



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**TRABAJO FINAL DE GRADO**  
**Universitat Politècnica de València – Escola Tècnica Superior**  
**d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural**  
**Grado en Biotecnología**  
**Curso académico: 2017/2018**

**Clasificación del conjunto de genes de *Drosophila melanogaster* atendiendo al nivel de expresión en los distintos tejidos, para la comprensión de los mecanismos moleculares.**

Alumna: Paula Navarrete López  
Tutor: Máximo Ibo Galindo Orozco  
Cotutor: Francisco García García

**Centro de Investigación Príncipe Felipe**



**PRINCIPE FELIPE**  
CENTRO DE INVESTIGACION

**Valencia, CONVOCATORIA 6ª JUNIO 2018**

---

## **Classification of the *Drosophila melanogaster* gene set according to the level of expression in the different tissues, for the understanding of molecular processes.**

---

### **Abstract:**

Transcriptome studies, by means of high-throughput technologies such as microarrays and next-generation sequencing (RNA-seq), have yielded, in recent years, knowledge of a large number of mechanisms that occur in cells in different conditions. The complexity of transcriptome is due to its dynamic regulation among stages of development, tissues and different conditions or treatments to which cells are subjected, and determines the need of studying the level of gene expression in each of the dimensions in which it varies with the aim of understanding the activity of a particular type of cell, in a particular stage of development and under specific conditions.

The purpose of this study is to establish a novel classification of genes of the species *Drosophila melanogaster*, animal model of interest in the biomedical field, in the different tissues that will provide a new perspective of the fly genes and molecular mechanisms. This gene characterization will enable a better understanding of the transcriptomic studies developed.

The expression levels were obtained from the data of the RNA-Seq studies performed by modENCODE in the project "The *Drosophila* Transcriptome" in different tissues and stages of development. The downloaded data, which is in SAM format (mapping files), will be processed, which consists of the quantification of the reads per gene, and normalized, with the purpose of removing technical and biological biases. Next, the classification of the data is performed using hierarchical clustering with the correlation distance, which aims to classify the genes according to their similarity in terms of trend of the gene expression. Once the groups of genes are obtained, each cluster is functionally analyzed by using tools of single enrichment and protein-protein interactions.

**Keywords:** transcriptome, RNA-seq, gene expression, hierarchical clustering, functional characterization.

---

## **Clasificación del conjunto de genes de *Drosophila melanogaster* de los diferentes tejidos atendiendo al nivel de expresión, para la comprensión de los mecanismos moleculares.**

---

### **Resumen:**

El estudio del transcriptoma, mediante tecnologías de alto rendimiento como los microarrays y la secuenciación masiva (RNA-seq), ha permitido en los últimos años conocer una gran cantidad de mecanismos que se producen en las células en distintas condiciones. La complejidad del transcriptoma reside en su regulación dinámica a lo largo de los distintos estadios del desarrollo, en los tejidos y ante distintas condiciones o tratamientos a las que se vean sometidas las células, y determina la necesidad de estudiar el nivel de expresión génica en cada una de las dimensiones en las que varía, para así comprender la actividad de un tipo de célula particular, en un estadio concreto y ante unas determinadas condiciones.

El objetivo de este trabajo es la determinación de una nueva clasificación de los genes de la especie *Drosophila melanogaster*, modelo animal en el ámbito de la investigación biomédica, en los distintos tejidos que proporcione una nueva visión de sus genes y mecanismos moleculares. Esta caracterización de los genes permitirá una mejor comprensión de los estudios transcriptómicos desarrollados.

Los niveles de expresión se obtuvieron a partir de los datos de los estudios de RNA-Seq desarrollados por modENCODE en el proyecto “El transcriptoma de *Drosophila*” en diferentes tejidos y estadios del desarrollo. Tras la descarga de los ficheros de mapeo SAM, se cuantificaron las lecturas por gen y a continuación se normalizó el conjunto de todos los niveles de expresión, con el fin de eliminar los sesgos técnicos, debidos a la secuenciación, y biológicos. La clasificación de los datos se realiza posteriormente mediante clustering jerárquico, que trata de agrupar los datos en función de su similitud, para lo cual se emplea la distancia de correlación ya que se pretende clasificar los genes en términos de tendencia de la expresión génica. Una vez obtenidos los grupos de genes, se lleva a cabo la interpretación funcional de cada uno de los clusters mediante técnicas de enriquecimiento en la herramienta web Babelomics y estudios de interacción proteína-proteína con STRING.

**Palabras clave:** transcriptoma, RNA-seq, expresión génica, clasificación no supervisada, caracterización funcional.

Autor del TFG: Paula Navarrete López

Tutor Académico: Prof. Máximo Ibo Galindo Orozco

Cotutor: D. Paco García García

Valencia, 18, Junio de 2018

## **Agradecimientos**

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a Ibo Galindo Orozco, investigador principal del Laboratorio de Biología Del Desarrollo y Modelos De Enfermedad del Centro de Investigación Príncipe Felipe (CIPF); y a Francisco García García, bioestadístico de la Unidad de Bioinformática y Bioestadística (UBB) del CIPF por haber confiado en mi para llevar a cabo este proyecto, y por la ayuda y el tiempo dedicado cuando surgía cualquier problema.

En general, gracias a toda la Unidad de Bioinformática y Bioestadística y, en particular, a José Francisco Catalá Senent, alumno de máster actualmente realizando su Trabajo Final de Máster, y Marta Hidalgo García, matemática y bioinformática de la UBB. Ambos han sido de gran ayuda para la realización de este trabajo y concretamente, para el procesamiento y normalización de los datos en R.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Importancia del estudio de <i>Drosophila melanogaster</i> como organismo modelo</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Tecnología RNA-seq</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Métodos de clustering</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Clasificaciones actuales de los genes</b>	<b>6</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>6</b>
<b>3. Material y métodos</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Selección y descarga de datos</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Procesamiento de los datos y normalización</b>	<b>9</b>
<b>3.3. Clustering de los genes</b>	<b>14</b>
<b>3.4. Interpretación funcional</b>	<b>15</b>
<b>4. Resultados y discusión</b>	<b>18</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>25</b>
<b>6. Referencias</b>	<b>26</b>
<b>7. Anexo</b>	<b>29</b>

## Índice de figuras

Figura 1: Método del clustering jerárquico.....	5
Figura 2: PCA de las muestras.....	13
Figura 3: Dendograma de las muestras.....	13
Figura 4: Visualización de la matriz de expresión como un heatmap.....	14
Figura 5: TreeMap del cluster 2.....	20
Figura 6: TreeMap del cluster 3.....	20
Figura 7: TreeMap del cluster 4.....	21
Figura 8: TreeMap del cluster 5.....	21
Figura 9: TreeMap del cluster 6.....	22
Figura 10: Network del interactoma del cluster 6.....	23
Figura 11: Perfiles de expresión de 4 genes del cluster 6 (Flybase).....	24
Figura 12: TreeMap del cluster 7.....	24
Figura 13: TreeMap del cluster 8.....	25

## Índice de tablas

Tabla 1: Datos de partida del estudio, pertenecientes a los distintos tejidos y estadios.....	8
Tabla 2: Resultados del clustering jerárquico y posterior enriquecimiento funcional.....	18

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

***D. melanogaster:*** *Drosophila melanogaster*

**RNA-seq:** secuenciación de RNA

**ID:** identificador

**mRNA:** RNA mensajero

**cDNA:** DNA complementario

**GO:** Gene Ontology

**CPM:** Counts Per Million

**RPKM:** Reads Per Kilobase Million

**FPKM:** Fragments Per Kilobase Million

**TMM:** Trimmed Mean of M values

**PCA:** Principal Component Analysis

**GSE:** Gene Set Analysis

## 1. Introducción

El propósito de este trabajo es la clasificación de los genes de la especie *Drosophila melanogaster* en base a su nivel de expresión, considerando los datos de perfil transcriptómico que incluyen dos criterios biológicos: los distintos tejidos y estadios de desarrollo. La diferenciación en tejidos y tipos celulares distintos en un individuo viene determinada por la regulación espacial de la expresión génica, por lo que cada célula se caracteriza por un perfil de expresión concreto. Este perfil transcriptómico mide la actividad de los genes simultáneamente -si están siendo expresados o no y la cuantía en la que están siendo expresados- y proporciona información de la función celular, en este caso, en los diferentes tejidos. Por tanto, esta clasificación ayudará a identificar las bases moleculares de las diferencias fenotípicas en los tejidos de la mosca y conocer en mayor profundidad el genoma y los procesos que ocurren en *D. melanogaster*, una especie de gran utilidad en el ámbito de la biomedicina para estudiar condiciones humanas como el cáncer, el envejecimiento y la neurodegeneración.

A continuación, se exponen las características del modelo *Drosophila melanogaster* que han permitido su utilización en investigación biomédica; la tecnología RNA-Seq (secuenciación de RNA) -que se ha empleado para obtener los datos del estudio-; los métodos de *clustering* que se utilizan en estudios transcriptómicos para hallar grupos de genes; y las clasificaciones que se han realizado hasta ahora de los genes de la mosca.

### 1.1. Importancia del estudio de *Drosophila melanogaster* como organismo modelo

*Drosophila melanogaster* es un organismo extensamente utilizado en biomedicina debido a sus múltiples ventajas que lo hacen idóneo para el estudio de numerosas enfermedades humanas, siendo las enfermedades neurodegenerativas unas de las más estudiadas con este organismo modelo. Una de las características que ha hecho que sea uno de los modelos más empleados en investigación biomédica es la alta homología que tiene con el ser humano: muchos de los genes humanos presentan su ortólogo en *Drosophila*, lo cual significa que muchas de las rutas y procesos biológicos están conservados y por lo tanto, es posible analizar las enfermedades que se producen a partir de estos genes. La mosca de la fruta presenta además un ciclo de vida corto, facilidad de cultivo y mantenimiento y una abundante descendencia. Requiere de 9 a 10 días para alcanzar el estadio de adulto, pasando desde el huevo fertilizado a 3 estadios de larva y, a continuación, a la pupa -donde ocurre la metamorfosis, es decir, se desarrollan los tejidos adultos a partir de los discos imaginales mediante cambios en la expresión génica- (Karen G. Hales et al., 2015).

