

### *Artículo de investigación*

## Variaciones anatómicas del tracto de drenaje del seno frontal según la clasificación IFAC: frecuencia y concordancia interobservador en una población paraguaya

### *Anatomical variations of the frontal sinus drainage pathway according to the IFAC classification: frequency and interobserver agreement in a Paraguayan population*

Rodrigo González Insfrán<sup>1\*</sup> , Juan Santacruz<sup>1</sup> , Enrique Pérez Giralá<sup>1</sup>   
y Carlos Mena Canata<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Cátedra de Otorrinolaringología del Hospital de Clínicas, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

\**Autor de correspondencia:* [rodrigodavidgi@gmail.com](mailto:rodrigodavidgi@gmail.com)

#### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la frecuencia de las variaciones anatómicas del tracto de drenaje frontal (TDF) según la *International Frontal Sinus Anatomy Classification* (IFAC) y evaluar la concordancia interobservador en una población paraguaya.

**Material y métodos:** Estudio observacional, descriptivo, con componente analítico y retrospectivo, de corte transversal, realizado en 203 pacientes (406 TDF) con tomografía computarizada de senos paranasales. Dos otorrinolaringólogos clasificaron de forma independiente las celdillas frontoetmoidales según la IFAC. Se analizaron frecuencias, intervalos de confianza al 95 % (IC95 %) y concordancia interobservador mediante el índice  $\kappa$  de Cohen, PABAK y AC1 de Gwet, ajustando por clustering intrapaciente (dos lados por sujeto).

**Resultados:** La edad media fue de  $37,3 \pm 16,3$  años; el 54,7 % correspondió a mujeres. Las celdillas más prevalentes fueron agger nasi (95,1 %), suprabular (85,2 %) y supra-agger nasi (50,3 %). Las menos frecuentes fueron suprabular frontal (18,7 %) y supra-agger nasi frontal (17,5 %). No se observaron diferencias significativas por sexo, edad

o lateralidad ( $p > 0,05$ ). El índice  $\kappa$  global fue de 0,693 (IC95 % 0,64–0,74), con concordancia buena para las celdillas más frecuentes y moderada para las de baja prevalencia; los valores PABAK (0,74) y AC1 (0,77) confirmaron la consistencia de los resultados.

**Conclusión:** Las variaciones anatómicas del tracto de drenaje del seno frontal más frecuentemente identificadas según la clasificación IFAC fueron la celdilla agger nasi (95,1 %), la celdilla suprabular (85,2 %) y la celdilla supra-agger nasi (50,3 %). La aplicación de la clasificación IFAC mostró una concordancia interobservador moderada a buena ( $\kappa = 0,693$ ), confirmada mediante los índices PABAK y AC1, lo que respalda su reproducibilidad y utilidad para la evaluación anatómica del receso frontal en la práctica clínica y en la planificación quirúrgica endoscópica.

**Palabras clave (DeCS):** Anatomía; Seno frontal; Tomografía computarizada por rayos X; Senos paranasales; Variación anatómica; Concordancia interobservador.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the frequency of anatomical variations of the frontal sinus drainage pathway (FSDP) according to the *International Frontal Sinus Anatomy Classification* (IFAC) and to assess interobserver agreement in a Paraguayan population.

**Methods:** An observational, descriptive, analytical, cross-sectional study was conducted in 203 patients (406 FSDPs) with paranasal sinus computed tomography. Two otolaryngologists independently classified frontal-ethmoidal cells following the IFAC system. Frequencies, 95 % confidence intervals (CI95 %), and interobserver agreement were analyzed using Cohen's  $\kappa$ , PABAK, and Gwet's AC1, with clustering adjustment for paired sides per patient.

**Results:** Mean age was  $37.3 \pm 16.3$  years; 54.7 % were female. The most frequent cells were agger nasi (95.1 %), suprabullar (85.2 %), and supra-agger nasi (50.3 %). Less frequent variants included frontal suprabullar (18.7 %) and frontal supra-agger nasi (17.5 %). No significant differences were found by sex, age group, or laterality ( $p > 0.05$ ). Overall interobserver agreement was moderate-to-good ( $\kappa = 0.693$ ; 95 % CI 0.64–0.74), with high consistency confirmed by PABAK (0.74) and Gwet's AC1 (0.77).

