

# Cúmulos Abiertos

## Taller 3 Fotometría de Apertura IRAF

**Javier Alejandro Acevedo Barroso**<sup>\*</sup>  
*Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia*

28 de septiembre de 2018

---

<sup>\*</sup>e-mail: [ja.acevedo12@uniandes.edu.co](mailto:ja.acevedo12@uniandes.edu.co)

## 1. Función Inicial de Masa

La función inicial de masa es la función que relaciona la masa al momento de entrar a la secuencia principal, con el número de estrellas en una población entrando a la secuencia principal con esa masa. Es decir, en una población estelar recién nacida de estrellas, la función inicial de masa correspondería completamente con el histograma de las masas. La importancia de la función inicial de masa radica en que la masa con la que una estrella entra a su secuencia principal es la variable más importante para determinar su evolución.

## 2. Fotometría de apertura

El objetivo de este ejercicio es realizar el procesamiento de fotometría de apertura para las imágenes del tutorial de IRAF. Esto corresponde a calcular una magnitud instrumental para los objetos del campo estelar. Por ser la primera vez que se realiza tal análisis, se realizará paso a paso y para un número limitado de estrellas. En futuros ejercicios se realizará el análisis para todo el campo, usando algoritmos implementados en IRAF para localizar los objetos.

Las imágenes se tomaron con instrumentos CCD y por lo tanto se realizaron las respectivas correcciones de FLAT, OVERSCAN y BIAS. El ejercicio asume que las imágenes ya están corregidas.

El primer paso va a ser añadir al header de las imágenes la masa de aire. El cálculo de la masa de aire requiere de cierta información, como la posición del observatorio o la coordenada exacta en el cielo del objeto. Afortunadamente IRAF incluye una tarea titulada SETAIRMASS la cual lee toda la información necesaria del header de la imagen. Usando la tarea SETAIRMASS y señalando que estamos en el observatorio kpno (Kitt Peak National Observatory), se fija en el header de cada imagen la masa de aire. Se observa que la masa de aire para las imágenes de calibración es de aproximadamente 2, esa masa de aire es irrelevante pues las imágenes de calibración no son tomas del cielo. Las masas de aire para las imágenes reales en el filtro V es 1.07 y en el filtro B 1.09.

Una vez fijada las masas de aire, se procede a hacer la fotometría de apertura. Para ello se utiliza el paquete DIGIPOT y APPHOT. La fotometría se realizará sobre los objetos que creemos ser estrellas. Es decir, se evaluarán las curvas de intensidad

radiales en cada objeto, y solo se tomará los de mejor perfil. Esto se hace con la tarea IMEXAMINE. Se observa que las estrellas tienen un FWHM de 2.65 a 3.2 y que es constante entre las diferentes imágenes.

Para realizar la fotometría en sí se usa la tarea QPHOT. Esta necesita el radio de apertura, el radio interior del anillo de cielo y el grosor del anillo de cielo, todo esto en pixeles. Tras ejecutar la tarea QPHOT sobre la imagen m92010, se obtiene una tabla de objetos con sus coordenadas, su magnitud, y error (si hubo). Usando la tarea txdump se extrae las coordenadas de las estrellas seleccionadas (se seleccionó a las estrellas en el modo interactivo de QPHOT). Una vez se tiene las coordenadas de las estrellas, se vuelve a correr QPHOT sobre las otras imágenes. Se seleccionaron 30 estrellas (ver figura 1) para realizar la fotometría.