Las características del genoma de *D. melanogaster* que permiten su utilización en investigación son: su pequeño tamaño -180 megabases y 13.920 genes codificantes-, y un número bajo de cromosomas - 4 pares de cromosomas: el cromosoma 1 que corresponde al par de cromosomas sexuales (XX en las hembras y XY en los machos) y los cromosomas 2, 3 y 4 autosómicos-. Además, el conocimiento de la secuencia completa de su genoma facilita los estudios. Otra cualidad de esta especie es la gran cantidad de mutaciones genéticas visibles que permiten la selección de individuos con el genotipo deseado. Algunos ejemplos de estos marcadores son “*yellow*” y “*white*” en el cromosoma X, que afectan al color del cuerpo y de los ojos respectivamente, y “*Curly*” en el cromosoma 2, que afecta a la forma de las alas (Karen G. Hales et al., 2015). Por último, las técnicas de producción de moscas

transgénicas -como inducir una mutación concreta, generar un knock-out o expresar una proteína determinada- están estandarizadas en los laboratorios, lo cual facilita la obtención de modelos con los que poder estudiar las enfermedades.

La base de datos que integra los datos genómicos y moleculares de *D. melanogaster* es *Flybase* (Flybase Consortium, 2003). A cada gen se le asigna un identificador (ID) de anotación que en *D. melanogaster* comienza por “CG” en los genes codificantes de proteínas; además, a cada rasgo genómico de *D. melanogaster* se le asigna un identificador de *Flybase*, que en los genes comienza por “FBgn”. Los distintos aspectos que incluye *Flybase* son: mapas, productos génicos, ontologías, fenotipo estructural y anatómico, fenotipos mutantes, constructos transgénicos, datos de expresión génica, etc; todos ellos provenientes de todo tipo de fuentes y en continua revisión y actualización. En lo referente a la expresión génica, *Flybase* contiene los datos de expresión obtenidos por técnicas de alto rendimiento para cada gen (apartado “*High-Throughput Expression Data*”). Incluye los patrones de expresión de *FlyAtlas* atendiendo a la anatomía -expresión en los distintos tejidos- que han sido obtenidos mediante microarrays; y los patrones de expresión de modENCODE obtenidos por experimentos de RNA-seq, atendiendo a 4 criterios biológicos: desarrollo (Graveley et al., 2011), tejido, tratamiento y línea celular (Brown et al., 2014).

## 1.2. Tecnología RNA-seq

La secuenciación del transcriptoma o RNA proporciona información fundamental acerca de cómo está organizado y regulado el genoma gracias a las técnicas de secuenciación de nueva generación. RNA-seq es la tecnología de secuenciación masiva que se utiliza hoy en día para analizar el conjunto de transcritos y que ha supuesto un gran avance para este tipo de análisis debido a las ventajas que tiene sobre los *microarrays*, utilizados anteriormente para la mayoría de estudios transcriptómicos y que han quedado relegados a unos pocos usos (Kirk J. Mantione et al., 2014).

Los *microarrays* miden la cantidad de RNA por hibridación o fluorescencia. En los chips de 2 colores, los transcritos de dos muestras -una muestra de referencia y la muestra de interés- se marcan con distintos fluoróforos y se lanzan a un array con oligos representando los genes. Después, se calcula un cociente de las medidas de fluorescencia de cada una de las muestras y se compara. En los arrays la medida es indirecta, es decir, se asume que cuanto más fluorescencia, mayor expresión se da; sin embargo, la cantidad de fluorescencia total no es directamente proporcional a la expresión del gen. Además, así como en RNA-seq podemos evaluar el contenido de RNA de una muestra, los *microarrays* son experimentos comparativos siempre, no se puede determinar la cantidad en la que se expresan los genes (Olena Morozova et al., 2009). Otras desventajas de los *microarrays* son la señal de fondo que presenta la fluorescencia, la baja sensibilidad y baja reproducibilidad (Zhong Wang et al., 2010).

En comparación, RNA-seq es una tecnología cuantitativa donde la medida es el número de lecturas del gen: cuantas más lecturas haya en una posición particular, más expresado estará ese gen. En función del número de lecturas, se obtiene un nivel de expresión para cada región del genoma correspondiente a genes codificantes. El objetivo de RNA-seq no es sólo identificar la presencia de transcritos, si no cuantificar el nivel de expresión de cada uno (Zhong Wang et al., 2010). Otras ventajas que presenta es la baja señal de fondo y un mayor rango de detección (Radmila Hrdlickova., 2017). Esta técnica presenta una mayor sensibilidad y especificidad, además de una mayor resolución, y por lo tanto, ofrece un estudio más riguroso del transcriptoma. Es capaz de detectar nuevos transcritos, indels -pequeñas inserciones y deleciones- e incluso variantes de sitio único. Estas características se dan gracias a una alta profundidad de cobertura (“*coverage*”) en la secuenciación.

La profundidad de cobertura es el promedio del número de lecturas que mapean o cubren cada nucleótido en la secuencia de referencia. Un número de réplicas o lecturas alto significa una mayor fiabilidad del nucleótido asignado a esa posición del genoma; por lo que una alta profundidad es un factor determinante que proporciona una mayor sensibilidad y precisión a la técnica (Zhong Wang et al., 2010; Kimberly R. Kukurba., 2015). La profundidad de secuenciación necesaria depende tanto de la aplicación y otros factores como el tamaño del genoma de referencia, el nivel de expresión génica y la literatura.

El mRNA-seq se basa en la secuenciación del DNA complementario (cDNA) obtenido a partir de la población de RNA mensajero (mRNA), porción del transcriptoma que codifica para proteínas. A modo de visión general, el procedimiento consiste en:

- a. Preparación de la muestra (selección de mRNA, fragmentación, síntesis de cDNA, adición de adaptadores de secuenciación, amplificación mediante PCR). En primer lugar, el RNA ha de ser procesado para seleccionar únicamente el mRNA, eliminando el resto de RNAs que se encuentran en las células -RNA ribosómico, RNA transferente, RNA no codificante o pequeño, RNA antisentido, etc-. Para ello, se pueden utilizar o bien protocolos específicos para capturar el mRNA utilizando colas poli-T para enriquecer la muestra en mRNAs (que contienen cola poli-A) o bien protocolos de reducción del rRNA ya que este es el mayoritario en las células, representa más del 80 % del RNA total. Posteriormente, el RNA se fragmenta y se convierte en cDNA por transcripción reversa, ya que las tecnologías de secuenciación requieren librerías de DNA; y se añaden adaptadores de secuenciación a los extremos de los fragmentos de cDNA. Finalmente, antes de la secuenciación, se amplifica la secuencia mediante PCR.
- b. Secuenciación: secuenciación masiva del cDNA, para lo cual se pueden emplear diversas plataformas de última generación (Roche/454, Solexa/Illumina, SOLiD/Life Technologies o Helicos/BioSciences) que pueden ser “*single-end*” o “*pair-end*”. La elección de la plataforma dependerá de la longitud de las lecturas que se desea obtener, de si se cuenta con un genoma de referencia y del presupuesto que se tenga. La secuenciación da lugar a lecturas o *reads* de tamaño 30-400 bp que corresponden a regiones exónicas.
- c. Procesamiento y análisis de los datos. Los datos crudos de un estudio de RNA-seq han de ser procesados y normalizados antes del análisis que se requiera. El procesamiento comprende la eliminación de los adaptadores de secuenciación, el control de calidad de las lecturas, el alineamiento o mapeo de estas al genoma de referencia (en el caso de que lo hubiera) y la cuantificación del nivel de expresión.

El control de la calidad consiste en comprobar la calidad de las secuencias de las lecturas provenientes de la secuenciación (archivos fastq). Para seleccionar secuencias con una buena calidad se recortan las secuencias en la región con baja calidad (*trimming*); o bien, si no se quiere disminuir la longitud de las secuencias, se filtran por calidad y se eliminan todas las secuencias con una calidad inferior a la deseada. En algunas ocasiones, se combinan ambas acciones.

El alineamiento o mapeo se puede llevar a cabo mediante Bowtie o TopHat. Para mapear, estos alineadores indexan el genoma: crean una especie de diccionario para acceder a las distintas posiciones. El mapeo de las regiones es un verdadero reto en estos estudios ya que se dan problemas de lecturas multi-mapeadas (la misma lectura

mapea en regiones distintas del genoma); y problemas de superposición o solape (la lectura mapea en regiones distintas en distinto sentido). Además, hay que tener en cuenta que las lecturas pueden estar partidas al mapearlas al genoma ya que hay intrones. Después de este paso, se obtiene un fichero output SAM con las posiciones de mapeo en el genoma, además de la información ID, de calidad...

Finalmente, la cuantificación de la expresión consiste en la obtención del número de lecturas que mapean en cada gen, para medir la abundancia. Para ello, se emplean ficheros GFF o GTF, que son ficheros de anotación ya que permiten conocer la posición de los genes en el genoma, además de la posición de las lecturas y así cuantificar el número de *reads* en cada gen. Este paso da lugar a matrices de conteo, con los genes por filas y las muestras por columnas; que será normalizada para continuar con el análisis.

### 1.3. Métodos de clustering

El agrupamiento de los genes se llevará a cabo por métodos de **aprendizaje o clasificación no supervisada**, los cuales consisten en proporcionar información basándose en los datos de muestras que no han sido previamente categorizadas por alguna característica. Se basa en encontrar similitudes y diferencias entre las distintas muestras, para lo cual el cálculo de las distancias entre ellas es una tarea crítica. Se diferencia del aprendizaje supervisado por el hecho de que no hay conocimiento a priori, es decir, no disponemos de una previa clasificación sobre la que nos vayamos a basar para agrupar los datos (Michael B. Eisen et al., 1998).

El objetivo de los algoritmos de clustering es subdividir un set de elementos, en este caso los genes, de manera que aquellos similares entre sí, se asocien entre ellos y formen clusters. Las particiones se establecen de forma que las observaciones que están dentro de un mismo grupo son similares entre ellas y distintas a las observaciones de otros grupos (Patrick D'haeseleer, 2005).

Los métodos de agrupamiento más empleados son el clustering jerárquico y el clustering no jerárquico. Los no jerárquicos son aquellos que agrupan objetos en una clasificación de *k* clusters, donde *k* se determina a priori. *K*-nearest neighbors (KNN) es un tipo de clustering no jerárquico que empieza con un número predefinido de *k* centros. Se eligen de forma aleatoria los primeros centros y se van ajustando a los datos de forma iterativa, es decir, cada objeto se asigna al grupo que tiene el centroide más cercano. Tras haber asignado todos los objetos, recalcula las posiciones de los *k* centroides y repite los pasos hasta que los centroides se mantengan estables.