**Conclusion:** The most frequently identified anatomical variations of the frontal sinus drainage pathway according to the IFAC classification were the agger nasi cell (95.1%), the suprabullar cell (85.2%), and the supra-agger nasi cell (50.3%). Application of the IFAC classification demonstrated moderate to good interobserver agreement ( $\kappa = 0.693$ ), confirmed by the PABAK and AC1 indices, supporting its reproducibility and usefulness for anatomical assessment of the frontal recess in clinical practice and endoscopic surgical planning.

**Keywords (MeSH):** Anatomy; Frontal sinus; Tomography, X-Ray Computed; Paranasal sinuses; Anatomic variation; Interobserver agreement.

## INTRODUCCIÓN

El seno frontal presenta una variabilidad anatómica considerable, lo que convierte su abordaje quirúrgico en uno de los mayores desafíos de la cirugía endoscópica de los senos paranasales. La complejidad de esta región se debe a la estrechez del receso frontal, la diversidad de celdillas y la proximidad a estructuras críticas como la lámina papirácea y la base del cráneo, factores podrían asociarse con la alta tasa de fracaso quirúrgico y recurrencia en la patología sinusal frontal cuando no se realiza una adecuada planificación preoperatoria(1, 2).

A lo largo del tiempo se han propuesto distintos sistemas de clasificación para describir las variantes anatómicas en la cirugía endoscópica de senos paranasales. Uno de los más utilizados fue el sistema de Keros, ampliamente difundido en la literatura y también empleado en nuestro medio(3). Sin embargo, estos sistemas presentaban limitaciones importantes, entre ellas la escasa concordancia interobservador, lo que reducía su utilidad para estudios comparativos y dificultaba la estandarización de la práctica quirúrgica(4).

Con el objetivo de superar estas limitaciones, la *International Frontal Sinus Anatomy Classification* (IFAC) propuso un sistema más detallado y reproducible, basado en tomografía computarizada (TC), que organiza las celdillas del receso frontal según su localización anatómica (5). Esta clasificación fue posteriormente aplicada y validada en distintas poblaciones, incluyendo series latinoamericanas(6).

De acuerdo con la IFAC, las variantes anatómicas del TDF se agrupan en tres categorías principales, descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Nomenclatura IFAC (2016) y abreviaturas utilizadas en el estudio(5,6)*

<b>Categoría IFAC</b>	<b>Celdilla</b>	<b>Abreviatura utilizada</b>	<b>Definición anatómica resumida</b>
Anteriores	Agger nasi cell	AN	Celdilla etmoidal más anterior, situada anterior y superior al receso frontal, adyacente al proceso frontal del maxilar.
	Supra agger nasi cell	SAN	Celdilla localizada inmediatamente superior a la <i>agger nasi</i> , sin extenderse al seno frontal.
	Supra agger nasi frontal cell	SAF	Extiende la <i>supra agger nasi</i> hacia el seno frontal, contactando su base inferior.
Posteriores	Suprabullar cell	SB	Celdilla situada por encima de la bulla etmoidal, sin alcanzar el seno frontal.
	Suprabullar frontal cell	SBF	Extiende la <i>suprabullar</i> hacia el seno frontal.

<b>Categoría IFAC</b>	<b>Celdilla</b>	<b>Abreviatura utilizada</b>	<b>Definición anatómica resumida</b>
	Supraorbital cell	SO	Celdilla pneumatizada lateralmente por encima de la órbita.
Mediales	Interfrontal sinus septal cell	IF	Celdilla localizada en el tabique intersinusal frontal, que puede comunicar ambos senos frontales.

*Fuente: Adaptado de la International Frontal Sinus Anatomy Classification (IFAC) (5) y su aplicación latinoamericana según Dantas et al. (6).*

Esta clasificación ha mostrado una mejor concordancia interobservador respecto a sistemas previos y se ha consolidado como herramienta útil tanto para la práctica clínica como para la investigación multicéntrica(7).

La correcta aplicación de la IFAC requiere una TC de alta resolución de senos paranasales, idealmente con cortes finos (<1 mm) en planos axial, coronal y sagital reconstruidos, lo que permite una evaluación tridimensional del tracto de drenaje frontal y la identificación precisa de variantes(8). Estos estudios son imprescindibles para la planificación quirúrgica y la reducción de complicaciones en la cirugía endoscópica.

