fuerte PAS positiva a nivel del epitelio ductal (ED) cercano al duodeno. Objetivo 100X.

**Cuadro 19.** Resumen del resultado de la Reacción PAS por segmento en el sistema de conductos hepatopancreáticos.

Segmento Reacción PAS	Epitelio ductal				Glándulas ductales		TC	Otros
	Glicocaliz	Citoplasma		Gránulos secretorios u organelas	Glándula mucosa	Glándula serosa		
		GA	CA		CB	PN		
<i>CH</i>	3	3	1	0	3	3	1-2	0
<i>CP</i>	0-1	0	0-1	0	2-3	1-2	2	2-3
<i>CHP</i>	3	3	1	0	3	1-2	2-3	0
<i>AHP-PI1</i>	3	3	2	1	3	2	2-3	0
<i>AHP-PI2</i>	3	3	2	2	3	2-3	3	0-1 (NV)
<i>AHP-PI3</i>	3	3	0	2-3	2-3	2-3	2-3	3 (Cal)

0=negativo; 1=débil; 2=moderada; 3=fuerte; GA=glicocaliz apical; GBL=glicocaliz basolateral; CA=citoplasma apical; CB=citoplasma basal; PN=perinuclear; D= disperso; C=citoplasma; Gr=gránulos; TC tejido conjuntivo; NV=tejido nervioso; Cal=célula caliciforme

## V. DISCUSION

Macroscópicamente el páncreas de la alpaca se constituye como un páncreas del tipo compacto, tal cual como ocurre en los demás animales de granja (König y Liebich, 2004), esto debido a que su parénquima se presenta como lóbulos fácilmente distinguibles a diferencia de otras especies como los cuyes o ratas, que presentan el tipo mesentérico, que se refiere a una disposición difusa del mismo en el mesenterio (Dintzis y Liggitt, 2012); presenta una coloración rosada pálida, se encuentra conformada por dos lóbulos (derecho e izquierdo) y un cuerpo (de menor tamaño), el cual se encuentra dispuesto muy cercano al tercer compartimento y al duodeno sujeto por el mesogastrio y el mesenterio similar a lo descrito por Panesi (2016).

Málaga (1976), en su trabajo de tesis sobre la anatomía e histología del páncreas de la alpaca, indica que el páncreas posee un solo conducto que se une al conducto biliar. Panesi (2016), utiliza el término “Conducto hepatopancreático” para referirse a este conducto, en base a las referencias usadas de otras especies, como el conducto que es producto de la unión del conducto hepático o colédoco con el conducto pancreático formando un conducto común que ingresa al duodeno por su borde antimesentérico de forma oblicua a través de la llamada “Ampolla hepatopancreática”. Esta unión de los conductos ya había sido descrita hace casi un siglo en camellos por Stevenson (1921), y a través de los años estudiados en otros camélidos como las llamas (Ghezzi *et al.*, 2000). En el presente trabajo, se realiza una descripción morfológica del mismo, corroborando lo ya descrito antes en camélidos por otros investigadores.

Parte de la importancia del conocimiento de la morfología de este conducto radica en que la fisiología digestiva pancreática y hepática de los camélidos, que aún no está del todo esclarecida, y que deja la gran interrogante relacionada en cómo se realiza el control del flujo de la bilis y el jugo pancreático en estas especies (Fowler, 2011; Castro *et al.*, 2015), y que posiblemente sea como la que ocurre en los caballos, donde el flujo de bilis es constante (Klein, 2015), diferenciándose los camélidos, en que los equinos presentan los dos conductos pancreáticos, el principal y el accesorio, y ambos desembocan a nivel del duodeno. En otras

especies mamíferas de granja, las distribuciones de los conductos dos conductos son muy variadas (Shively, 1987), en humanos la distribución de los conductos es también variada y se han reportado muchas variantes a lo “anatómicamente normal”, que viene a ser, un conducto que proviene del lóbulo izquierdo llamado “Conducto pancreático accesorio”, antes llamado “Conducto de Santorini” y un segundo conducto que proviene del cuerpo y lóbulo derecho, el “Conducto pancreático principal”, antes llamado “Conducto de Wirsung”, en humanos ha sido muy estudiada la morfología de los mismos. En el caso de la alpaca el conducto presente es el que emerge del lóbulo derecho, es decir, el conducto pancreático principal. Muy similar a lo que ocurre en otros camélidos o en los ruminantes menores (Mustafa, 2002). Dentro las muestras de alpaca trabajadas solo se presentó la disposición de un solo conducto pancreático, y no la presencia del accesorio.

Las mediciones del conducto hepatopancreático de alpaca, estuvieron en un rango de 1.5 a 5.8 cm, cuyo promedio fue de 2.88 cm, lo cual es similar a los 3 cm indicado por Fowler *et al.* (2011). Lo cual es similar a lo encontrado en llamas por Ghezzi *et al.* (2010). La forma y disposición anatómica de la ampolla hepatopancreática no ha sido descrita en alpacas, hay trabajos donde se hace una descripción morfológica de la ampolla en camellos, donde se indica que el conducto hepatopancreático ingresa de forma oblicua a la ampolla con una abertura oval de unos 0.5 cm de diámetro (Ahmed y Abdalla, 2016). En llamas, Ghezzi *et al.* (2010) menciona que el ingreso del mismo al duodeno es en forma de bisel y ovalado, pero un dato adicional es que la mucosa duodenal se invagina dentro de la ampolla, de esta forma podríamos encontrar tejidos al parecer de transición entre ambos. Lo cual es compatible con lo encontrado en el presente estudio en alpacas. Teniendo la ampolla duodenal algunas zonas con una estructura histológica con tejido de las vellosidades intestinales y células caliciformes.