Por otra parte, el **agrupamiento jerárquico** consiste en particionar los datos en grupos, en función de su cercanía conformando una estructura de árbol llamada dendograma. Produce clusters de diferentes niveles y estructurados de forma ordenada, estableciendo de esta forma una jerarquía. Las estrategias de clustering pueden ser aglomerativas ("*bottom up approach*", comienza con los clusters formados por un solo gen y sucesivamente une los clusters más cercanos) o divisivas ("*top down approach*") (Patrick D'haeseleer, 2005). El clustering jerárquico aglomerativo en primer lugar forma una partición inicial considerando cada individuo o gen como un cluster y sucesivamente iría uniendo los genes más similares o cercanos entre sí en clusters de manera jerárquica. En la figura 1 se observa cómo el clustering jerárquico da lugar a una jerarquía de clusters -superclusters y subclusters- conformando un dendograma.

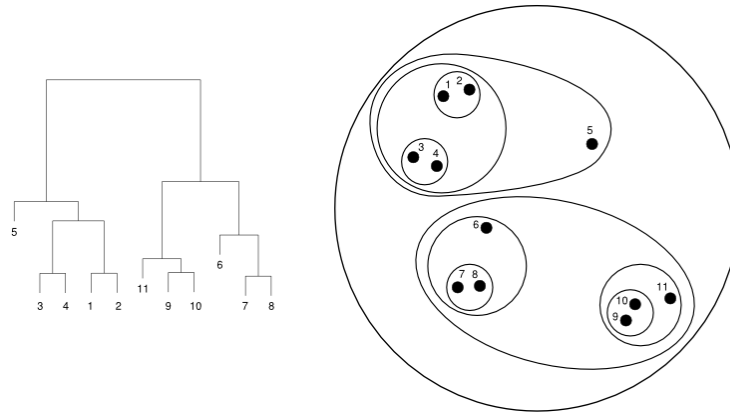


Figura 1: Método del clustering jerárquico

Este tipo de clasificación no supervisada se utiliza en el ámbito de la biomedicina para agrupar genes en base a sus perfiles de expresión transcriptómica, dando lugar a conjuntos de genes o clusters que, en principio, tienen una serie de funciones biológicas comunes entre sí y diferentes entre los distintos clusters.

Hay distintos métodos para determinar la distancia entre los clusters (*“linkage criteria”*): complete linkage (la unión entre dos clusters contiene todos los elementos y por tanto la distancia entre clusters en este caso se realiza entre los elementos más alejados el uno del otro de ambos clusters), single linkage (la distancia entre clusters se realiza entre los elementos más cercanos de los clusters), UPGMA/average linkage (calcula la media de las distancias entre objetos de ambos grupos, cualquier elemento de los clusters se utiliza para hallar la distancia entre clusters), y UPGMC/centroid linkage (calcula la distancia entre los centroides de los clusters).

Para medir la similitud, existe una gran variedad de índices de similaridad, todos ellos con propiedades distintas. Estos índices son o bien, indicadores basados en la distancia, considerando a los datos sujetos al análisis como vectores en el espacio de las variables; o bien, indicadores basados en coeficientes de correlación. La distancia euclídea es la métrica más simple para calcular la distancia entre dos puntos. Sin embargo, se pretende agrupar aquellos genes con niveles de expresión similares estableciendo la definición de similitud en términos de patrón o tendencia, y no teniendo en cuenta el valor absoluto de la expresión. Para medir la distancia entre genes, decidir qué genes se parecen más entre ellos y clasificarlos atendiendo a los diferentes criterios, es importante comparar la tendencia de la expresión génica y no la magnitud de la expresión; es decir, si los perfiles de expresión génica entre los genes a lo largo de las muestras son similares o no (Michael B. Eisen et al., 1998). La medida de similitud indicada para ello es el **coeficiente de correlación lineal**. La correlación es una medida de la asociación lineal entre dos variables cuantitativas, con un valor entre -1 y +1, donde un valor de 0 indica que no hay asociación entre las variables. Valores mayores de 0 indican una asociación positiva, es decir, que cuando el valor de una de las variables aumenta la otra también aumenta; mientras que valores menores de 0 indican una asociación negativa, es decir, cuando el valor de una aumenta, el valor de la otra disminuye. Los coeficientes de correlación lineal más frecuentes son el de Pearson (cuando las variables presentan una distribución normal) y el de Spearman (cuando no podemos confirmar que las variables se distribuyan como normales).

#### 1.4. Clasificaciones actuales de los genes

Actualmente se conocen 2 clasificaciones de los genes de la mosca: por un lado The modENCODE Consortium en su publicación de 2010 y por otro lado Graveley et al. en su publicación de 2011. Ambos se basan en la similitud de expresión génica atendiendo al criterio de desarrollo.

En 2010, *The modENCODE Consortium*, con la finalidad de ampliar el conocimiento de cómo la información genómica de la mosca *D. melanogaster* da lugar a los procesos celulares y de desarrollo, agrupó 10.733 genes en 34 clusters. Este análisis de clustering está basado en las anotaciones de *Flybase* de Octubre de 2009.

El grupo de transcriptoma de modENCODE, Graveley et al. (2011), con interés en dar a conocer nuevas anotaciones de genes codificantes, no codificantes, transcritos y exones de la mosca que permanecían no anotados y así entender la regulación de la transcripción, splicing y edición de RNA, agrupó los genes de la mosca en 20 clusters de co-expresión. Concretamente agruparon 11.653 genes, aquellos que podían ser asignados inequívocamente a un único registro *Flybase* del gen, y así evitar la ambigüedad que puede suponer asignar un gen a un cluster. Este análisis se basó en las anotaciones de *Flybase* de Noviembre 2009.

Desde que se realizaron ambas clasificaciones, que se basan en anotaciones de 2009, los identificadores de *Flybase* de los genes han cambiado, lo cual significa que también han cambiado los modelos de anotación debido a nuevos descubrimientos y experimentos. Por tanto, es incierto que estas clasificaciones continúen siendo válidas a día de hoy y se hace necesario un nuevo análisis de clustering.

## 2. Objetivos

El objetivo principal del presente estudio es generar una nueva clasificación de los genes de *D. melanogaster* mediante técnicas de clustering que agrupen los genes por similitud de sus perfiles transcriptómicos, obtenidos mediante la tecnología de nueva generación RNA-seq. El agrupamiento o clustering de los genes según su expresión génica tiene como fin asociar conjuntos de genes de función similar conocida y que participan en procesos relacionados (Patrick D'haeseleer, 2005) y puede proporcionar una nueva visión de los genes de *Drosophila*: nuevas rutas o funciones en los que están implicados y relaciones biológicas entre ellos.

El dogma central de la biología molecular señala que la información fluye desde el DNA hasta el RNA y finalmente, a proteínas. Todas las células tienen el mismo genoma y por tanto, los mismos genes, pero expresan diferentes genes en distintas condiciones. La expresión génica debe ser regulada y varía en distintas dimensiones: en el tiempo -en los diferentes estadios del ciclo de la vida-, en el espacio -la regulación espacial de los genes da lugar a los distintos órganos y tejidos-, y en abundancia -pueden variar de expresión fuerte a débil o viceversa-. A esto se suma el splicing alternativo, que resulta en una enorme diversidad ya que cada gen puede dar lugar a un número variable de transcritos o isoformas que darán lugar a proteínas distintas. Por todo ello, se dice que el transcriptoma es complejo y dinámico. Cuando se estudia el transcriptoma, lo que se mide son los niveles de mRNA de la célula en un momento determinado; y debido a que es complejo y dinámico, se hace necesario analizar el transcriptoma en diferentes estadios del desarrollo, ante diferentes tratamientos/estímulos o en células/tejidos distintos. Brown et al. (2014) subrayan la complejidad y diversidad del transcriptoma de *Drosophila melanogaster*, que resulta del uso combinatorio de promotores, del splicing alternativo y de distintos sitios de poliadenilación. Más del doble de genes de

*D. melanogaster* muestran splicing alternativo, en ocasiones con el uso de promotores diferentes lo que lleva al uso de primeros exones alternativos, y el 45% de los genes codifican para más de una isoforma de la misma proteína.

La idea de los estudios de expresión génica es conocer qué genes se “encienden” o “apagan” en determinadas circunstancias, y se enfocan a través del RNA mensajero (mRNA) que normalmente se expresa para dar lugar a proteínas. La población de mRNA, también denominada transcriptoma, describe con exactitud la actividad bioquímica de una célula particular y caracteriza la identidad de la célula por lo que resulta esencial para interpretar los elementos funcionales del genoma y entender los procesos biológicos que se llevan a cabo (Kimberly R. Kurkuba et al., 2016). Por tanto, mediante este análisis se pretende determinar la activación o desactivación de cada gen en los tejidos del organismo *D. melanogaster*, establecer clusters atendiendo a la similitud de sus tendencias de expresión y, en última instancia, interpretar funcionalmente los grupos obtenidos. Como ya se ha mencionado, es importante analizar y clasificar los genes en función de la tendencia de la expresión, es decir, que los genes que presentan una misma tendencia a lo largo de los distintos tejidos se agrupen entre ellos; y para ello, la distancia entre los genes ha de medirse en términos de correlación.

El objetivo último es comprender las partes funcionales del genoma de un organismo de tanta importancia en la investigación biomédica como es *Drosophila melanogaster*, mediante una nueva caracterización del transcriptoma de la mosca en los distintos tejidos. Las clasificaciones previas han quedado obsoletas, y por lo tanto, la obtención de nuevos grupos de genes con un perfil de expresión similar aportará información novedosa a la comunidad científica para la utilización de este modelo animal.

Cabe recalcar que la utilidad del clustering recae en que si varios genes caen en el mismo cluster, algunos de los cuales se desconoce su función, y se sabe que el resto están implicados en un proceso concreto, es posible hallar nuevos elementos funcionales del genoma en base a las funciones de los genes con anotaciones conocidas. Por ejemplo, genes que respondan a las mismas condiciones fisiológicas o genes que sean diana de una misma ruta. Los datos de expresión génica aportan información fundamental para comprender los procesos biológicos que ocurren en un organismo particular en condiciones determinadas; y su estudio mediante análisis de clustering tiene numerosas aplicaciones en el ámbito médico para identificar genes y analizar enfermedades.

### **3. Material y métodos**

#### **3.1. Selección y descarga de datos**

Se revisaron numerosos conjuntos de datos procedentes de diferentes estudios. Los criterios de selección combinaron la presencia de un alto número de muestras que hubieran sido obtenidas con la misma tecnología (para evitar sesgos), su accesibilidad en repositorios públicos y también que reflejaran diversas condiciones experimentales de interés.