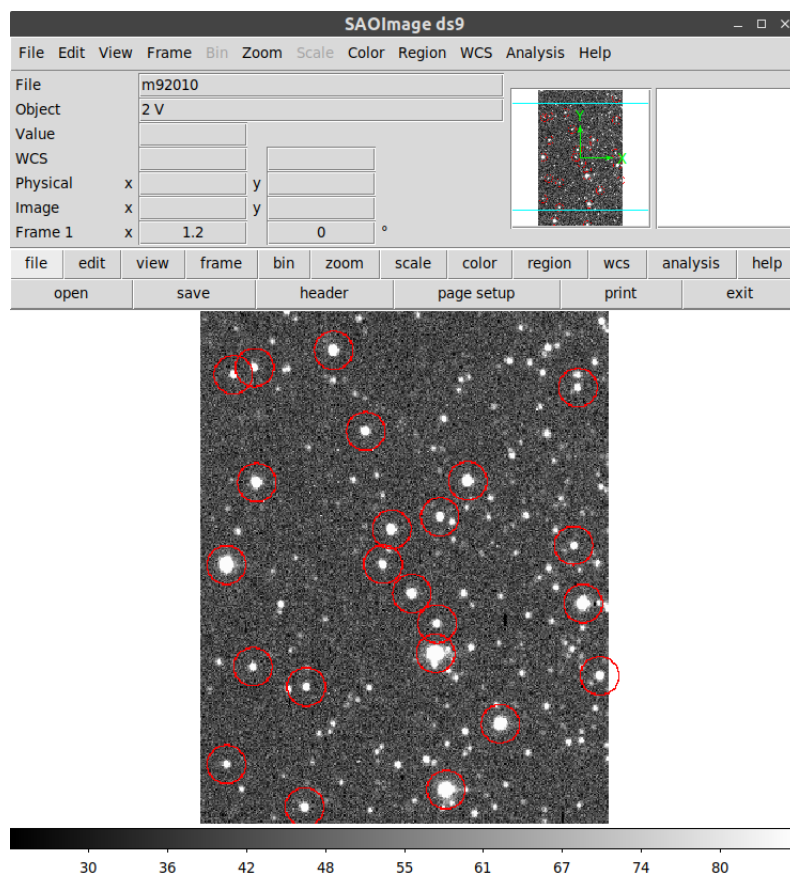


Figura 1: Estrellas seleccionadas para la fotometría de apertura en la imagen m92010.

Adicionalmente, para cada imagen se graficó la magnitud contra el error de la magnitud, de un análisis correcto se espera un comportamiento cuadrático en la gráfica  $m$  vs  $\Delta m$ . Se observó el comportamiento cuadrático en todas las gráficas (ver figura 2).

Por último, para verificar que el comportamiento cuadrático se debe a un análisis correcto, se calculó la magnitud y el error en la magnitud para coordenadas aleatorias del cielo, procurando no tomar estrellas. Se observó un comportamiento muy levemente cuadrático (probablemente un remanente de las estrellas que sí quedaron a dentro de los círculos) y una gran cantidad de puntos indeterminados, debido a que el algoritmo no logra hayar una magnitud en esas coordenadas.

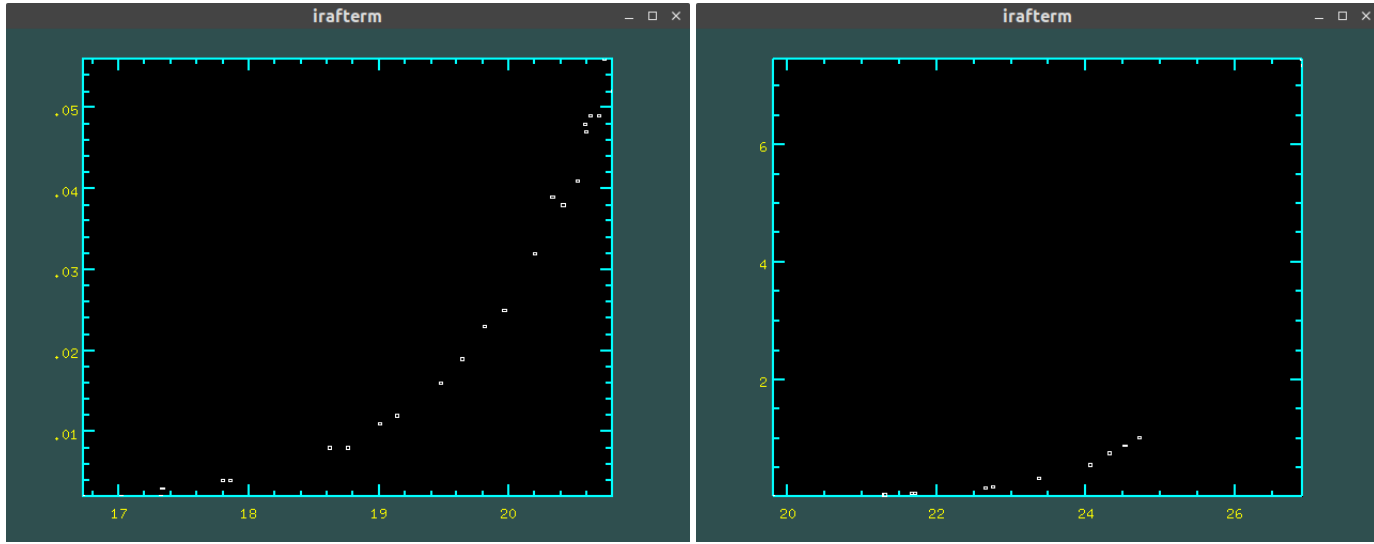


Figura 2: A la izquierda magnitud contra error en la magnitud para las estrellas en la imagen m92010. Se observa un comportamiento cuadrático. Se anexa únicamente el caso de m92010 porque las otras gráficas son muy similares. A la derecha la misma gráfica pero para puntos que no correspondieran a estrellas, la disminución de puntos se debe a que el algoritmo no converge en muchas ocasiones debido al ruido de fondo.