Las evidencias de distintas capas musculares lisas con distribución circular por una parte y por otra longitudinal en el conducto hepatopancreático y la presencia de un aumento del grosor de la capa muscular más externa y la presencia de tejido nervioso y neuronas postganglionares, hace pensar en la presencia de un esfínter a nivel de la ampolla hepatopancreática. Lo cual puede verse en otras especies como en los ovinos (Abdalla y Sack, 1985) pero que difiere con los hallazgos en camellos por Ahmed y Abdalla (2016) que no encontraron capas de musculo liso en las paredes de dicho conducto.

El conducto hepático desde el punto de vista histológico no difiere grandemente del que se podría encontrar en otras especies (Gellef y Böck, 1984; Egerbacher y Böck, 1997; Böck, 1978). Está recubierto por una mucosa que posee un epitelio ductal cilíndrico compuesto por células cilíndricas de núcleo esférico y con dichas células son llamadas “Colangiocitos” (Strazzabosco y Farris, 2008). En dicho epitelio encontramos pliegues característicos con

invaginaciones formando criptas. Además se pueden apreciar acúmulos de glándulas túbuloacinares de secreción seromucosa con un citoplasma pálido y un núcleo que varía dependiendo de la función y estado fisiológico celular, por una parte, la porción serosa de la glándula, que es productora de secreciones acuosas ricas en enzimas por lo general presenta un núcleo esférico situado excéntricamente sobre la porción basal de la célula, y la porción mucosa productora de mucus, presenta un núcleo aplanado asentado también en la parte basal (Eroschenko y Di Fiore, 2013, Gellef y Böck, 1984), lo cual es compatible con lo encontrado en el tejido glandular túbuloacinar encontrado rodeando los segmentos del sistema de conductos hepatopancreáticos y la ampolla hepatopancreática de la alpaca.

Al realizar la comparación histológica entre los diferentes segmentos, se ven algunas diferencias, por ejemplo, el conducto hepático al parecer posee mucha capacidad secretora, lo cual se evidencia por la gran cantidad de glándulas ductulares, propias de un epitelio muy activo, esto se muestra con histoquímica, ya que muestra una fuerte reacción positiva a la tinción PAS y reacciones positivas a los carbohidratos presentes detectados por las lectinas. Y además que en sus células podemos apreciar gránulos secretorios. A diferencia del conducto pancreático y el hepatopancreático que muestran menor actividad a nivel del epitelio ductular, es decir, poca presencia de carbohidratos, a pesar de presentar acúmulos de glándulas ductulares, demostrado por la ausencia de reactividad a las lectinas en el epitelio ductal del conducto pancreático y muy baja en el conducto hepatopancreático. Así mismo, a nivel de la ampolla hepatopancreática se ve una gran actividad secretora, en especial de tipo mucoso. Contando además con una transición entre el epitelio ductal de la misma ampolla y del epitelio del duodeno, evidenciado por las glándulas caliciformes. Para el caso de camellos, se ha reportado la presencia de mayor cantidad de glándulas a nivel del conducto hepatopancreático (Ahmed y Abdalla, 2016).

Ghezzi *et al.* (2000) en su trabajo con lectinas en llamas, muestran una gran afinidad por las lectinas que reconocen la N-acetilgalactosamina y la N-acetilglucosamina a nivel de los epitelios, estos dos carbohidratos son estructurales y no residuos azúcares de secreciones. A diferencia de nuestro trabajo que predominó la N-acetilgalactosamina mas no la N-acetilglucosamina. Cabe señalar que, en dicho trabajo, solo se utilizaron siete lectinas, por lo cual se puede deducir que las variedades estructurales de la N-acetilglucosamina y la N-acetilgalactosamina serían más factibles de ser detectadas con los kits utilizados en el presente trabajo.

Según lo observado en el conducto hepático podemos afirmar la presencia de Galactosa, N-acetilgalactosamina, Manosa y N-acetilglucosamina en las diferentes estructuras, predominando la Galactosa, la N-Acetilgalactosamina y la N-Acetilglucosamina en el glicocaliz apical, sugiriendo sean carbohidratos estructurales o algún tipo de secreción de esas células. A

nivel del citoplasma se puede ver la presencia de los cuatro carbohidratos con una afinidad de débil a moderada en especial la N-Acetilgalactosamina y la presencia de gránulos secretorios principalmente dispersos en el citoplasma constituidos por galactosa, N-acetilgalactosamina y N-acetilglucosamina. Dichos residuos de carbohidratos según un trabajo realizado también con lectinas para ver el perfil de glicosilación de la mucosa olfatoria del caballo (Lee *et al.*, 2016) donde sugieren que estén involucrados en la comunicación célula a célula, de ahí que estén presentes sobre todo a nivel de epitelios glandulares como este.

A nivel de las glándulas ductales, se puede evidenciar afinidad por galactosa, N-acetil galactosamina y N-acetil glucosamina. La presencia de galactosa es determinada por la afinidad débil a moderada tanto en el citoplasma y algunos gránulos dispersos de las glándulas serosa como en las mucosas a las lectinas RCA I, GSL I y PNA, claro que en el caso de la última, esta muestra una afinidad de moderada a fuerte en ambos casos pero solo a unas pocas células dentro del campo, lo cual puede dar evidencia que hay algún tipo de actividad secretoria o fisiológica que sea compatible con la configuración de galactosa que reconoce esta lectina. Por otro lado, hay presencia de galactosa y manosa en el tejido conjuntivo conformante de la lámina propia, submucosa y subserosa. En trabajos realizados en ratones por Xiao *et al.* (2016) muestran que PNA es una lectina que reconoce muy selectivamente células acinares pancreáticas.

