

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

DEPARTAMENTO DE ASTRONOMÍA

DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

CAMPUS GUANAJUATO



La caracterización del ambiente solar como sitio propicio para la formación de vida y la búsqueda de planetas extrasolares similares a la Tierra

Que para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias (Astrofísica)

presenta:

Belém Estefanía Mancilla Escobar

Director de Tesis:

Dr. Roger Coziol

Profesor Investigador del Departamento de Astronomía de la División de Ciencias Naturales y Exactas Campus Guanajuato

Junio 2009

*Dedicada a mis padres, hermanas y hermanos
porque fueron el impulso para realizar este trabajo de tesis*

Agradecimientos

A mi asesor de tesis, Dr. Roger Coziol, por sus conocimientos, experiencia y por permitirme desarrollar este tema en particular.

A Ilse Plauchu por su asesoría en IRAF y en la reducción de datos.

A Juan Manuel Islas por su tiempo dedicado para instalar el software necesario.

A Miriam Ramos, por su ayuda en la tercera temporada de observación, pero principalmente por su paciencia, apoyo y amistad.

A los sinodales, Dr. Klaus-Peter Schröder, Dr. Philippe Eenens y Dr. Victor Migenes, por sus comentarios en pro de este trabajo de tesis.

A la Universidad de Guanajuato y al Departamento de Astronomía por la oportunidad de llevar a cabo los estudios de maestría en esta institución.

Al Observatorio Astronómico Nacional por las facilidades brindadas para llevar a cabo las observaciones.

A la Universidad de Guanajuato, al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico otorgado a través de becas.

Resumen

Debido a las búsquedas casi al azar de planetas extrasolares y a las limitaciones en las técnicas de detección, no se han podido descubrir sistemas planetarios similares al Sistema Solar. Los sistemas planetarios descubiertos hasta ahora constan de planetas con masas mayores a la de Júpiter y giran alrededor de su estrella en órbitas más pequeñas que la de Mercurio. A este tipo de planetas se le ha llamado Hot Jupiter. Además, la metalicidad de la estrella parece tener un impacto importante en el tipo de planeta que alberga. La mayoría de las estrellas en las que se han detectado Hot Jupiter's son de alta metalicidad. Por lo tanto, para tener mayor probabilidad de encontrar sistemas planetarios como el nuestro o planetas como la Tierra, es necesario aplicar ciertas condiciones físicas en las estrellas en las que se realiza la búsqueda y hacer más precisas las técnicas de detección.

Basándonos en la hipótesis de que la posibilidad de encontrar planetas tipo Tierra habitables puede ser mayor en el vecindario solar, hemos realizado un estudio de las estrellas hasta 100 pc de distancia del Sol. Aplicamos criterios de masa, edad, metalicidad y velocidad espacial, para realizar una lista de estrellas candidatas que pudieron haberse formado en las mismas condiciones que el Sol y, por lo tanto, con más alta probabilidad de albergar planetas tipo Tierra. Una vez mejoradas las técnicas de detección y aumente su precisión para encontrar planetas tipo Tierra, esta lista servirá para dirigir una búsqueda adecuada e inmediata hacia esas estrellas. Para la elaboración de la lista contamos con muestras de dos diferentes catálogos, 6229 estrellas con clasificación espectral F, G y K del Catálogo de Hipparcos y 109 del LSPM North Catalogue con tipo espectral de acuerdo a la base de datos de SIMBAD.

En ambos catálogos tenemos 715 y 1515 estrellas respectivamente, que no cuentan con clasificación espectral. Para estas estrellas, se estimó de manera teórica el tipo espectral basándonos en los datos de magnitud absoluta para estrellas estándares del manual de Allen. Utilizamos también la magnitud aparente y el paralaje o distancia proporcionada por cada catálogo. Para verificar la clasificación teórica, realizamos la espectroscopía de 177 estrellas del Catálogo de Hipparcos y 18 del LSPM North Catalogue. En 97% de estas estrellas el tipo espectral determinado por su espectro fue igual al que estimamos. En base al diagrama HR y al tipo espectral estimado, 99.8% de las 1515 estrellas del LSPM North Catalogue son estrellas M.

Realizamos una distribución en distancia de cada muestra de estrellas. Encontramos que las 6229 estrellas presentan un sesgo observacional debido a que las observaciones de Hipparcos fueron limitadas en brillo. Esto produce que esta muestra presente una mayoría de estrellas F hasta 80 pc. Después de esta distancia, el número de estrellas comienza a disminuir. Después de 40 pc existe una faltante de estrellas K. En general, dentro de 100 pc, estimamos que falta ~40% de estrellas con edad similar al Sol sin detectar. Esta faltante puede ser debido al sesgo observacional y al proceso de determinación de la edad de las estrellas. Se espera que el proyecto GAIA provea de una muestra de estrellas más completa en distancia y en brillo.

La muestra de 715 estrellas sin clasificación espectral presenta una mayoría de estrellas K y M debido a que son las más débiles en brillo y, por lo tanto, más difícil de haber sido observadas y clasificadas con anterioridad. Las muestras de estrellas del LSPM North Catalogue contienen estrellas M principalmente y aumentan en número conforme aumenta el volumen observado.

4603 estrellas de las 6229 están en el Catálogo de Geneva-Copenhague y 4128 tienen datos de velocidad espacial. A partir de esta muestra, realizamos un estudio dinámico de los grupos en movimiento identificados y no identificados en el vecindario solar para tratar de conocer si con alguno de ellos se formó el Sol. El resultado final es que el Sol no parece pertenecer a ninguno de ellos.

Usando criterios de edad, masa y velocidad espacial en estrellas de la vecindad solar hasta 100 pc, seleccionamos una lista de 301 estrellas que pertenecen al disco delgado. Encontramos que la metalicidad de estas estrellas tienen una tendencia hacia baja metalicidad. Esto sugeriría una mezcla de estrellas en la vecindad solar lo que hace difícil la identificación de estrellas que se hayan formado en las mismas condiciones que el Sol. Cabe mencionar que 8 de estas estrellas ya tienen un planeta extrasolar descubierto.

Aplicando el criterio de metalicidad similar al Sol, la lista de 301 estrellas se redujo a 93. 76 de esas estrellas son de tipo espectral G con edad similar al Sol. Estas forman la lista de mejores candidatas para la búsqueda de sistemas planetarios similares al Sistema Solar a través de las técnicas de tránsito, microlensing y velocidad radial con mayor precisión.

Aplicando criterios más estrictos sobre la posición en velocidad espacial, reducimos la lista de 301 a 4 estrellas. De estas 2 son posiblemente de tipo espectral G, y una, HIP 60706, tiene metalicidad similar al Sol que lo hace candidata a ser gemela al Sol.