Tras la evaluación de estos estudios, se seleccionaron los datos correspondientes al proyecto “The *Drosophila* Transcriptome” de modENCODE para la caracterización del transcriptoma, llevado a cabo por Sue Celniker et al. El proyecto modENCODE surgió con la finalidad de describir todos los elementos funcionales en los genomas de los modelos animales *C. elegans* y *D. melanogaster*. Como resultado de esto, la comunidad científica tiene a disposición gran cantidad de información de cómo está regulado el genoma de la mosca: la transcripción en diferentes condiciones (desarrollo, tejidos,

tratamientos y líneas celulares), patrones de splicing alternativo, promotores y otros elementos regulatorios, etc. (The modENCODE Consortium, 2010). Concretamente, los datos empleados en este estudio pertenecen al perfil de expresión de varios tejidos diseccionados de varios estadios de desarrollo de la mosca. Estos tejidos corresponden a: la cabeza, los ovarios adultos apareados, las glándulas masculinas accesorias, los testículos, el carcass, el sistema digestivo, el sistema nervioso central, los cuerpos grasos, los discos imaginales, las glándulas salivares y los ovarios adultos vírgenes. Los momentos de desarrollo son: 1 día, 4 días y 20 días después de la eclosión, L3 (larva 3), L3\_Wand (larva 3 “wandering”), Pup\_WPP\_2d (Pupa de 2 días), WPP (“White Prepupae”) y WPP\_2d (“White Prepupae” 2 días).

Tabla 1: Datos de partida del estudio, pertenecientes a los distintos tejidos y estadios.

	Tejido	1d	20d	4d	L3	L3_Wand	Pup_WPP_2d	WPP	WPP_2d
1	acc_gland	NA	NA	2	NA	NA	NA	NA	NA
2	carcass	2	2	2	NA	2	NA	NA	NA
3	CNS	NA	NA	NA	2	NA	2	NA	NA
4	dig_sys	2	2	2	NA	2	NA	NA	NA
5	fat	NA	NA	NA	NA	2	NA	2	2
6	head	6	6	6	NA	NA	NA	NA	NA
7	imag_disc	NA	NA	NA	NA	2	NA	NA	NA
8	ovaries	NA	NA	4	NA	NA	NA	NA	NA
9	saliv	NA	NA	NA	NA	2	NA	2	NA
10	testes	NA	NA	2	NA	NA	NA	NA	NA

Estos datos se obtuvieron mediante RNA-seq del RNA enriquecido en poli-A y concretamente, las técnicas de secuenciación que utilizaron fueron Illumina GAIIX y HiSeq. Posteriormente, las lecturas obtenidas se alinearon al genoma r5 de *D. melanogaster* utilizando Bowtie y SPA. Bowtie es un alineador de lecturas cortas eficiente y ultrarrápido. Alinea secuencias o lecturas cortas de DNA al genoma a un ratio de 25 millones 35-bp por hora. Para ello, primero indexa el genoma de referencia: lo ordena y elabora una especie de diccionario para acceder a las posiciones; para lo cual utiliza la transformación o index de Burrows-Wheeler, que consiste en la permutación del texto para permitir una mejor compresión. Este cambia el orden de los caracteres -no su valor-, y permite reducir la memoria necesaria para indexar el genoma humano.

Los datos ya estaban alineados, se descargaron en formato SAM (Sequence Alignment/Map). Estos ficheros almacenan las secuencias biológicas alineadas al genoma de referencia: contienen la posición de mapeo en el genoma. Se trata de un formato de texto delimitado por tabuladores. Por un lado se encuentra la sección *header* y por otro lado, la sección de alineamiento.

Cada línea *header* empieza por '@'. En este caso, presenta información del nombre de las secuencias de referencia (SN) que corresponde al cromosoma, la longitud de la secuencias o rangos (LN), el identificador del ensamblaje del genoma (AS) que corresponde a la versión r5 del genoma anotado en FLYbase, y la especie (SP) que corresponde a *Drosophila melanogaster*.

Cada línea de los ficheros SAM tiene 11 campos obligatorios:

- QNAME: nombre de la lectura (*query*)

- FLAG: número *bitwise* que describe información de la lectura: si mapea o no, si tiene múltiples mapeos...
- RNAME: nombre de la secuencia de referencia. Es \* para lecturas no mapeadas.
- POS: posición más a la izquierda de mapeo de la primera base que coincide.
- MAPQ: la calidad de mapeo.
- CIGAR string: describe cómo alinea la lectura con la referencia.
- RNEXT: nombre de referencia de la siguiente lectura.
- PNEXT: posición de la siguiente lectura.
- TLEN: longitud de la lectura que mapea.
- SEQ: la secuencia de la lectura que mapea con la referencia.
- QUAL: calidad Phred +33 (calidad de la secuencia FASTQ).

### 3.2. Procesamiento de los datos y normalización

Una vez descargados, los datos han de ser procesados y normalizados previamente al clustering. Los datos están en formato SAM lo que quiere decir que el mapeo ya ha sido realizado previamente y el siguiente paso es la cuantificación, mediante la cual se obtienen las matrices de conteo donde se indica para cada gen el número de lecturas que mapean. Se emplea en primer lugar SAMtools para manejar los ficheros SAM y después HTSeq-count para realizar la cuantificación.

SAMtools es una herramienta para la manipulación de alineamientos en los formatos SAM y BAM. HTSeq-count requiere que las lecturas estén ordenadas para poder llevar a cabo la cuantificación, por lo que la opción *sort* de SAMtools se encarga de ordenar los alineamientos por posición de alineamiento por defecto o por nombre de la lectura si se especifica. En este caso, las lecturas se ordenan por nombre de la lectura.

HTSeq es un paquete de Python para el procesamiento y análisis de datos de secuenciación masiva de alto rendimiento, mediante el rápido desarrollo de scripts (Simon Anders et al., 2014). HTSeq-count es un script del paquete HTSeq para el procesamiento de alineamientos de RNA-seq que se ocupa de la cuantificación del número de lecturas que alinean en cada gen a partir de los ficheros de alineamiento SAM y un fichero de anotación GTF. Este fichero GTF contiene las características genómicas o *features*, las cuales en el caso de RNA-Seq son genes; ya que el fin es contar el número de reads por gen. Cada gen se considera la unión de todos sus exones. El archivo GTF se descarga de Flybase, en la versión r5, la cual es la misma que se empleó para el mapeo. Concretamente, se utiliza la versión 5.57 (2014). A continuación, se muestra el script de R utilizado para la cuantificación de la expresión:

```
### Cuantificación de la expresión
# Fichero de referencia GFF
anot = "dmel-all-r5.57.gff_mod.gff"
# Para todos los archivos SAM: los ordenamos y hacemos el conteo con la
# anotación del fichero de referencia
for (fichero in f_sam) {
  print(fichero)
  # Ordenamos los sam por read names para que htseq-count pueda trabajar
  # con ellos
  system(paste("samtools sort -n ",fichero," -o ",fichero,"_sorted", sep =
  ""))

  # Ejecutamos HTSeq-count anotando los genes con el atributo "ID"
```

```

    system(paste("htseq-count --format=bam --stranded=no --type=gene --
idattr=ID ", fichero, "_sorted ", anot, " > ", fichero, "_ref_",
                anot, ".count", sep = ""))
}

```

Por defecto, las lecturas con problemas de multi-mapeo o solapamiento con más de un gen no se cuentan, por lo que solo las lecturas que mapean inequívocamente, sin ambigüedad, a un solo gen son contabilizadas. La opción `--nonunique all` permite que las lecturas ambiguas y las no únicas se cuenten en ambos genes en los que mapean.

Con HTSeq-count se obtiene una matriz de conteo por muestra, que después se combinan en una sola matriz utilizando edgeR. Este paquete de R está destinado para llevar a cabo análisis de expresión génica diferencial (Mark D. Robinson et al., 2010). En este caso, se utiliza la función `readDGE` para procesar los conteos de las lecturas procedentes del análisis por HTSeq-count y obtener una matriz numérica de conteos en la que las filas corresponden a los genes y las columnas, a las muestras de los distintos tejidos (DGEList-class). A continuación, se muestra el código de R para esta acción:

```

### Combinamos las matrices de conteos ###
library(edgeR)
## Ficheros de conteos
f_count = list.files(path = ".", pattern = ".count$")
## Los combinamos
datos <- readDGE (files = f_count, header = FALSE) #Por defecto header=TRUE

```

Una vez obtenida la matriz de conteos, antes de la normalización se eliminan los genes que contengan 0 conteos en todas las muestras ya que no aportarán información relevante en el clustering y además, facilita el trabajo computacional disminuyendo el número de genes a clasificar.

La normalización es un paso necesario a la hora de analizar la expresión génica, siempre que se quiera estudiar o comparar conteos entre muestras o entre genes en una muestra. Se encarga de eliminar los sesgos por un lado a nivel de muestras - debidos a la profundidad de secuenciación y a la composición de RNA-, y por otro lado a nivel de genes -debidos a la longitud de los genes y al contenido en CG-. Esto permite comparar el nivel de expresión de manera más certera. Los sesgos pueden ser debidos a factores técnicos (las técnicas de secuenciación) o a factores biológicos (longitud de genes). (Charlotte Sonesson and Mauro Delorenzi, 2013; Marie-Agnès Dillies et al., 2012)

- Normalización a nivel de muestras: se trata de normalizar en función del número de *reads* totales en cada muestra. La distribución del total de *reads* en las muestras ha de ser similar. Algún gen aumentará su expresión o disminuirá en las distintas condiciones pero al final el total será parecido.
  - Profundidad de secuenciación: es debida a diferentes tamaños de las librerías de secuenciación y contribuye a aumentar la variabilidad biológica. Librerías con mayor profundidad de secuenciación dan lugar a genes con mayor número de conteos.
  - Composición de RNA: los genes más expresados tienden a acumular muchos *reads*, provocando que el resto de *reads* de otros genes disminuyen -aunque su expresión no disminuye necesariamente-, lo cual influye en el conteo total de *reads*. Este sesgo depende de la composición de RNA de la muestra y se debe a que las muestras presentan el mismo número total de conteos.

- Normalización a nivel de genes: se trata de normalizar los conteos dentro de cada muestra, ya que cada gen puede dar lugar a un mayor o menor número de *reads* dependiendo de sus características (longitud y contenido en GC).
- Longitud de los genes: cuanto más grande es el gen, más *reads* tendrá, lo cual no significa que su nivel de expresión sea mayor.
  - Contenido en GC: durante la PCR previa a la secuenciación se generan menos *reads* dependiendo del porcentaje de GC. Tanto cuando este es bajo como cuando es alto se generan menos *reads*.