La afinidad en el caso del conducto pancreático estuvo dada solo a nivel de glándulas ductulares evidenciándose una afinidad de moderada a fuerte a nivel del citoplasma para la presencia de Galactosa, N-acetil galactosamina y N-acetil glucosamina, A nivel del tejido conjuntivo están presentes cuatro carbohidratos de forma débil a moderada, que son galactosa, N-acetil galactosamina, manosa, N-acetil glucosamina y estructuras complejas al mostrar coloración por la lectina PHA E. Dentro de los resultados se pueden encontrar muchas variedades de residuos de azúcares, lo cual puede llevar a la conclusión que los epitelios secretores, tienden a tener un gran espectro de azúcares dentro de su composición, es algo similar a lo que concluyen Farrag *et al.* (2017) en un estudio de sobre los glicoconjugados presentes en proventrículos de aves de corral.

El conducto hepático tuvo una moderada a fuerte afinidad a la galactosa, N-acetil galactosamina, N-acetil glucosamina y las estructuras complejas, pero solo a nivel del glicocaliz, ya que solo mostró afinidad débil a moderada por N-acetil galactosamina a nivel de su citoplasma. Y presencia de gránulos secretorios dispersos en su citoplasma de N-acetil galactosamina y N-acetil glucosamina y perinucleares con las estructuras complejas. Las glándulas ductales mucosas y serosas presentaron afinidad por N-acetil galactosamina, manosa y N-acetil glucosamina en su citoplasma y presencia de gránulos de galactosa, N-acetil galactosamina y manosa en las glándulas mucosas y galactosa y manosa en las serosas. La Submucosa presentaba un tejido

conectivo con ligera afinidad a la galactosa, manosa y N-acetil glucosamina y estructuras complejas.

La ampolla hepatopancreática en su primera porción intramural presentó a diferencia de los otros segmentos afinidad en su glicocaliz apical solo por N-acetil galactosamina y N-acetil glucosamina y en su citoplasma por afinidad débil a moderada por N-acetil galactosamina y N-acetil glucosamina. Con presencia de algunos gránulos secretorios u organelas de N-acetil galactosamina. Sus glándulas serosas y mucosas se mostraron con múltiples afinidades que iban desde muy débiles a fuertes a Galactosa. Siendo la afinidad en las glándulas a N-acetil galactosamina de muy débil a fuerte ya sean mucosas o serosas sin la presencia de gránulos secretores. La afinidad fue débil para el caso de N-acetil glucosamina que es otro carbohidrato estructural. El tejido conjuntivo se mostró con una débil afinidad a galactosa, N-acetil galactosamina, N-acetil glucosamina y las estructuras complejas. Y se evidenció tejido nervioso con ligera afinidad a estructuras complejas en este caso PHA L, que es una lectina que reconoce a los complejos glicoconjugados que contienen Gal- $\beta$  (1-3)-GalNAc dentro de su composición. Lo cual ha sido utilizado en estudios histoquímicos para estudios neuroanatómicos para determinar somas neuronales, dendritas y axones (Wouterlood y Groenewegen, 1985)

Las otras dos porciones intramurales de la ampolla presentan un patrón de glicosilación difieren en la presencia de fucosa, en una primera instancia como gránulos secretorios en las glándulas ductales y luego en el citoplasma del epitelio ductular. Lo cual, sumado a que a este nivel hay una mayor actividad secretoria, tendría por ende un mayor espectro de carbohidratos. Fucosa es un carbohidrato algo inusual, que por su configuración (L) que difiere con la de los habituales carbohidratos (D) y que está involucrado en muchos mecanismos biológicos como reconocimiento de antígenos, procesos cognitivos, etc. (Schneider *et al.*, 2016). Se debe considerar también que es un constituyente de las paredes celulares (Garret y Grisham, 2017).

## VI. CONCLUSIONES

- La alpaca (*Vicugna pacos*) posee una morfoestructura macroscópica y microscópica a nivel de los conductos pancreático, hepático y hepatopancreático y de la ampolla hepatopancreática muy similar a la de otros camélidos como la llama y el camello, difiriendo con este último en que la alpaca presenta en algunas partes de sus conductos capas musculares.
- El estudio permitió verificar la posibilidad de una gran actividad secretora a nivel de los conductos pancreático, hepático y hepatopancreático de la alpaca.
- El patrón de glicosilación de los conductos hepatopancreáticos de la alpaca evidencia variaciones por segmento en su afinidad para las lectinas, a nivel del epitelio ductal SBA, DBA y WGA y de glándulas ductales PNA, GSL-I, SBA, DBA, WGA y sWGA fueron las lectinas predominantes.