Diversos trabajos internacionales han reportado la prevalencia de variaciones anatómicas del TDF aplicando la IFAC, describiendo diferencias entre poblaciones y su impacto en la planificación quirúrgica(9–11). Sin embargo, en Paraguay no se han publicado estudios que utilicen esta clasificación, a pesar de que existen reportes previos con otros sistemas(11). Esto limita la disponibilidad de datos locales y la comparación con series internacionales.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la frecuencia de cada una de las celdillas que conforman el TDF según la clasificación IFAC, en pacientes del Hospital de Clínicas de la Universidad Nacional de Asunción, y además evaluar la concordancia interobservador de dicha clasificación. Este trabajo busca aportar información novedosa y relevante para la práctica quirúrgica y la investigación regional, constituyendo la primera serie local que aplica el sistema IFAC y permitiendo la comparación con estudios internacionales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***Diseño del estudio***

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, con componente analítico y retrospectivo, de corte transversal, llevado a cabo en el Servicio de Otorrinolaringología del Hospital de Clínicas de la Universidad Nacional de Asunción entre junio de 2021 y junio de 2023.

## ***Población y muestra***

### **Población objetivo**

- **Enfocada:** población paraguaya adulta ( $\geq 18$  años).
- **Accesible:** pacientes paraguayos adultos atendidos en la Cátedra y Servicio de Otorrinolaringología del Hospital de Clínicas con indicación clínica de TC de nariz y senos paranasales.

### **Criterios de inclusión**

- Edad  $\geq 18$  años.
- Individuos nacidos en territorio paraguayo.
- TC de senos paranasales con cortes finos ( $\leq 1$  mm), adecuadas para valorar la anatomía del TDF.

### **Criterios de exclusión**

- Individuos no nacidos en territorio paraguayo
- Antecedentes de cirugía endoscópica de senos paranasales o trauma facial severo.
- Tumores o malformaciones congénitas nasosinusales.
- TC con artefactos o calidad de imagen insuficiente.
- Historias clínicas incompletas.

### **Muestreo**

Se utilizó un muestreo probabilístico aleatorio simple, realizado mediante un generador de números aleatorios en línea (<https://app-sorteos.com/es/apps/sortear-numeros-online>). Se accedió a 623 imágenes de TC y se les asignó un número correlativo para su aleatorización.

Posteriormente, se seleccionaron aleatoriamente 203 estudios que cumplían los criterios de inclusión, totalizando 406 tractos de drenaje frontal (derecho e izquierdo), dado que cada paciente aporta dos unidades de análisis.

### **Cálculo del tamaño muestral**

**Cálculo del tamaño muestral** Para el cálculo del tamaño muestral, se consideró una población de  $N = 4\,763\,541$  (población adulta estimada según el Censo Nacional de Población y Viviendas 2022)(12). El tamaño muestral mínimo se calculó mediante la fórmula de Hulley et al. (13):

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

donde:

- $N = 4.763.541$  (Población mayor de 18 años estimada según datos del Censo Nacional 2022)(12)
- $Z\alpha = 1,96$  (95 % de confianza),
- $p = 0,05$  (prevalencia esperada de celdillas frontoetmoidales según Mena Canata (11),
- $q = 1 - p$ ,
- $d = 0,03$  (precisión).

El resultado fue  $n = 203$  sujetos, coincidente con la muestra obtenida (406 tractos de drenaje).

### ***Reclutamiento y gestión de datos***

Se obtuvo autorización formal para acceder a la base de datos institucional de tomografías computarizadas del Servicio de Otorrinolaringología.

Se recopilaron las imágenes en formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) junto con los datos sociodemográficos (edad y sexo) de cada paciente. Las imágenes fueron evaluadas de forma independiente y ciega por dos otorrinolaringólogos entrenados en cirugía endoscópica de senos paranasales (un especialista y un residente de tercer año), quienes utilizaron el visor RadiAnt DICOM Viewer.

### ***Adquisición y procesamiento de imágenes***

Se incluyeron TC de senos paranasales en algoritmo óseo, con cortes  $< 1$  mm, reconstrucción multiplanar (axial, coronal y sagital) y campo de visión centrado en el receso frontal. Se registró el modelo del tomógrafo y parámetros técnicos ( $kVp$ ,  $mAs$ , grosor de corte y  $kernel$  de reconstrucción).

Los observadores aplicaron la *International Frontal Sinus Anatomy Classification* (IFAC) (5), estandarizando las variantes anatómicas según la Tabla 1 (descrita en Introducción).

Para asegurar la reproducibilidad, ambos revisores participaron en una sesión de calibración con 10 casos piloto antes del análisis definitivo.

En caso de discordancia en la identificación de una celdilla, se resolvió por con con un tercer evaluador (otorrinolaringólogo *senior*), quien determinó el diagnóstico final utilizado como *gold standard*.