Existen distintos métodos de normalización:

- CPM (*counts per million*): considera únicamente la profundidad de secuenciación.
- RPKM (*reads per kilobase of exon model per million mapped reads*) / FPKM (*fragments per kilobase of exon model per million mapped reads*): normalización por profundidad de secuenciación (o tamaño de librería) y normalización por longitud de los genes. Estas técnicas no son recomendables ya que no consideran la composición de RNA, que es uno de los sesgos más habituales y por lo tanto, las muestras no serán comparables entre sí.
- TMM (*trimmed mean of M values*): corrige el error producido tanto por la profundidad de secuenciación como por la composición de RNA. Consiste en estimar la producción relativa de RNA de dos muestras, poniendo una como referencia. Para calcular el ratio de producción de RNA utilizando TMM se calcula una media ponderada del logaritmo del ratio de expresión. TMM corrige la composición de RNA de los que se desvían mucho y se basa en la hipótesis de que de que la mayoría de genes no están diferencialmente expresados. Tras la normalización TMM, las muestras son comparables entre sí (Mark D. Robinson and Alicia Oshlack, 2010).

En este caso, la normalización de los conteos crudos obtenidos se lleva a cabo mediante el paquete NOISEq en R. La elección de la técnica depende en general de los sesgos presentes en los datos. El paquete de R NOISEq implementa la técnica TMM, la cual corrige los sesgos entre muestras, y además, a pesar de que la técnica TMM por sí sola no corrige la longitud de los genes, la función *tmm* de NOISEq permite combinar la normalización TMM con la corrección por longitud de los genes, siempre que se le proporcione la información de longitud.

```
## Normalización
library(NOISEq)
datos_tmm <- NOISEq::tmm(datos$counts, long = gff_genes$lon, lc=1, k=1)
```

Por defecto, *lc=0* y no se incluye la normalización por longitud pero si *lc* es igual a 1 y se le proporciona la información de la longitud de cada gen, el resultado obtenido es la normalización de los conteos entre muestras y entre genes por longitud.

Posteriormente, se calcula el logaritmo del resultado obtenido + 1, ya que en el caso de los conteos sean igual a 0, no sería posible calcular el logaritmo.

```
## Cálculo del logaritmo
datos_log <- log(datos_tmm + 1)
```

Una vez obtenidos los datos normalizados, se realizará un análisis exploratorio de los datos para evaluar la estructura que tienen las muestras, mediante análisis de componentes principales y también

mediante clustering de las muestras. De esta manera, se puede detectar algún patrón de comportamiento así como detectar la presencia de datos anómalos. Los datos anómalos o *outliers* son observaciones que se encuentran numéricamente a una distancia anormal del resto de valores. Estos valores extremos proporcionan información errónea y en muchos casos han de ser eliminados.

El análisis de componentes principales (PCA) se utiliza para analizar la estructura inherente de los datos. Consiste en transformar los datos creando nuevas variables incorreladas, llamadas componentes principales, calculada cada una a partir de una aplicación lineal de las variables originales. Estas componentes principales están ordenadas en base a la cantidad de varianza que describen de manera que en las primeras 2 o 3 componentes se concentra la mayor variabilidad de existente. Este tipo de análisis trata de reducir la dimensionalidad del conjunto de datos, lo cual resulta muy útil debido a la alta dimensionalidad de los conjuntos de datos genómicos con los que se trabaja. El código del cálculo de la PCA se muestra a continuación:

```
## PCA
pca <- prcomp(t(datos_log), scale=TRUE)
plot(pca$x[,1], pca$x[,2])

pca.data <- data.frame(Sample=rownames(pca$x),
                      X=pca$x[,1],
                      Y=pca$x[,2],
                      Tissue = factores$Tejido,
                      Develop = factores$Estadio,
                      Sex = factores$Sexo)

ggplot(data=pca.data) + geom_point(aes(x=X, y=Y,
                                       shape=as.factor(Develop), color=as.factor(Sex))) +
  scale_shape_manual(values=c(0:5,15:18)) +
  labs(color="Sex",shape="Development-stage")+
  facet_wrap(~Tissue) +
  xlab(paste("PC1 - ", pca.var.per[1], "%", sep="")) +
  ylab(paste("PC2 - ", pca.var.per[2], "%", sep="")) +
  theme_bw() +
  ggtitle("Principal Component Analysis")
```

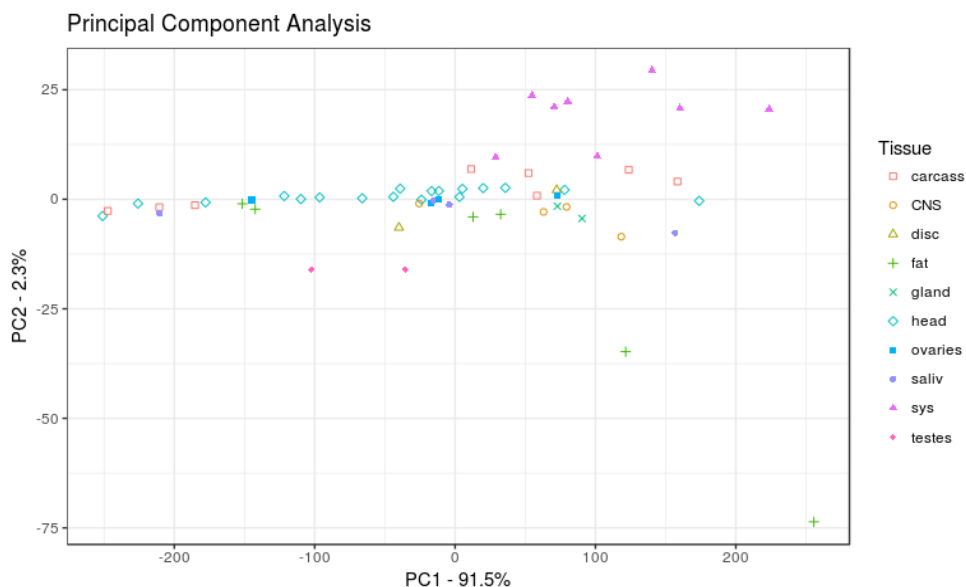


Figura 2: PCA de las muestras.

Los gráficos de componentes representan las observaciones en los ejes formados por las componentes principales. En el gráfico de componentes se observa que la componente principal 1 es la que describe la mayor parte de varianza del conjunto de datos: su proporción es de 91,5%. No se observa un patrón concreto ni separación entre las muestras según el tejido o estadio al que pertenecen, sino que todas las muestras, independientemente del tejido, se extienden a lo largo del gráfico. Esta gran heterogeneidad es de esperar debido a que cada muestra pertenece a un tejido y estadio distinto, y muestra la variabilidad que presenta el transcriptoma a lo largo de todas estas muestras.

El clustering de las muestras proporciona el siguiente dendrograma, en el que se observa las muestras por colores según el tejido del que se trata.

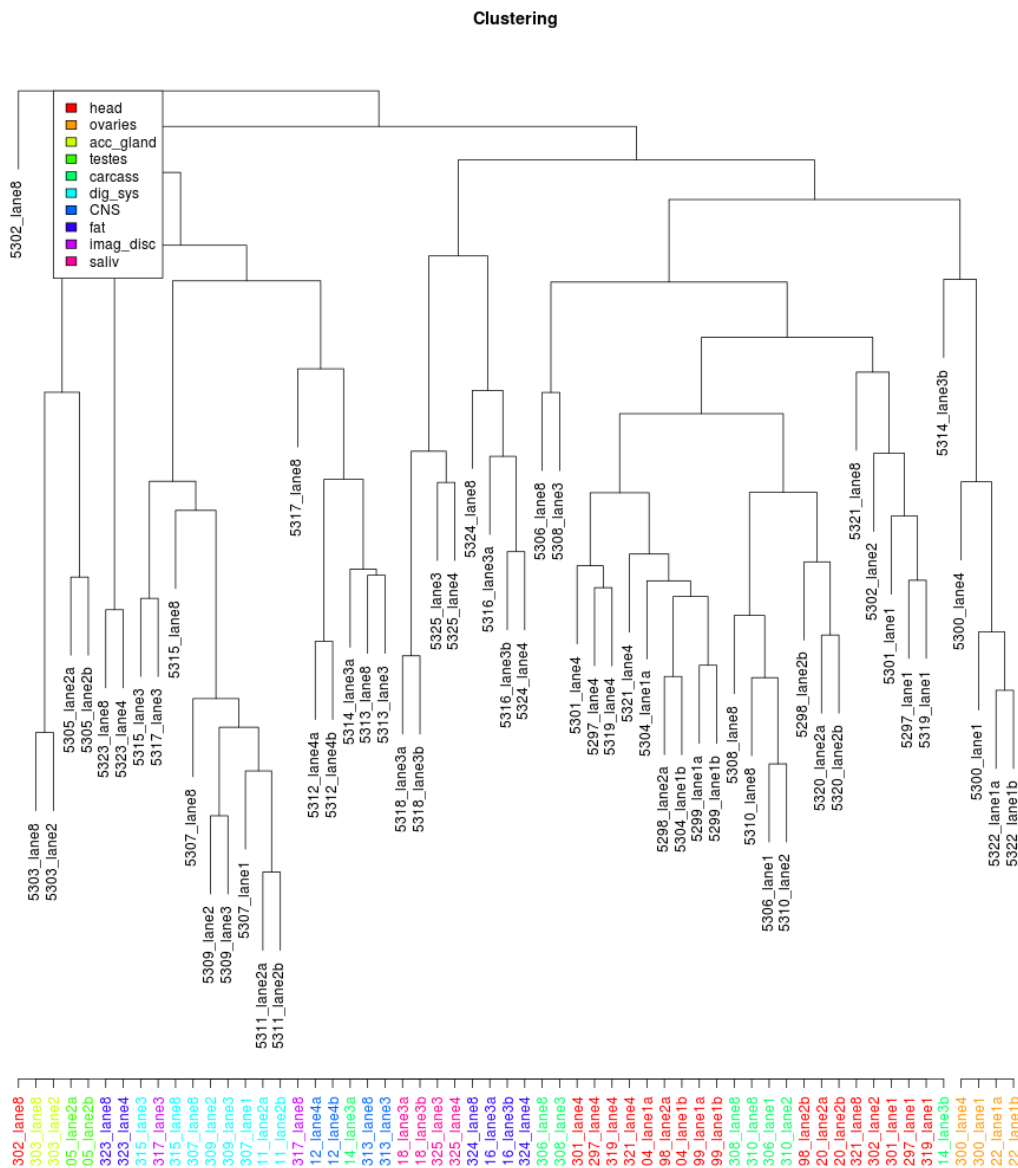


Figura 3: Dendrograma de las muestras.