## VII. LITERATURA CITADA

1. **Abdalla O, Sack WO. 1985.** The choledochoduodenal Junction in sheep and goat. *Zbl. Vet. Med. C. ANat. Histol. Embryol.* 14, 6-14.
2. **Ahmed R, Abdalla A. 2016.** Morphological study on the extrahepatic biliary duct system of the Camel (*Camel Dromedarius*). *Global Journal of Animal Scientific Research*, pp. 12-19.
3. **Akimoto Y, Kawakami H. 2014.** Chapter 14 Histochemical staining using lectin probes. En: *Lectins Methods and protocols*. Japón: Human press, pp. 153-164.
4. **Akimoto Y. 1998.** Histochemistry and citochemistry of endogenous animal lectins. *Progress in Histochemistry and citochemistry*, 1(33).
5. **Angulo J, Sato A, Navarrete M, Cisneros J. 2013.** Irrigación arterial del miembro pélvico de la alpaca (*Vicugna Pacos*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(1), 01-15.
6. **Argent B, Gray M, Steward M, Case RM. 2012.** Cell Physiology of Pancreatic Ducts. En: *Physiology of the Gastrointestinal Tract*. 5th ed. s.l.: Elsevier Inc., pp. 1399-1423.
7. **Assad F, El-Sherif, MMA. 2002.** Effect of drinking saline water and feed shortage on adaptive responses of sheep and camels. *Small Ruminant Research*, p. 279–290.
8. **Aughey E, Frye FL. 2001.** *Comparative veterinary histology with clinical correlates*. CRC Press. 269 pp.
9. **Barrett KE, Keely SJ. 2006.** Chapter 37: Integrative physiology and pathophysiology of intestinal electrolyte transport. En: *Physiology of the gastrointestinal tract*, 4, pp 1931-1951.
10. **Basturk O, Farris A, Volkan N. 2014.** Immunohistology of the Pancreas, Biliary Tract and Liver. En: *Diagnostic Immunohistochemistry*. 4ta ed. s.l.: s.n., pp. 541-592.

11. **Berger HG, Buchler M, Kozarek R, Lerch M, Neoptolemos JP, Warshaw, A, Shiratori K. 2009.** The pancreas: an integrated textbook of basic science, medicine, and surgery. John Wiley & Sons. 1006 p.
12. **Bertelli, E, Bendayan, M. 2005.** Association between endocrine pancreas and ductal system. More than an epiphenomenon of endocrine differentiation and development? *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*, 53(9), pp 1071-1086.
13. **Böck P. 1978.** Pancreatic Duct Glands I. Staining reactions of acid glycoprotein secret. *Acta Histochemica*. Volume 61, Issue 1, 1978, Pages 118-126.
14. **Boyd W, Shapleigh E, McMaster M. 1955.** Immunochemical behavior of a plant agglutinin (lectin). *Arch Biochem Biophys.*, pp. 226-234.
15. **Cano D, Hebrock M, Zenker M 2007.** Pancreatic development and disease. *Gastroenterology*, Volumen 132, pp. 745-762.
16. **Casillas J, Levi J, Quiroz A, Ruiz-Cordero R, Garcia-Buitrago M, Sleeman D. 2016.** Multidisciplinary Teaching Atlas of the Pancreas. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 1045 p.
17. **Castro ANC, Dominguez MT, Gómez SA, Mendoza Torres GJ, Llerena Zavala CA, Ghezzi MD, Barbeito CB. 2015.** Development of the Liver in Alpaca (*Vicugna pacos*): A Microscopic and Macroscopic Description. *Anat. Histol. Embryol.* 45 (2016) 173–183.
18. **Chang C. 2012.** Carbohydrates - comprehensive studies on glycobiology and glycotecnology. Rijeka: InTech. 558 pp.
19. **Climent S, Sarasa M, Muniesa P, Latorre R. 2005.** Manual de Anatomía y Embriología de los Animales Domésticos conceptos básicos y datos aplicativos: Cabeza, aparato respiratorio, aparato digestivo, aparato urogenital. Acribia, España. Editorial Acribia, SA, Zaragoza. 433 pp.
20. **Dallard B, Romano G, Lorente JA, Lamas H, Ortega HH. 2001.** Estudio lectinhistoquímico y morfométrico de la glándula mamaria de llama (*Lama glama*) durante el periodo de lactancia. *Revista chilena de anatomía*, 19(1), 11-16.
21. **De Robertis E, Hib J. 2004.** Fundamentos de Biología celular y molecular. Buenos Aires: El Ateneo.442 pp.
22. **Dintzis S, Liggitt D. 2012.** Chapter 14 Pancreas. En Treuting P, Dintzis S, Montine K. *Comparative Anatomy and Histology A mouse and human atlas*. Seattle: Academic press. Pp 203-209.  
Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/REDVET/article/view/18888>
23. **Dwek, R. 2006.** Glycobiology at Oxford. *Biochemist*, 28(3), 4.
24. **Egerbarcher M, Böck P. 1997.** Morphology of the pancreatic Duct System in Mammals. *Microscopy Research and Technique*. 37:407-417.