### 3. BIAS

Como parte del proyecto del curso se debe realizar algunas tomas con el telescopio y el instrumento CCD disponible. Por ello, es necesario hacer calibración de FLAT y de BIAS. Se decidió empezar con la calibración de BIAS.

La calibración de BIAS consiste en tomar los valores del detectos sin tiempo de exposición, esto para dar cuenta del ruido intrínseco del detectos (nótese que el ruido puede variar entre pixeles).

Se tomó 30 imágenes de calibración BIAS a diferentes temperaturas: 0 °C, -5 °C, -10 °C y -14 °C. Se calculó la mediana de las 30 imágenes para cada temperatura y se generó una nueva imagen con las medianas, esa nueva imagen es la corrección de BIAS a la temperatura correspondiente.

Una vez generada la imagen de medianas para cada temperatura, se comparó el promedio de sus filas. Esto con el fin de buscar anomalías (picos) en el detector.

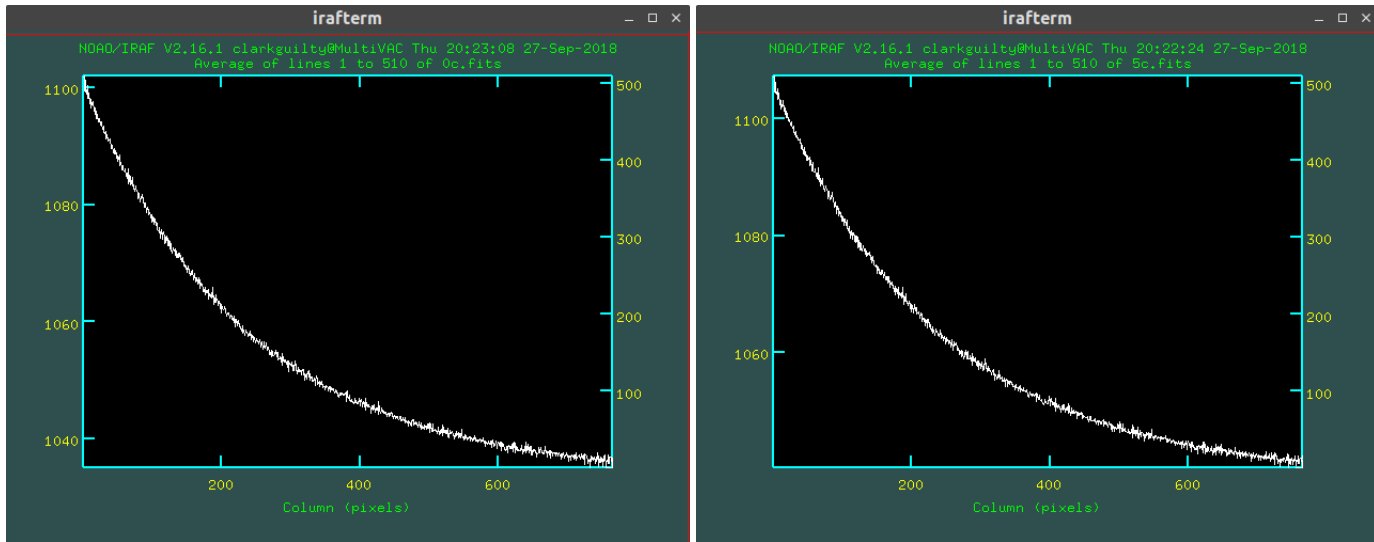