Por último, se construye un heatmap de la matriz de conteos para permitir la visualización de los datos. Las matrices de expresión de estudios transcriptómicos presentan una alta dimensionalidad: contienen genes, condiciones y niveles de expresión; por lo que una manera de representar estas

matrices y visualizarlas de manera sencilla son los heatmaps. Los heatmaps son mapas bidimensionales que permiten representar el dendrograma junto con la matriz de datos ayudado de un código de colores, lo cual da lugar a una identificación visual de los grupos de muestras encontrados representando las similitudes y diferencias entre la distintas muestras. El color depende del nivel de expresión y suele seguir una escala bicolor: un color representará genes más fuertemente expresados y otro color representará genes menos expresados. En el heatmap representado a continuación, los datos se disponen de manera que cada fila representa un gen y cada columna una muestra.

```
## HEATMAP
```

```
hm = heatmap(as.matrix(datos_cluster), scale = "column", main="Heatmap",
            xlab = "genes", ylab = "samples")
```

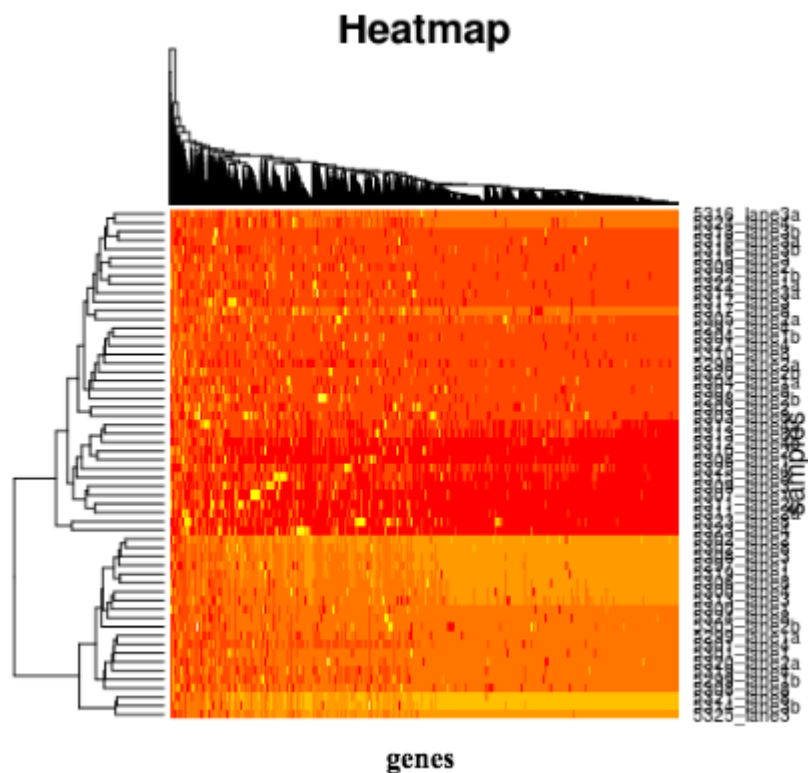


Figura 4: Visualización de la matriz de expresión como un heatmap.

En el heatmap de la figura 4, cada fila representa un gen y cada columna una muestra. El color rojo denota valores bajos de expresión, mientras que el color amarillo denota valores altos de expresión.

### 3.3. Clustering de los genes

El agrupamiento de los genes se realiza por clustering jerárquico, empleando la función *hclust()* de R que ejecuta el análisis jerárquico de una matriz de distancias, la cual se calcula a partir de la matriz de los datos normalizados. Por defecto, *hclust()* emplea el método de distancia máxima o “*complete linkage*”, en el cual la distancia o similitud entre dos clusters se mide atendiendo a los elementos más dispares. Es decir, la distancia o similitud entre dos clusters viene dada por la distancia entre los componentes más lejanos de los dos grupos. La función *hclust()* ejecuta el clustering entre las columnas de la matriz por lo que para realizar el clustering de los genes primero hay que transponer la matriz con la función *t()*, de forma que las columnas representen a los genes y las filas representen a las muestras. Sobre esta matriz se calculará posteriormente la distancia.

El criterio de similitud utilizado en esta clasificación es la correlación. El coeficiente de correlación entre los genes representa la similitud entre los perfiles de los genes para todas las muestras; es decir, la correlación no describe la similitud entre los genes por magnitudes como en el caso de la medida de la distancia euclídea. La función *dist()* emplea por defecto la medida de distancia euclídea, por lo que es necesario calcular primero el coeficiente de correlación y posteriormente crear una variable de clase *dist* utilizando *as.dist()*.

```
##### CLUSTERING de los genes
# Cambiar estructura de datos_log: filas por columnas
datos_cluster = t(datos_log)
# Calcular la correlación
correlation = cor(datos_cluster)
# Cambiar a clase dist
distance = as.dist((1 - correlation) / 2 )
# Clustering jerárquico
hc = hclust(distance, method= "complete")
# Sacar por pantalla el dendograma
arbol(cluster = hc, main = "Gene clusters")
# Extraer 10 grupos o clusters
clusters10 = cutree(hc, k=10)
```

La clasificación puede ser evaluada con *pvclust*, paquete de R que calcula los valores de probabilidad (*p-value*) para cada cluster utilizando remuestreo bootstrap multi-escala, con el fin de determinar la incertidumbre en los análisis de clustering jerárquico. Este remuestreo consiste en mezclar los datos y volver a hacer el cluster un número alto de veces. Miles de muestras bootstrap son generadas por muestreo al azar de los datos y se obtienen réplicas del dendograma aplicando repetidamente el análisis de clustering. Así, se pueden extraer valores de probabilidad y clusters de genes significativos. Este paquete emplea la función *hlcust()* para ejecutar el clustering jerárquico.

```
install.packages("pvclust")

library(pvclust)

result <- pvclust(datos_cluster, method.dist = "correlation", method.hclust = "complete", nboot = 1000)
```

*Pvclust* proporciona dos tipos de valores de probabilidad el “*AU (Approximately Unbiased) p-value*” y el “*BP (Bootstrap probability) value*” para cada cluster. Para el cálculo de “*AU p-value*” se utiliza un remuestreo bootstrap multi-escala, mientras que el “*BP p-value*” se calcula mediante un remuestreo bootstrap ordinario. El “*BP value*” de un cluster es la frecuencia en la que aparece en las réplicas bootstrap. Los clusters con AU mayor que 95% son altamente significativos.

En el anexo se adjunta el código de R completo desarrollado para el análisis transcriptómico previamente descrito.

### 3.4. Interpretación funcional

La interpretación en análisis bioinformáticos es una tarea que se lleva a cabo mediante abordajes de caracterización funcional. El enriquecimiento funcional se basa en anotaciones y análisis de las listas de genes mediante métodos estadísticos para identificar funciones biológicas con las que los genes detectados están significativamente relacionados. Se aplican diversos enriquecimientos funcionales que nos permitirán conocer qué funcionalidades caracterizan a los clusters y por tanto,

validar la clasificación obtenida de modo que tenga un significado biológico, identificar los procesos biológicos en los que los grupos de genes están involucrados.

Los recursos bioinformáticos emplean múltiples bases de datos para llevar a cabo los análisis funcionales: bases de datos sobre vías metabólicas (KEGG), sobre asociación con ciertas enfermedades (OMIM), sobre proteínas (Interpro, UniProt), etc. Es posible acceder a la información en las bases de datos directamente, pero el análisis funcional de una lista de genes se facilita mediante herramientas bioinformáticas, las cuales emplean las bases de datos para buscar los genes e identificar los términos más recurrentes en la lista.

Las bases de datos biológicas tienen a disposición una amplia colección de información, desde secuencias biológicas hasta información estructural, funcional y evolutiva. La verdadera utilidad de estas bases de datos recae en las anotaciones: una vez obtenida la secuencia, es fundamental la identificación de genes (anotación estructural) y de proteínas o procesos en los que están implicados (anotación funcional). La *Gene Ontology* -ontología de genes- es de gran ayuda en estos casos para estandarizar la terminología utilizada en distintas bases de datos y en el presente análisis será de ayuda para identificar funciones en las que están enriquecidos los clusters. Se trata de una herramienta bioinformática que unifica el vocabulario utilizado para referirse a los genes y sus productos génicos. Las anotaciones GO son declaraciones que describen las funciones de genes específicos, utilizando conceptos en la ontología de genes. Cada anotación GO consiste en la asociación de un gen a un término GO. Los términos están organizados en base a tres jerarquías independientes:

- a. función molecular *-molecular function-*, que se refiere a la actividad del producto génico a nivel molecular;
- b. componente celular *-cellular component-*, el cual se refiere a ubicación de la proteína en la célula;
- c. proceso biológico *-biological process-*, que se refiere a mecanismos celulares en los que el producto del gen está implicado.

Babelomics es una plataforma utilizada para el análisis de datos genómicos, transcriptómicos y proteómicos que incluye desde el procesamiento de datos previo al análisis, la normalización y el clustering hasta análisis de perfil funcional y enriquecimiento funcional, utilizando definiciones funcionales e interacciones proteína-proteína. El análisis funcional se llevará a cabo principalmente empleando Babelomics, y concretamente la herramienta FatiGO, que consiste en un análisis de enriquecimiento simple.

Para llevar a cabo la interpretación funcional se pueden emplear métodos de sobrerrepresentación, GSEA (Gene Set Enrichment Analysis) o análisis de interacción proteína-proteína (STRING).

- I. Los métodos de sobrerrepresentación comprueban la sobrerrepresentación estadística de una lista de genes de interés en una lista de referencia. Calculan el enriquecimiento individualmente para cada término y considera como términos enriquecidos aquellos que superan el test estadístico correspondiente, por ejemplo el test exacto de Fischer o la distribución hipergeométrica. Se trata de un *single enrichment* (enriquecimiento funcional simple) en el cual se buscan funciones enriquecidas del grupo de genes en conjunto.

FatiGO es la herramienta utilizada en Babelomics para el enriquecimiento funcional simple, el cual detecta una sobrerrepresentación significativa de anotaciones funcionales en un grupo de genes o proteínas dadas. FatiGO toma dos listas de genes,

las convierte en dos listas de anotaciones GO, y emplea un test exacto de Fisher para comparar las características funcionales entre ambas listas de genes.