**Tabla 2.**  
*Variables de estudio y definición operacional*

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador	Escala / Categorías
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento	Tiempo	Años	≥ 18
Sexo	Características fenotípicas	Categórica	Hombre / Mujer	Nominal
Celdillas IFAC	Valoración tomográfica de cada infundíbulo frontal (2 por paciente)	Existencia	Presencia / Ausencia	<i>Agger nasi, Supra agger nasi, Supra agger frontal, Suprabullar, Suprabullar frontal, Supraorbitaria, Interfrontal septal</i>
Concordancia interobservador	Acuerdo entre dos observadores	0 a 1	Índice $\kappa$ de Cohen	<0,20 pobre · 0,21–0,40 débil · 0,41–0,60 moderada · 0,61–0,80 buena · >0,80 muy buena

### ***Análisis estadístico***

Se utilizó un software estadístico avanzado validado para investigación clínica (IBM SPSS v25 y Microsoft Excel®). Las variables categóricas se expresaron en frecuencias, porcentajes e IC95 %.

- Comparaciones por sexo:  $\chi^2$  o Fisher, según corresponda.
- Comparación derecha vs. izquierda (misma persona): Prueba exacta para datos emparejados(14).
- Concordancia interobservador:  $\kappa$  de Cohen (global y por celdilla) con IC95 % (15), interpretado según las escalas metodológicas de acuerdo validadas (16).
- Sensibilidad a prevalencias extremas: PABAK (17) y Gwet AC1 (18).
- Dependencia intrapaciente (dos lados por sujeto): ajuste por clustering mediante varianza robusta/GEE(15).
- Significación:  $p < 0,05$ .

El reporte siguió la guía STROBE(19).

### **Aspectos éticos**

El estudio se realizó con la autorización de los responsables de la base de datos de imágenes de tomografía computarizada y fue aprobado por el **Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Asunción**, conforme a las normas éticas vigentes para investigaciones en seres humanos (**Resolución N.º 323/24**).

La investigación respetó los principios de **beneficencia, no maleficencia y justicia**. El principio de beneficencia se garantizó mediante el uso exclusivo de los datos con fines académicos y de investigación científica. El principio de no maleficencia se cumplió dado que el estudio se basó en el análisis retrospectivo de fichas clínicas e imágenes, sin intervención directa sobre los pacientes ni generación de riesgos adicionales.

El principio de justicia fue respetado al no realizarse ningún tipo de discriminación en la inclusión de los estudios tomográficos. Asimismo, se garantizó la **confidencialidad, anonimato y privacidad** de los datos, en cumplimiento del deber ético del secreto profesional y del derecho del paciente a la protección de su información personal.

Los autores declaran **no tener conflictos de interés**.

## **RESULTADOS**

Se analizaron 203 pacientes (406 tractos de drenaje frontal) con tomografías computarizadas de senos paranasales realizadas entre 2021 y 2023. La muestra estuvo compuesta por 111 mujeres (54,68 %) y 92 hombres (45,32 %), con una edad media de 37,33 ± 16,31 años (rango: 18–86 años) (Tabla 3).

**Tabla 3.**  
*Datos sociodemográficos de la población estudiada (n = 203).*

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Sexo		
Femenino	111	54,68 %
Masculino	92	45,32 %
Edad (años)		
Mínima	18	–
Máxima	86	–
Media ± DE	37,33 ± 16,31	–

### ***Prevalencia de variantes anatómicas según IFAC***

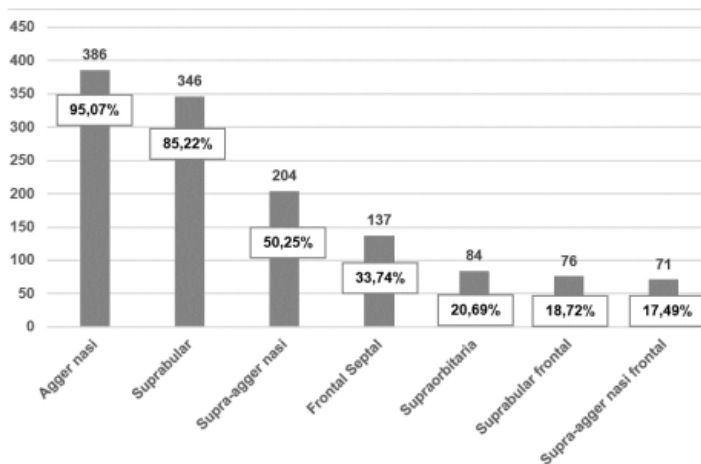
En el análisis global, la celdilla *agger nasi* fue la más frecuente (95,07 %), seguida por la suprabular (85,22 %) y la supra-*agger nasi* (50,25 %). Las variantes menos frecuentes fueron la suprabular frontal (18,72 %) y la supra-*agger nasi* frontal (17,49 %). Los valores detallados se muestran en la Tabla 4 y la Figura 1.