Figura 3: Promedio de conteos sobre todas las líneas para 0 °C y -5 °C

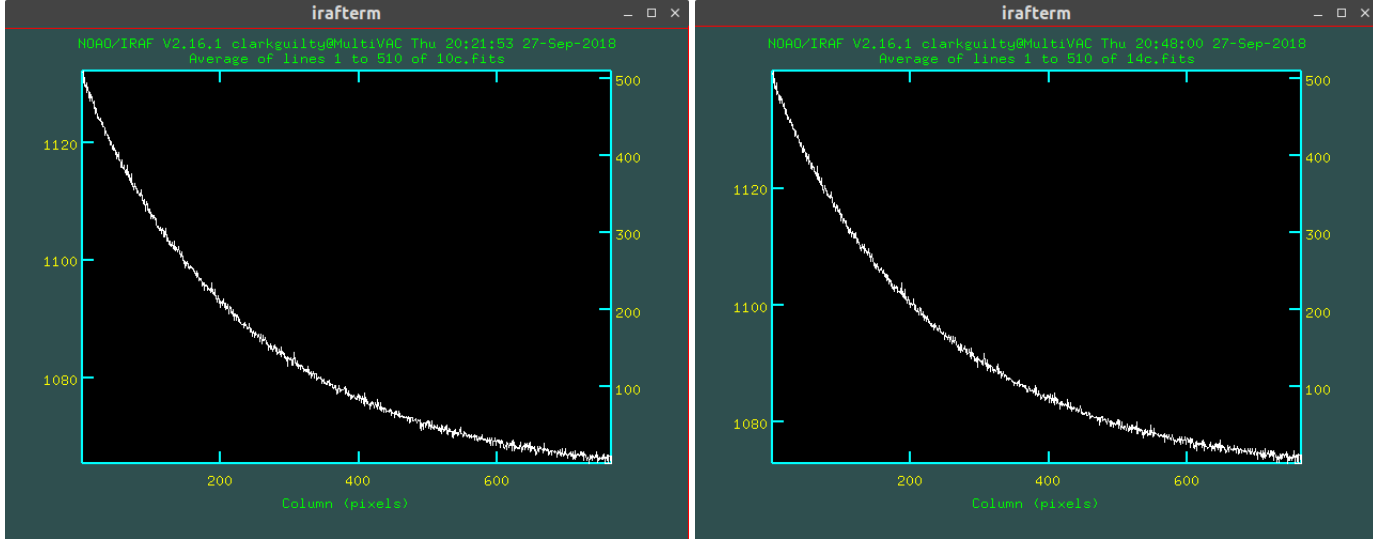


Figura 4: Promedio de conteos sobre todas las líneas para  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $-14^{\circ}\text{C}$ .

No se observa ningún pico particular en los promedios. Sin embargo, se observa que tienen diferentes límites las curvas, implicando diferentes medianas. Adicionalmente se observa una forma general similar entre las curvas.

También se comparó la media de conteos contra la temperatura (ver figura 5), se observa un aumento de conteos al *disminuir* la temperatura. El comportamiento del número de conteos implica una temperatura de operación óptima de  $0^{\circ}\text{C}$  o superior.

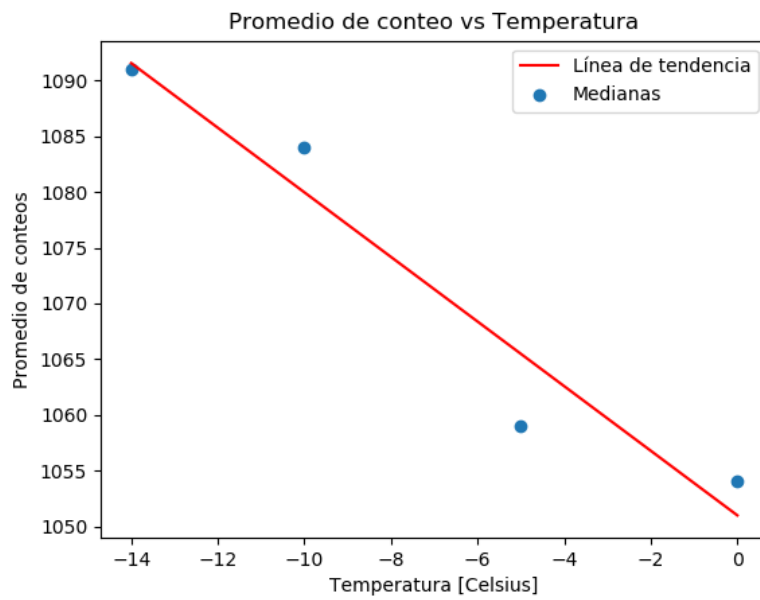


Figura 5: Promedio de conteos contra temperatura. La línea de tendencia es de una de mínimos cuadrados y está únicamente como ayuda de visualización.