- II. *Gene Set Enrichment Analysis* (GSEA) incorpora los valores de expresión, valores de FC o valores de p. Estos métodos evitan tener que definir un umbral para crear la lista de genes de partida. Lo habitual es generar un *ranking* o *random walk* en el cual se testa el enriquecimiento de cada gene set (grupo de genes asociados a un término) añadiendo iterativamente genes del ranking. El resultado del test va aumentando según se van añadiendo genes en el inicio del ranking hasta llegar a un punto máximo en el que empieza a disminuir, el cual será la puntuación máxima del enriquecimiento del término. En otras palabras, GSEA consiste en identificar funciones en grupos de genes de la lista. La herramienta Logistic Model de Babelomics es un método de *Gene Set Enrichment* el cual identifica funciones en grupos de genes de la lista, a partir de un ranking.

En caso de querer analizar todo el genoma se escogería este método pero si se tienen grupos definidos previamente, como es nuestro caso, emplearemos el enriquecimiento simple.

- III. Análisis de interacción proteína-proteína. El interactoma permite determinar procesos celulares en los que los genes están implicados: cómo interactúan las proteínas para otorgar funcionalidad y sincronización a los múltiples procesos de la célula.

Babelomics incluye la herramienta SNOW en la que grupos de genes o proteínas son interrogados para determinar si representan algún proceso biológico. Estudia el comportamiento cooperativo de la lista, por un lado evalúa las conexiones y las distribuciones de los nodos de la lista en la red en comparación con los elementos en el interactoma, y por otro lado, evalúa el comportamiento de la red como módulo funcional.

STRING (Search Tool for the Retrieval of Interacting Genes/Proteins) es una herramienta web para el análisis de interacción entre proteínas o genes. Las interacciones predichas provienen de contexto genómico, experimentos, co-expresión, “text-mining” y de datos predichos; todo ello en conjunto con las bases de datos primarias BioGRID, DIP, IntAct, MINT, etc. Las relaciones entre proteínas que muestra String pueden ser físicas -directas- o funcionales -indirectas-. STRING contiene actualmente 9.643.763 proteínas de 2.031 organismos, entre ellos *Drosophila melanogaster*, que se encuentra bien definida y caracterizada en las bases de datos, al tratarse de un organismo modelo ampliamente utilizado en investigación biomédica debido a su fácil manipulación y ciclo de vida corto entre otras muchas razones. Mediante esta base de datos se revisarán los clusters de co-expresión de los genes de *Drosophila melanogaster* atendiendo a la característica de desarrollo (*modENCODE Consortium et al., 2010*). En el análisis de STRING se obtiene una red o “network” con nodos que corresponden a las proteínas/genes introducidas -un mismo nodo incluye todas las proteínas producidas a partir de un solo gen, es decir, las diferentes isoformas de una proteína-. Ofrece datos de significación estadística a través del p-valor, que informa acerca de si la red de asociaciones generada es significativa o no, es decir, si las proteínas tienen mayor número de asociaciones de lo esperado para un set de proteínas al azar del mismo tamaño. Por lo tanto, si se trata de

una red significativa, indicará que las proteínas están biológicamente conectadas. Además, otro aspecto importante de este análisis es que incluye el enriquecimiento funcional de los genes, atendiendo a términos GO (Gene Ontology), a rutas metabólicas a partir de la base de datos KEGG, PFAM protein domains, INTERPRO protein domains and features.

#### 4. Resultados y discusión

Tras planificar y ejecutar la estrategia de análisis de clustering con el paquete pvclust, los clusters que obtenemos son 20, los cuales son muy significativos, pero están formados únicamente por 20-30 genes por lo que muchos de los genes quedan fuera de la clasificación. Este resultado es debido a la gran heterogeneidad de las muestras, que provienen de los distintos tejidos y estadios y, por lo tanto, es un verdadero reto hallar clusters muy significativos que incluyan a todos los genes. Dado que el objetivo que se pretende es llevar a cabo una nueva clasificación que incluya a todos los genes, y no a unos pocos, esta clasificación no resulta útil y por ello, escogemos la clasificación de 10 clusters que incluye a todos los genes, aunque el nivel de significación sea menor. Esto nos permitirá poner a punto una metodología que refine la selección de grupos de genes con un patrón transcriptómico común en determinadas condiciones experimentales y que además presenten un conjunto de funcionalidades que los caractericen.

Tras planificar y ejecutar la estrategia de análisis de clustering y su caracterización funcional se obtienen 10 clusters, cada uno con un número de genes y unas funciones biológicas determinadas, resumidos en la siguiente tabla. Después de analizar cada cluster con STRING y FatiGO se obtuvieron listas de términos GO de cada uno de los clusters; que se resumieron empleando *REVIGO*, el cual se encarga de resumir listas largas de términos GO y visualizarlos en gráficas llamadas TreeMap.

*Tabla 2: Resultados del clustering jerárquico y posterior enriquecimiento funcional.*

Clusters	Número de genes	Funciones enriquecidas (GO biological process)
Cluster 1	5575	-
Cluster 2	367	-Animal organ development -Positive regulation of biological process
Cluster 3	394	-Puparial adhesion -Multicellular organismal process -Single organism process -Reproduction
Cluster 4	218	-Regulation of biological quality -Regulation of chemotaxis -Cellular homeostasis -Single-organism process -Anatomical structure morphogenesis

Cluster 5	1455	-Multicellular organismal process -Cellular component organization or biogenesis -Cell projection organization -Single-organism cellular process -Biological regulation -Regulation of cellular process
Cluster 6	84	-ATP metabolism -Generation of precursor metabolites and energy -Small molecule metabolism -Single-organism metabolism -Organophosphate metabolism -Organonitrogen compound metabolism
Cluster 7	158	-Organonitrogen compound biosynthesis -Cellular nitrogen compound biosynthesis -Organonitrogen compound metabolism
Cluster 8	74	-Spindle organization -Cell cycle -Biological regulation
Cluster 9	616	-
Cluster 10	477	-

En la tabla 2 se observa un primer cluster formado por la gran mayoría de los genes, 5575 genes, que tienen un perfil de expresión común a lo largo de los distintos tejidos y estadios del desarrollo; y que además, tras enriquecer funcionalmente, se halla que no presenta ninguna función sobrerrepresentada. Pueden tratarse de genes que no tienen funciones específicas en los distintos tejidos y además en los distintos estadios; si no que presentan funciones generales. Ocurre lo mismo con los clusters 9 y 10, formados por 616 y 477 genes respectivamente.

A continuación, se muestran los TreeMaps de cada cluster obtenidos con Revigo a partir de las listas GO de STRING. Estos TreeMaps que resumen todas las funciones que están presentes en cada uno de los grupos de genes. Las listas GO completas se añaden en el anexo para su consulta.

El cluster 2 de genes presenta una lista muy larga de funciones, como se observa en el TreeMap de la figura X. La función más representativa es el desarrollo de órganos, entre las que se encuentran: desarrollo de tubo epiteliales y endoteliales, desarrollo de discos imaginales, morfogénesis, desarrollo post-embriionario, desarrollo de neuronas, del ojo, de la pupa, etc.



Figura 5: TreeMap del cluster 2.

El cluster 3 presenta funciones relacionadas con la adhesión pupal, con la reproducción, regulación de procesos biológicos y metabólicos, diferenciación de células epiteliales columnares o cuboidales, y funciones más generales como procesos de organismos multicelulares que no aportan información relevante.

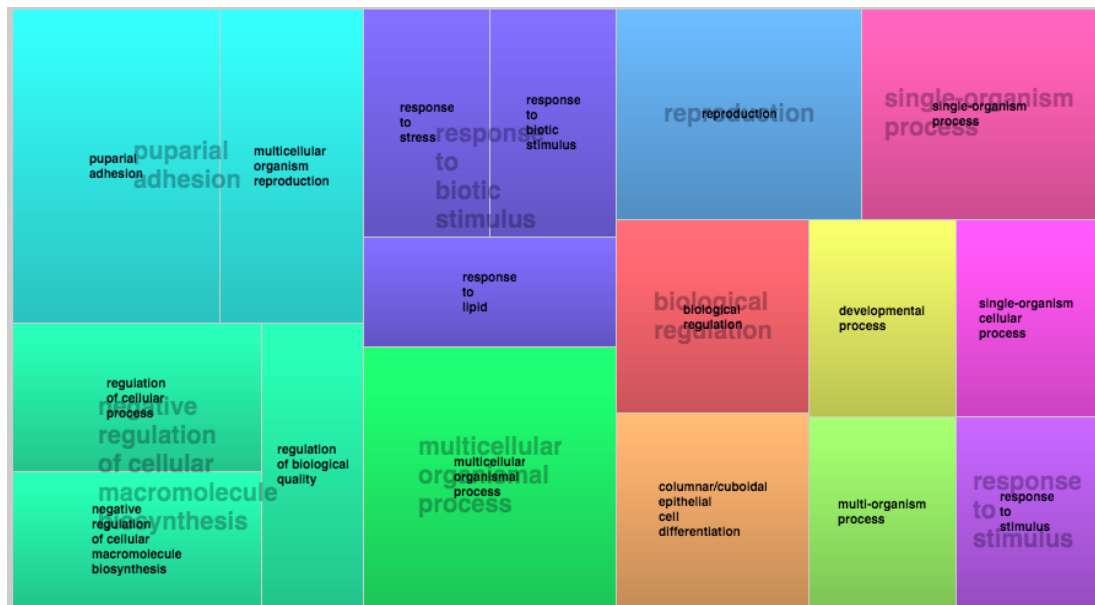


Figura 6: TreeMap del cluster 3.

Las funciones que están enriquecidas en el cluster 4 son regulación de calidad biológica, homeostasis celular, regulación de quimiotaxis, morfogénesis de la estructura anatómica, metabolismo del ácido tricarboxílico y mitosis.