25. **Eroschenko VP, Di Fiore MS. 2013.** DiFiore's atlas of histology with functional correlations. Lippincott Williams & Wilkins. 603 pp.
26. **Eurell JA, Frappier BL. 2006.** Dellmann's Textbook of Veterinary Histology. 6th ed. Iowa: Blackwell Publishing. 405 pp.
27. **Farrag F, Gewaily M, Abd-Elmaksoud A, Kassab M. 2017.** Comparative Glycoconjugates Histochemistry of the Proventriculus of the Chicken, Ducks and Geese. *Alexandria Journal for Veterinary Sciences*, 53(1).
28. **Flati G, Andrén-Sandberg Å. 2002.** Wirsung and Santorini: The men behind the ducts. *Pancreatology*, Volumen 2, p. 4–11.
29. **Fowler M. 2011.** *Medicine and Surgery of Camelids*. Somerset: Wiley.
30. **Frandsen, R. D., Wilke, W. L., Fails, A. D. 2009.** *Anatomy and physiology of farm animals*. John Wiley & Sons. 520 pp.
31. **Frank E. 2017.** *Comercialización de fibras de camélidos sudamericanos*. <http://www.uccor.edu.ar/sites/supprad/> Red SUPPRAD - Universidad Católica de Córdoba, Documento Interno SUPPRAD N° 5.
32. **Freeze HH, Eklun EA, Ng, BG, Patterson MC. 2015.** Neurological aspects of human glycosylation disorders. *Annual review of neuroscience*, 38, 105-125.
33. **Fujimoto K, Polonsky K. 2009.** Pdx1 and other factors that regulate pancreatic  $\beta$ -cell survival. *Diabetes, Obesity and Metabolism* 11. s4 (2009): pp 30-37.
34. **Funakoshi Y, Suzuki T. 2009.** Glycobiology in the cytosol: the bitter side of a sweet world. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1790(2), 81-94.
35. **Gabius HJ, Gabius S. 2002.** *Glycosciences Status and perspectives*. Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 631 pp.
36. **Galotta JM. 2007.** Lectin histoquímica del epitelio intestinal en los mamíferos domésticos. Estudio comparativo entre el equino, el cerdo y el conejo. *Revista Ciencias Morfológicas*, 9(2).
37. **García J, Ardía X, Cano JF, Isaza V, Tovar AC, Valencia A, Moreno F. 2007.** Expresión de azúcares endometriales y del oviducto durante el ciclo reproductivo de la coneja. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 72(3), 176-181.
38. **Garciulo A, Pedinni V, Ceccarelli P. 1993.** Lectin Histochemical study of bovine lingual glands. *Archives of Oral Biology*, pp. 881-884.
39. **Garmendia A, Lopez W, Ortega N, Chamorro M. 2015.** Molecular characterization of rotavirus isolated from alpaca (*Vicugna pacos*) crias with diarrhea in the Andean Region of Cusco, Peru. *Veterinary Microbiology*. 2015;180(1-2):109-112.
40. **Garrett RH, Grisham CHM. 2017.** *Biochemistry - Student Edition*. Sixth Edition. 1184 pp.

41. **Gartner L, Hiatt J. 2014.** Color atlas and Text of Histology. s.l.: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business. 525 pp.
42. **Gaudio E, Venuta F, Ricci M, Onori P, Marinozz, G. 1992.** Sphincter of the hepatopancreatic ampulla (Oddi): A morphological study. *Clinical anatomy*, 5(1), 16-24.
43. **Geleff S, Böck P, Stockinger L. 1986.** Lectin-binding affinities of the epithelium in the respiratory tract. A light microscopical study of ciliated epithelium in rat, guinea pig, and hamstor. *Acta histochemica*, 78(1), 83-95.
44. **Geleff S, Böck P. 1984.** Pancreatic duct glands. II. Lectin binding affinities of ductular epithelium, ductular glands, and Brunner glands. *Histochemistry and Cell Biology*, 80(1), 31-38.
45. **Getty R, Sisson S. 2002.** Anatomía de los animales domésticos. 5° Edición. Barcelona Editorial Elsevier. 2302 pp.
46. **Ghazarian H, Idoni B, Oppenheimer S. 2011.** A Glycobiology review: Carbohydrates, lectins and implications in cancer therapeutics. *Acta histochemica*, pp. 236-247.
47. **Ghezzi MD, Alzola MH, Lupidio MC, Massone A, Castro AN, Rodríguez JA. 2000.** Conducto hepatopancreático de la Llama (*Lama glama*). *Revista chilena de anatomía*.
48. **Gloobe H. 1989.** Anatomía aplicada del bovino. San José de Costa Rica: IICA. 226 pp.
49. **Hall J, Guyton A. 2016.** Guyton and Hall textbook of medical physiology. Philadelphia, PA: Elsevier. 1097 pp.
50. **Hazrati A. 2014.** Histology of digestive system (oral cavity, associated structure liver, gallbladder and pancreas). *Advances in Environmental Biology*, 2014, Academic OneFile. p. 64.
51. **Hegyí P, Rakonczay Z. 2015.** The role of pancreatic ducts in the pathogenesis of acute pancreatitis. *Pancreatology*, pp. 1-5.
52. **Hewitson T, Darby I. 2010.** Methods in Molecular Biology: Histology protocols. New York: Human Press. 229 pp.
53. **Hombuckle WE, Simpson WH, Tennant BC. 2008. Chapter 14. Gastrointestinal Function.** En: *Kaneko J, Harvey J, Bruss M, eds. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6<sup>th</sup> Edition. Academic Press. 413-357.*
54. **Howard JM, Hess W. 2012.** History of the pancreas: mysteries of a hidden organ. Springer Science & Business Media. 729 pp.
55. **[ICVGAN] International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. 2012.** Nómima anatómica veterinaria. Ghent: General assembly of the World Association of Veterinary Anatomists WAVA. 160 pp.