**Tabla 4.**

*Prevalencia global de las celdillas frontoetmoidales según IFAC (n = 406 TDF).*

<b>Celdilla IFAC</b>	<b>n (%)</b>	<b>IC95%</b>
Agger nasi	386 (95,07 %)	92,9 – 97,2
Suprabular	346 (85,22 %)	81,5 – 88,4
Supra-agger nasi	204 (50,25 %)	45,5 – 55,0
Frontal septal	137 (33,74 %)	29,2 – 38,6
Supraorbitaria	84 (20,69 %)	16,9 – 24,9
Suprabular frontal	76 (18,72 %)	15,0 – 22,8
Supra-agger nasi frontal	71 (17,49 %)	13,9 – 21,6

*Los IC95% se calcularon mediante método exacto binomial.*



**Figura 1.**

*Prevalencia global de celdillas frontoetmoidales según la clasificación IFAC (n = 406).*

Cada prevalencia se acompañó de su intervalo de confianza al 95 % (IC95 %), observándose una dispersión estrecha en las variantes más comunes (AN y SB), lo que refuerza la precisión de la estimación.

### ***Concordancia interobservador***

El índice Kappa global fue  $\kappa = 0,693$  (IC95 % 0,64–0,74), correspondiente a una concordancia moderada-buena. Las mayores concordancias se registraron en las variantes más frecuentes (*agger nasi*:  $\kappa = 0,81$ ; suprabular:  $\kappa = 0,78$ ), mientras que las variantes menos prevalentes mostraron valores más bajos (suprabular frontal:  $\kappa = 0,54$ ; supra-*agger nasi* frontal:  $\kappa = 0,49$ ).

Al aplicar el PABAK y el índice AC1 de Gwet como análisis de sensibilidad para las celdillas de alta prevalencia, los valores corrigieron el sesgo esperado por desequilibrio, mostrando concordancias consistentes y robustas (PABAK  $\approx 0,74$ ; AC1  $\approx 0,77$ ).

### ***Distribución por lateralidad***

En el análisis de lateralidad, la mayoría de las variantes se observaron de manera bilateral (especialmente las celdillas *agger nasi* (90,15 %) y suprabular (70,44 %)), con intervalos de confianza estrechos en las variantes más frecuentes (AN y SB, IC95%  $\pm 4-6$  %), lo que respalda la consistencia de la distribución observada (Tabla 5).

Entre las variantes unilaterales, la supra-*agger nasi* presentó predominio izquierdo (62,5 %), mientras que la suprabular fue más frecuente a derecha (57,5 %) (Tabla 5).

**Tabla 5.**  
*Distribución de celdillas según lateralidad (n = 203 pacientes).*

<b>Celdilla IFAC</b>	<b>Bilateral n (%) [IC95%]</b>	<b>Izquierda n (%)</b>	<b>Derecha n (%)</b>	<b>Ausente n (%)</b>
Agger nasi	183 (90,15) [85,2–93,8]	11 (5,42)	9 (4,43)	0 (-)
Suprabular	143 (70,44) [63,9–76,3]	17 (8,37)	23 (11,33)	10 (4,93)
Supra- <i>agger nasi</i>	62 (30,54) [24,4–37,3]	50 (24,63)	30 (14,78)	61 (30,05)
Frontal septal	25 (12,32) [8,2–17,6]	42 (20,69)	45 (22,17)	91 (44,82)

Celdilla IFAC	Bilateral n (%) [IC95%]	Izquierda n (%)	Derecha n (%)	Ausente n (%)
Supraorbitaria	32 (15,76) [11,1–21,3]	15 (7,39)	5 (2,46)	151 (74,38)
Suprabular frontal	13 (6,40) [3,4–10,7]	25 (12,32)	24 (11,82)	141 (69,46)
Supra- <i>agger</i> <i>nasi</i> frontal	10 (4,93) [2,4–8,8]	26 (12,81)	25 (12,32)	142 (69,95)

Para las comparaciones entre lado derecho e izquierdo se aplicó la prueba de McNemar, sin diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

### ***Distribución por sexo y grupos etarios***

La estratificación por sexo y grupos etarios se presenta en la Tabla 6. Las frecuencias de las distintas variantes anatómicas mostraron patrones homogéneos entre hombres y mujeres, sin diferencias estadísticamente significativas tras la aplicación de las pruebas de Fisher y  $\chi^2$  corregidas por comparaciones múltiples mediante el método de Benjamini–Hochberg (FDR 5 %). En ambos sexos se observó una elevada prevalencia de las celdillas *agger nasi* y suprabular, con valores puntuales similares y intervalos de confianza (IC95 %) estrechos, lo que respalda la precisión de las estimaciones.