56. **Illanes J, Fertilio B, Chamblas M, Leyton V, Verdugo F. 2006.** Descripción histológica de los diferentes segmentos del aparato digestivo de avestruz (*Struthio camelus var. domesticus*). *International Journal of Morphology*, 24(2), 205-214.
57. **[INEI] Instituto Nacional de Estadística e informática, 2012.** Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012, Lima.
58. **Kadwell M, Fernandez M, Stanley H, Baldi R, Wheeler J, Rosadio R, Bruford MW. 2001.** Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2001;268(1485):2575-2584.
59. **Kamisawa T, Takuma K, Egawa N, Tsuruta K, Sasaki T. 2010.** A new embryological theory of the pancreatic duct system. *Digestive surgery*, pp. 132-136.
60. **Kaufmann BA. 2005.** Reproductive performance of camels (*Camelus dromedarius*) under pastoral management and its influence on herd development. *Livestock Production Science*, p. 17–29.
61. **Kim HS, Lee MK. 2016.** *b*-Cell regeneration through the transdifferentiation of pancreatic cells: Pancreatic progenitor cells in the pancreas. *Journal of Diabetes Investigation*, Volumen 7, p. 286–296.
62. **Kong L, Julien JP, Calarese D, Scanlan C, Lee HK, Rudd P, Wong CH, Dwek RA, Burton DR, Wilson IA. 2012.** Toward a carbohydrate-based HIV-1 vaccine. In *Glycobiology and drug design*. American Chemical Society. pp. 187-215
63. **König H, Liebich HG. 2004.** *Veterinary anatomy of domestic animals: textbook and color atlas*. Schattauer, Stuttgart and New York; 2004. 682 pp.
64. **Lee K.H, Park C, Bang H, Ahn M, Moon C, Kim S, Shin T, 2016.** Histochemical study of the olfactory mucosae of the horse. *Acta histochemica*, 118(4), pp.361-368.
65. **Lee MG, Muallem S. 2008.** Physiology of duct cell secretion. In *Pancreas: an integrated textbook of basic science, medicine, and surgery*. Blackwell Publishing, Oxford, England. pp. 78-90.
66. **Lodish H, Berk A, Kaiser C, Krieger M, Bretscher A, Ploegh H, Amon A, Martin K. 2016.** *Molecular cell biology*. Eighth Edition. W. H. Freeman and Company. 1170 pp.
67. **Longnecker DS. 2014.** *Anatomy and Histology of the Pancreas*. *Pancreapedia: The Exocrine Pancreas Knowledge Base*. Pp 1-26.
68. **López V, Vásquez M, Huanca W, Santiani A, Barbeito C, Canuzzi C, Lira B, Rodríguez J. 2014.** Estudio lectinhistoquímico del útero de alpacas (*Vicugna pacos*) bajo tratamiento superovulatorio. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, pp. 1-15.
69. **Luna L, Brandão PE, Maturrano L, Rosadio R, Silva FDF, Soares RM, Gregori F. 2015.** Betacoronavirus 1 in alpacas (*Vicugna pacos*) in the High Peruvian Andes. *Small Ruminant Research*, Volume 133, pp 7-9.

70. **Luna L, Maturrano H, Rivera G, Zanabria H, Rosadio A. 2012.** Genotipificación, evaluación toxigénica in vitro y sensibilidad a antibióticos de cepas de *Escherichia coli* aisladas de casos diarreicos y fatales en alpacas neonatas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 23(3), 280-288.
71. **Málaga JL. 1976.** Descripción anatomohistológica del páncreas de la alpaca (*Lama pacos*). Tesis para optar el título de médico veterinario. Universidad Nacional Técnica del altiplano. Puno. 43p.
72. **Megías M, Molist P, Pombal M. 2016.** Atlas de histología animal y vegetal. Técnicas histológicas Protocolos. Vigo: Facultad de biología Universidad de Vigo. 30 pp.
73. **Melmed S, Polonsky K, Larsen P, Kronenberg H. 2016.** Williams textbook of endocrinology, 13th edition. ISBN: 978-0-323-29738-7. Elsevier, Inc. 1853 pp.
74. **Mohamed SA, Fahmy AS, Mohamed, TM. 2005.** Carbohydases in camel (*Camelus dromedarius*) pancreas. Purification and characterization of glucoamylase. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 140(1), 73-80.
75. **Montesino R, Toledo JR, Sánchez O, Zamora Y, Barrera M, Royle L, Rudd PM, Dwek RA, Harvey DJ, Cremata JA. 2008.** N-glycosylation pattern of E2 glycoprotein from classical swine fever virus. *Journal of proteome research*, 8(2), 546-555.
76. **Motta P, Macchiarelli G, Nottola S, Correr S. 1997.** Histology of the exocrine pancreas. microscopy research and technique, Volumen 37, p. 384–398.
77. **Mustafa GA. 2002.** A comparative morphological study on the pancreas of the dromedary and the donkey. *Tesis de Magister en Medicina Veterinaria*, Universidad de Khartoum. 78 pp.
78. **Navarro S. 2014.** Breve historia de la anatomía y fisiología de una recóndita y enigmática glándula llamada páncreas. *Gastroenterol Hepatol.*, 37(9), pp. 527-534.
79. **Navarro. BF, 2005.** Glicobiología, una ciencia dulce. Desde las Ciencias de la Salud.
80. **Norris DO, Carr JA. 2013.** *Vertebrate endocrinology*. Academic Press. 585 pp.
81. **Panesi G. 2016.** Estudio Morfológico del páncreas en Alpacas (*Vicugna pacos*) en jóvenes y adultas. Tesis de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 29 p.
82. **Paniagua R, Nistal M. 1983.** Introducción a la Histología Animal comparada- Atlas Libro de la estructura microscópica de los animales. Labor Universitaria Manuales. 1ra edición España. 438 pp.
83. **Paredes M. 2012.** Caracterización fenotípica y molecular de poblaciones de alpacas (*Vicugna pacos*) de las comunidades alto andinas y aplicación al programa de mejora de

la calidad de la fibra. Tesis para optar el grado de Doctor: Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones. 190 p.