En el análisis por grupos de edad (18–40, 41–60 y > 60 años), tampoco se hallaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). Las proporciones de variantes mantuvieron una distribución estable en todas las categorías etarias, observándose solo una tendencia no significativa al incremento de las celdillas suprabular frontal y supraorbitaria en mayores de 60 años. En conjunto, estos resultados sugieren que las variaciones anatómicas del tracto de drenaje frontal descritas por la clasificación IFAC se comportan de manera consistente entre sexos y edades dentro de la población estudiada.

**Tabla 6.**  
*Prevalencia de celdillas frontoetmoidales según sexo y grupos etarios*  
(n = 406 TDF / 203 pacientes).

Celdilla IFAC	Femenino n/N (%) [IC95 %]	Masculino n/N (%) [IC95 %]	p (sexo)	18-40 años (n=118) % [IC95 %]	41-60 años (n=61) % [IC95 %]	>60 años (n=24) % [IC95 %]	p (edad)
Agger nasi	106/111 (95,5) [89,5- 98,2]	87/92 (94,6) [87,8-97,9]	0,758	94,8 [89,4- 97,5]	95,5 [86,3- 98,8]	96,0 [77,7- 99,5]	0,923
Supra-agger nasi	56/111 (50,9) [41,4- 60,4]	46/92 (49,5) [39,2-59,9]	1,000	51,9 [42,7- 60,9]	47,7 [35,3- 60,4]	46,0 [26,6- 66,5]	0,807
Supra-agger nasi frontal	16/111 (14,9) [9,4-22,9]	19/92 (20,7) [13,5-30,2]	0,267	18,7 [12,3- 27,3]	14,8 [8,0- 25,9]	16,0 [6,4- 35,0]	0,845
Suprabular	93/111 (83,8) [75,6- 89,6]	80/92 (87,0) [78,5-92,5]	0,558	84,7 [76,9- 90,2]	87,5 [75,3- 94,1]	84,0 [63,9- 94,0]	0,912
Suprabular frontal	20/111 (17,6) [11,6- 25,6]	19/92 (20,1) [13,0-29,9]	0,721	15,7 [9,9- 23,8]	19,3 [11,1- 31,2]	34,0 [18,6- 54,3]	0,117
Supraorbitaria	22/111 (19,8) [13,3- 28,4]	20/92 (21,7) [14,1-31,9]	0,862	19,0 [12,6- 27,7]	18,2 [10,2- 30,2]	34,0 [18,6- 54,3]	0,208
Frontal septal	35/111 (31,5) [23,4- 41,0]	33/92 (36,4) [27,0-47,1]	0,552	35,4 [27,3- 44,6]	31,8 [21,0- 44,9]	28,0 [13,1- 50,3]	0,698

## DISCUSIÓN

El presente estudio determinó la frecuencia de las variaciones anatómicas del tracto de drenaje frontal (TDF) en una muestra de la población paraguaya utilizando el sistema IFAC. Los hallazgos principales revelan una elevada prevalencia de celdillas del grupo anterior, específicamente la celdilla *agger nasi* y la suprabular, mientras que las variantes frontales mostraron una frecuencia significativamente menor. Asimismo, se demostró que la clasificación IFAC posee una fiabilidad interobservador satisfactoria, lo que respalda su utilidad como herramienta de estandarización diagnóstica en nuestro medio.

En la cohorte analizada, la celdilla *agger nasi* (AN) se consolidó como la estructura más frecuente, lo cual es consistente con la literatura internacional. Este predominio es cualitativamente superior al reportado previamente en estudios nacionales que incluyeron población pediátrica y utilizaron clasificaciones diagnósticas distintas a la IFAC (11). La constancia morfológica de esta celdilla en la región se ve reflejada al contrastar nuestros resultados con las series de Bravo et al. en México (20) y Dantas et al. en Brasil (6), donde también se identifica como la variante predominante.