84. **Pasquini C, Spurgeon T, Pasquini S. 2003.** Anatomy of domestic animals. Systemic and regional approach. s.l.: Sudz Pub. 678 pp.
85. **Pendarvis R. 1998.** Essentials of Carbohydrate Chemistry de John F. Robyt. *The Chemical Educator*, 1998, vol. 3, no 5, p. 1-2.
86. **Reece WO, Erickson HH, Goff JP, Uemura EE. 2015.** Dukes' physiology of domestic animals. John Wiley & Sons Incorporated. 748 pp.
87. **Rêgo MJ, Cavalcanti CL, Beltrão EI, Sobral APV. 2011.** Histochemical Localization of Carbohydrates in Morphological Stages of Developing Human Minor Salivary Glands: A Comparative Study with Cytoskeletal Markers. 2011, vol.29, n.2, pp.604-613. ISSN 0717-9502. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000200051>.
88. **Rosadio AR, Veliz A, Castillo DH, Yaya LK, Rodríguez HA, Rivera GH, Wheeler JC. 2015.** Seroprevalence to pathogenic *Leptospira* in Peruvian alpacas and vicuñas. *Small Ruminant Research*, 130, 256-259.
89. **Ross M, Pawlina W. 2011.** Histology. A text and atlas with correlated Cell and Molecular Biology. s.l.: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins. 974 pp.
90. **Ruiz J, Landeo L, Mendoza J, Correa J, Silva M, Ratto MH. 2015.** *In vitro* developmental competence of alpaca (*Vicugna pacos*) and llama (*Lama glama*) oocytes after parthenogenetic activation. *Small Ruminant Research*, 133, 148-152.
91. **Rung-ruangkijrai T, Klomkleaw W. 2014.** Pancreas Morphology and Duct System of Swamp Buffaloes (*Bubalus bubalis*). *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 44(2), 253-259.
92. **Salvá B, Elias C, Encina C. 2006.** Carne de Alpaca: Caracterización y procesamiento Asociación Nacional de Rectores. 85 pp.
93. **Sanchis G, Cristofolini A, Chanique A, Merkis C. 2012.** Patrón de glicosilación glandular y vascular de la placenta porcina. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 13(3).
94. **Schneider M, Al-Shareffi E, Haltiwanger RS. 2017.** Biological functions of fucose in mammals. *Glycobiology*, 27(7), 601-618.
95. **Schoenwolf P, Bleyl S, Brauer P, Francis-West P. 2015.** Larsen's human embryology, 5<sup>th</sup> edition ISBN: 978-1-4557-0684-6. Elsevier Inc. 532 pp.
96. **Schwarze E, Schröder L. 1970.** Compendio de Anatomía Veterinaria. Tomo II Sistema Visceral. Acribia. Zaragoza, España, p. 249.

97. **Sepúlveda N. 2011.** Manual para el Manejo de Camélidos Sudamericanos Domésticos. Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile Abril, 2011 Registro de Propiedad Intelectual N° 203.049 ISBN N° 978-956-328-089-0.
98. **Shi C, Liu E. 2014.** Anatomy, Histology, and Function of the Pancreas. Pathobiology of Human Disease: A Dynamic Encyclopedia of Disease Mechanisms, p. 2229–2242.
99. **Shih HP, Wang A, Sander M. 2013.** Pancreas organogenesis: from lineage determination to morphogenesis. (2013). Pancreas organogenesis: from lineage. Annual review of cell and developmental biology, Volumen 29, pp. 81-105.
100. **Shively MJ. 1993.** Anatomía veterinaria. Básica, comparativa y clínica. El Manual Moderno. 391 pp.
101. **Slack MW. 1995.** Developmental biology of the pancreas. Development, Volumen 121, pp. 1569-1580.
102. **Stevenson PH. 1921.** The extrahepatic biliary tract of the camel. *The Anatomical Record*, 22(1), 84-95.
103. **Strazzabosco M, Fabris L. 2008.** Functional Anatomy of Normal Bile Ducts. *The Anatomical Record*, 291:653–660.
104. **Suvarna, KS, Layton C, Bancroft JD. 2012.** Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques E-Book. Elsevier Health Sciences, 604 pp.
105. **Tano De La Hoz MF, Flamini MA, Díaz, AO. 2016.** Comparative Analysis of the Morphology, Ultrastructure, and Glycosylation Pattern of the Jejunum and Ileum of the Wild Rodent *Lagostomus maximus*. *Anat. Rec.*, 299: 630–642. DOI:10.1002/ar.23335
106. **Taylor ME, Drickamer K. 2011.** *Introduction to glycobiology*. Oxford university press. 320 pp.
107. **Torres D. 2014.** Cambio climático y desarrollo sostenible en alta montaña: potencialidades de los alpaqueros de Puno. [Internet], [28 mayo 2017]. Disponible en [http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2014/12/11-Torres\\_PHdic14.pdf](http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2014/12/11-Torres_PHdic14.pdf).
108. **Triantafyllou A, Fletcher D, Scott J. 2004.** Glycosylations in demilunar and central acinar cells of the submandibular salivary gland of ferret investigated by lectin histochemistry. *Archives of Oral Biology*, p. 697–703.
109. **Van Damme E. 2014.** Chapter 1 History of plant Lectin Research. En: *Lectins Methods and protocols*. Japan: Humana press, pp. 3-13.
110. **Van Lommel A. 2003.** Atlas, From cells to organs A histology textbook and. Leuven: Kluwer academic publishers. 319 pp.
111. **Varki, A. 2011.** Evolutionary forces shaping the Golgi glycosylation machinery: why cell surface glycans are universal to living cells. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 3(6), a005462. doi: 10.1101/cshperspect.a005462.

112. **Vásquez C, Rodríguez J, Lira M, Cueva S, Ayón M, Mallma Y. 2012.** pH de la superficie luminal de la mucosa gastrointestinal de crías de alpacas durante las primeras semanas de edad. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 23(1), 20-26.
113. **Vilela J, Arbulú C, Beltrán X, Calle A, Carrillo B, Espinoza C, Espichán G, Maticorena S, Nichos D, Tamayo K. 2017.** Caracterización de la glándula metatarsiana en un grupo de alpacas en Lima, Perú. En X Congreso Asociación Latino-Americana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sud Americanos. Chile.
114. **Walsh G. 2010.** Post-translational Modification of Protein Biopharmaceuticals. *Drug Discov Today*. 2010 Sep;15(17-18):773-80. doi: 10.1016/j.drudis.2010.06.009
115. **Webb SD. 1974.** Pleistocene llamas of Florida, with a brief review of the Lamini. In *Pleistocene mammals of Florida*, S. D. Webb (ed.), pp. 170–213. Gainesville: University Presses of Florida.
116. **Wheeler JC. 2010.** *Aspectos Anatómicos de la cría de alpaca. En: Sanidad de alpacas en la etapa neonatal. Manual para estudiantes y profesionales de veterinaria. España: Complutense. p 19-28.*
117. **Wheeler JC. 2010.** Clasificación de las alpacas (*Vicugna pacos*) dentro de los camélidos sudamericanos. En: *Sanidad de alpacas en la Etapa Neonatal*. Editorial Complutense. 19-28 pp.
118. **Wilson W. 2005.** Chapter 7: Digestive system. En *Wilson's Practical meat inspection*. 7th ed. Londres: Blackwell Publishing. Pp 45-58.
119. **Wouterlood FG, Groenewegen HJ. 1985.** Neuroanatomical tracing by use of Phaseolus vulgaris-leucoagglutinin (PHA-L): electron microscopy of PHA-L-filled neuronal somata, dendrites, axons and axon terminals. *Brain research*, 326(1), 188-191.
120. **Xiao X, Fischbach S, Fusco J, Zimmerman R, Song Z, Nebres P, Rick, DM, Prasad K, Shiota C, Husain SZ, Gittes GK. 2016.** PNA lectin for purifying mouse acinar cells from the inflamed pancreas. *Scientific reports*, 6, 21127.
121. **Zeder M, Bradley D, Emshwiller E, Smith B. 2006.** Documenting domestication: New genetic and archaeological paradigms. *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*. 361 pp.

## **VIII. ANEXOS**

### **Anexo 1. Protocolo lectinohistoquímico**

#### **DESPARAFINADO**

1. Neo Clear 1: 12 minutos
2. Neo Clear 2: 12 minutos

#### **HIDRATACION**

3. Etanol 100% 1: 10 minutos
4. Etanol 100% 2: 10 minutos

#### **BLOQUEO DE LA PEROXIDASA ENDOGENA**

5. Metanol (200ml+ 4ml de agua oxigenada): 30 minutos

#### **CONTINUACIÓN DE HIDRATACIÓN**

6. Alcohol 96° 1: 5 minutos
7. Alcohol 96° 2: 5 minutos
8. Alcohol 70°: 5 minutos
9. Alcohol 50°: 5 minutos

#### **LAVADO:**

10. Lavado en PBS: 5 minutos
11. Lavado en PBS: 5 minutos
12. Lavado en PBS: 5 minutos

#### **INACTIVACION DE UNIONES INESPECIFICAS:**

13. Aplicar BSA 1% en cámara húmeda a temperatura ambiente: 30 minutos

#### **LECTINA BIOTINILADA**

14. Aplicar directamente en toda la muestra en cámara húmeda y dejar reposar hasta el día siguiente en refrigeración (24 horas a 4°C o 4 horas a T° ambiente)

#### **LAVADO:**

15. Lavado en PBS: 5 minutos
16. Lavado en PBS: 5 minutos

17. Lavado en PBS: 5 minutos

**AMPLIFICACION:**

18. Aplicar Estreptavidina - Peroxidasa en cámara húmeda y dejar reposar por 30 minutos a temperatura ambiente.

**LAVADO:**

19. Lavado en PBS: 5 minutos
20. Lavado en PBS: 5 minutos
21. Lavado en PBS: 5 minutos

**REVELADO**

22. Aplicar DAB... hasta observar marcación y apuntar el tiempo que demoró en marcar... cortar la reacción con agua destilada.

**ENJUAGUE:**

23. Lavado en agua destilada: 5 minutos

**COLORACIÓN DE CONTRASTE:**

24. Hematoxilina de Harris: 5 segundos y enjuagar en agua corriente para eliminar el excedente de colorante.

**FIJACIÓN DEL COLORANTE:**

25. Agua corriente: 5 minutos

**ENJUAGUE:**

26. Agua destilada: 5 minutos

**DESHIDRATACIÓN:**

27. Alcohol 50°: 5 minutos
28. Alcohol 70°: 5 minutos
29. Alcohol 96° 1: 5 minutos
30. Alcohol 96° 2: 5 minutos
31. Etanol 100% 1: 5 minutos
32. Etanol 100% 2: 5 minutos
33. Neo Clear 1: 5 minutos
34. Neo Clear 2: 5 minutos

**MONTAJE:**

35. Neomont o Bálsamo de Canadá: 10 segundos. Limpieza de la lámina después de 48 horas con Neo Clear para retirar restos de pegamento.

**Anexo 2. Distribución de los conductos pancreáticos, biliares y hepatopancreáticos en los mamíferos domésticos.**