La celdilla suprabular (SB) fue la segunda en frecuencia. Este hallazgo resultó superior a lo descrito en las series mexicana (20) y colombiana (21), pero se muestra comparable al estudio brasileño (6). Tal variabilidad podría sugerir diferencias en la técnica tomográfica empleada o en los criterios de delimitación de las celdillas según la extensión neumatizada en el plano coronal, más que una disparidad anatómica real.

Respecto a la celdilla *supra-agger nasi* (SAN), su presencia fue notablemente más habitual en nuestra muestra que lo reportado por Sabido-Bollain et al. (22) y el estudio brasileño (6). Estos resultados plantean una posible variabilidad entre grupos latinoamericanos, que podría estar vinculada a características anatómicas propias de la base del cráneo en cada población.

Las variantes frontales, específicamente la suprabular frontal (SBF) y la *supra-agger nasi* frontal (SAF), fueron las menos frecuentes. Esta baja prevalencia es cualitativamente coincidente con los informes de Bravo et al. y Ulloque et al. (20,21), reforzando la consistencia del patrón de distribución del sistema IFAC en Sudamérica. Por su parte, la celdilla supraorbitaria (SO) presentó una frecuencia intermedia, situándose en un rango similar al descrito por autores de la región (6,11,20,21).

La celdilla frontal septal (IF) mostró una presencia considerable en los pacientes paraguayos, siendo este hallazgo más cercano a la observación en Colombia (21) que a la reportada en México (20). Esta mayor detección podría reflejar una particularidad anatómica poblacional o una optimización en la sensibilidad diagnóstica gracias al uso de reconstrucciones multiplanares de alta resolución.

En cuanto a la concordancia interobservador, el índice obtenido indica una fuerza de acuerdo buena según la escala de validación metodológica aplicada (16), siendo este resultado muy similar al reportado por Villarreal et al. (10) en su validación de la IFAC. La robustez de esta observación se ve reforzada por la consistencia de los índices PABAK y AC1 de Gwet (17, 18) . La ligera disminución del acuerdo en las celdillas menos frecuentes (SAF y SBF) es un fenómeno descrito previamente y refleja la complejidad técnica de su delimitación.

## CONCLUSIONES

En la población paraguaya analizada, las variaciones anatómicas del tracto de drenaje del seno frontal descritas por la clasificación IFAC mostraron un patrón de distribución caracterizado por una alta prevalencia de las celdillas del grupo anterior, particularmente la celdilla agger nasi y la suprabular, mientras que las variantes frontales presentaron una frecuencia considerablemente menor. La distribución de estas variantes se mantuvo estable entre sexos, grupos etarios y lateralidad, lo que sugiere un comportamiento anatómico relativamente homogéneo dentro de la población estudiada. Asimismo, la aplicación de la clasificación IFAC demostró una concordancia interobservador moderada a buena entre los evaluadores, respaldada por análisis de sensibilidad que confirmaron la consistencia del acuerdo. En conjunto, estos hallazgos respaldan la utilidad de la clasificación IFAC como una herramienta reproducible para la evaluación tomográfica del receso frontal y refuerzan su valor en la planificación quirúrgica endoscópica y en la estandarización de la investigación anatómica en la región.

### **Declaración de disponibilidad de datos de investigación**

Los datos utilizados en este estudio provienen de historias clínicas e imágenes de TC pertenecientes al archivo institucional del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital de Clínicas. Por razones de confidencialidad, los datos individuales no pueden hacerse públicos. Sin embargo, los autores pueden poner a disposición datos anonimizados y matrices estadísticas del análisis previa solicitud razonable al autor de correspondencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bent JP, Cuijly-Siller C, Kuhn FA. The frontal sinus ostium: anatomical subdivisions. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 1994;110(3):323–9. doi:10.1177/019459989411000321

2. Wormald PJ. Surgery of the frontal recess and frontal sinus. *Rhinology*. 2005;43(2):82–5.
3. Keros P. Über die praktische Bedeutung der Niveauunterschiede der Lamina cribrosa des Ethmoides. *Zeitschrift für Laryngologie Rhinologie Otologie*. 1962;809–13.
4. Stammberger HR, Kennedy DW. Paranasal sinuses: anatomic terminology and nomenclature. *Annals of Otolaryngology & Rhinology Supplement*. 1995.
5. Wormald PJ, Hoseman W, Callejas C. The International Frontal Sinus Anatomy Classification (IFAC). *Int Forum Allergy Rhinol*. 2016;6(7):677–96. doi:10.1002/alr.21738
6. Dantas EMS, Macedo TL. Anatomical variations of the frontal sinus drainage pathway according to the IFAC. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2023. doi:10.1016/j.bjorl.2022.10.007
7. Wormald PJ. *Endoscopic Sinus Surgery: Anatomy, Three-Dimensional Reconstruction, and Surgical Technique*. Thieme; 2017.
8. Mafee MF. Preoperative imaging of the paranasal sinuses. Role of CT and MRI. *Otolaryngol Clin North Am*. 1993;26(4):535–59.
9. Ting JY, Wu A, Metson R. Frontal Sinus Cell Prevalence by Computed Tomography Analysis. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2017;156(2):312–9. doi:10.1177/0194599816676458
10. Villarreal-Guerra AJ. Interobserver Reliability of Kuhn vs. IFAC Classification in Paranasal Sinus Computed Tomography. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2019. doi:10.1055/s-0039-1694042
11. Mena Canata C. Variantes anatómicas rinosinusales más frecuentes identificadas por tomografía computarizada. *Anales de la Facultad de Ciencias Médicas (Asunción)*. 2013.
12. Instituto Nacional de Estadística (INE). <https://www.ine.gov.py/>. 2023. Paraguay. Censo Nacional de Población y Viviendas 2022: Resultados Finales.
13. Hulley SB, Cummings SR. *Designing Clinical Research*. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
14. Fagerland MW, Lydersen S, Laake P. The McNemar test for binary matched-pairs data. *BMC Med Res Methodol*. 2013. doi:10.1186/1471-2288-13-91
15. Liang KY, Zeger SL. Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika*. 1986;73(1):13–22.
16. Watson PF, Petrie A. Method agreement analysis: A review of correct methodology. *Veterinary Journal*. 2010;184(2):127–32. doi:10.1016/j.tvjl.2010.01.003

17. Byrt T, Bishop J, Carlin JB. Bias, prevalence and kappa. *J Clin Epidemiol*. 1993;46(5):423–9. doi:10.1016/0895-4356(93)90018-v
18. Gwet KL. Computing inter-rater reliability and its variance in the presence of high agreement. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*. 2008. doi:10.1348/000711006X126600
19. von Elm E, Altman DG, Egger M. The STROBE statement: guidelines for reporting observational studies. *International Journal of Surgery*. 2014. doi:10.1016/j.ijisu.2014.07.013
20. Bravo-Gutiérrez A, Low-López N, Revilla-Rodríguez E. Anatomía del complejo etmoidal frontal en población mexicana según la clasificación IFAC. *Anales de Otorrinolaringología Mexicana*. 2021.
21. Ulloque-Caamaño L, Reyes-Guevara R. Variaciones anatómicas del receso frontal: evaluación tomográfica mediante la clasificación IFAC en una población colombiana. *Revista de la Facultad de Medicina*. 2020. doi:10.15446/revfacmed.v68n4.79584
22. Sabido-Bollain C. Prevalencia de celdas frontoetmoidales según la clasificación IFAC en pacientes con rinosinusitis crónica. *Anales de Otorrinolaringología Mexicana*. 2018.

Recibido: 22/09/2025

Aceptado: 27/11/2025

### ***Contribución de autoría***

**Conceptualización:** Rodrigo González Insfrán, Carlos Mena Canata

**Curación de datos:** Juan Santacruz, Enrique Pérez Giralá

**Análisis formal:** Rodrigo González Insfrán

**Adquisición de fondos:** No aplica

**Investigación:** Rodrigo González Insfrán, Juan Santacruz

**Metodología:** Rodrigo González Insfrán, Carlos Mena Canata

**Administración del proyecto:** Rodrigo González Insfrán

**Recursos:** Servicio de Otorrinolaringología del Hospital de Clínicas

**Software:** Rodrigo González Insfrán

**Supervisión:** Carlos Mena Canata

**Validación:** Carlos Mena Canata, Enrique Pérez Giralá

**Visualización:** Juan Santacruz

**Redacción – borrador original:** Rodrigo González Insfrán

**Redacción – revisión y edición:** Rodrigo González Insfrán, Carlos Mena Canata

### ***Declaración de conflictos de intereses***

Los autores declaran que **no existen conflictos de intereses** relacionados con este estudio.

### ***Financiamiento***

Este trabajo no recibió financiación externa. El estudio fue realizado con recursos propios y apoyo institucional del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital de Clínicas, Universidad Nacional de Asunción.