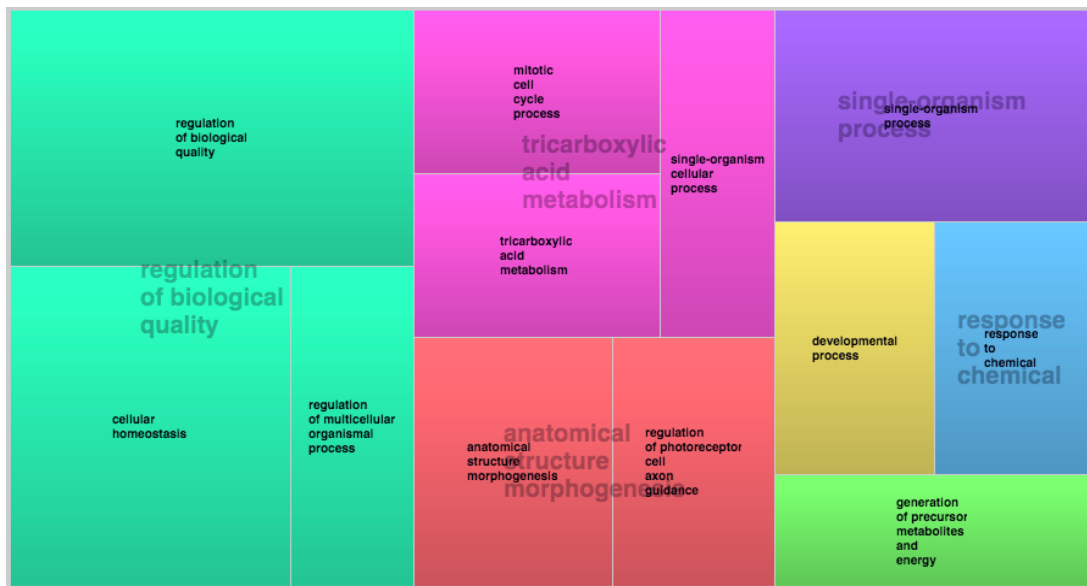


Figura 7: TreMap del cluster 4.

El cluster 5, de 1455 genes, están enriquecido en numerosas funciones, de las cuales las más significativas son la biogénesis o organización de componentes celulares, y la regulación biológica y de procesos celulares.

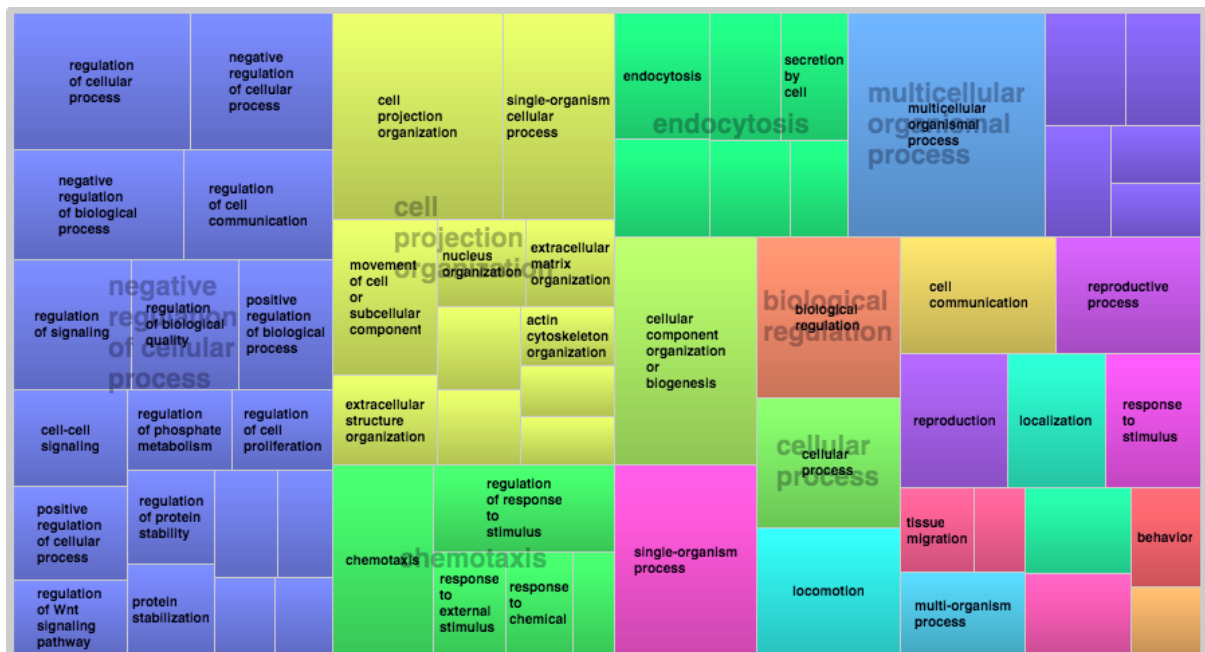


Figura 8: TreMap del cluster 5.

La caracterización funcional del cluster 6, con 84 genes, muestra que es el cluster con funciones enriquecidas de mayor significación estadística, entre las cuales están: generación de metabolitos precursores y energía, metabolismo del ATP y de compuestos con fósforo, metabolismo de compuestos orgánico-nitrogenados (de nucleótidos y nucleósidos).

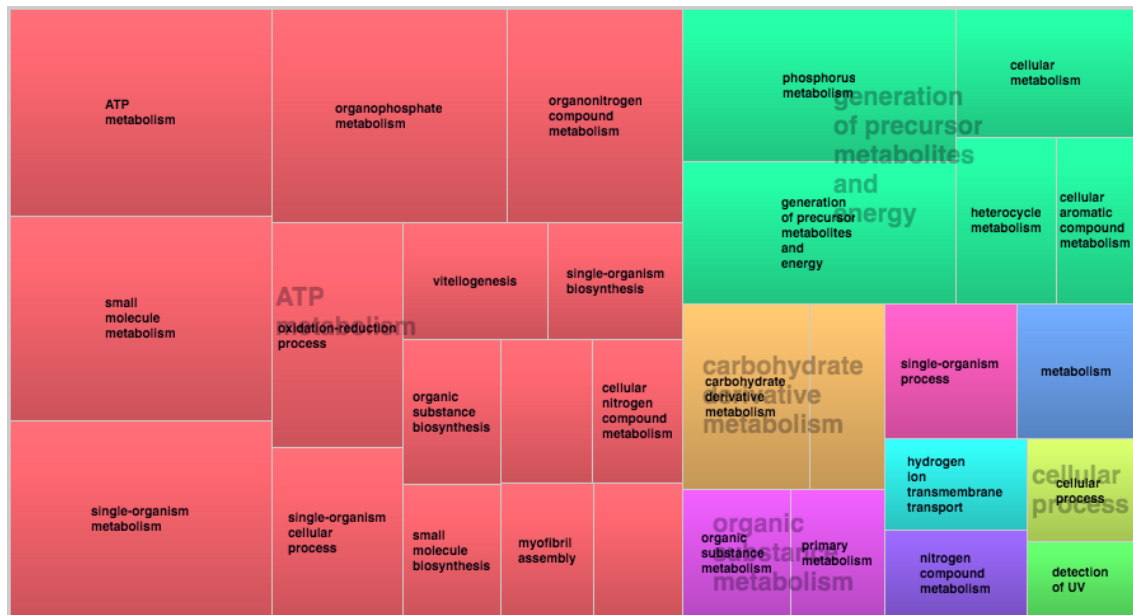


Figura 9: TreeMap del cluster 6.

El network de STRING del cluster 6 se muestra en la figura 10, donde el número de nodos (genes) es 83 y el número de ejes es 180, en comparación con el número de ejes esperado para una lista de genes de tal tamaño, el cual es 69. El p-value de la red es  $1e-16$ , por lo que se puede afirmar que la red tiene significativamente más interacciones de las esperadas. El resto de redes de interacción se muestran en el anexo, con sus respectivos p-value.

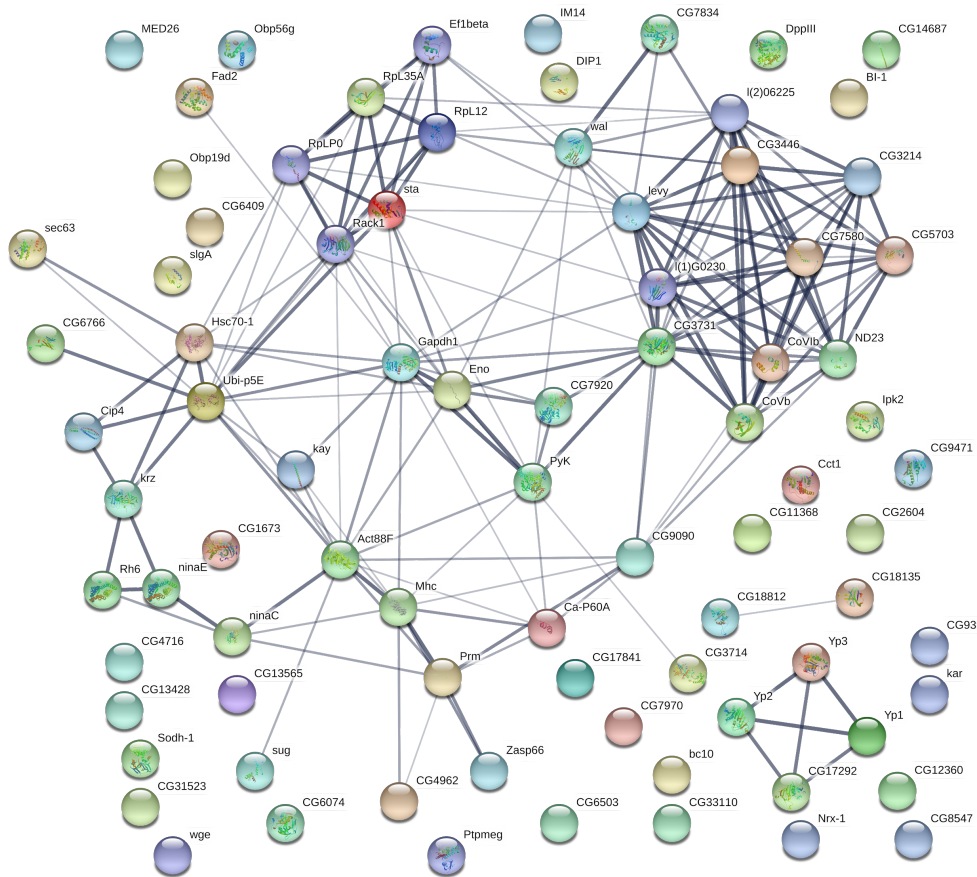


Figura 10: Network del interactoma del cluster 6.

Si se observan los perfiles transcriptómicos de alguno de los genes de esta red de interacción (figura 11), escogidos al azar (genes COX6B, ND-B17.2, ATPsyn $\delta$  Y UQCR-Q), se obtiene que la mayoría presentan la misma tendencia a lo largo de las muestras; a pesar de que la magnitud total de la expresión sea distinta. Los genes se expresan en mayor cuantía en el carcass, seguidamente en la cabeza y por último, en el sistema digestivo, en los tres casos mayoritariamente en el estadio correspondiente a adulto día 1. En la figura 11 se muestra la similitud de los perfiles de expresión de estos 4 genes.

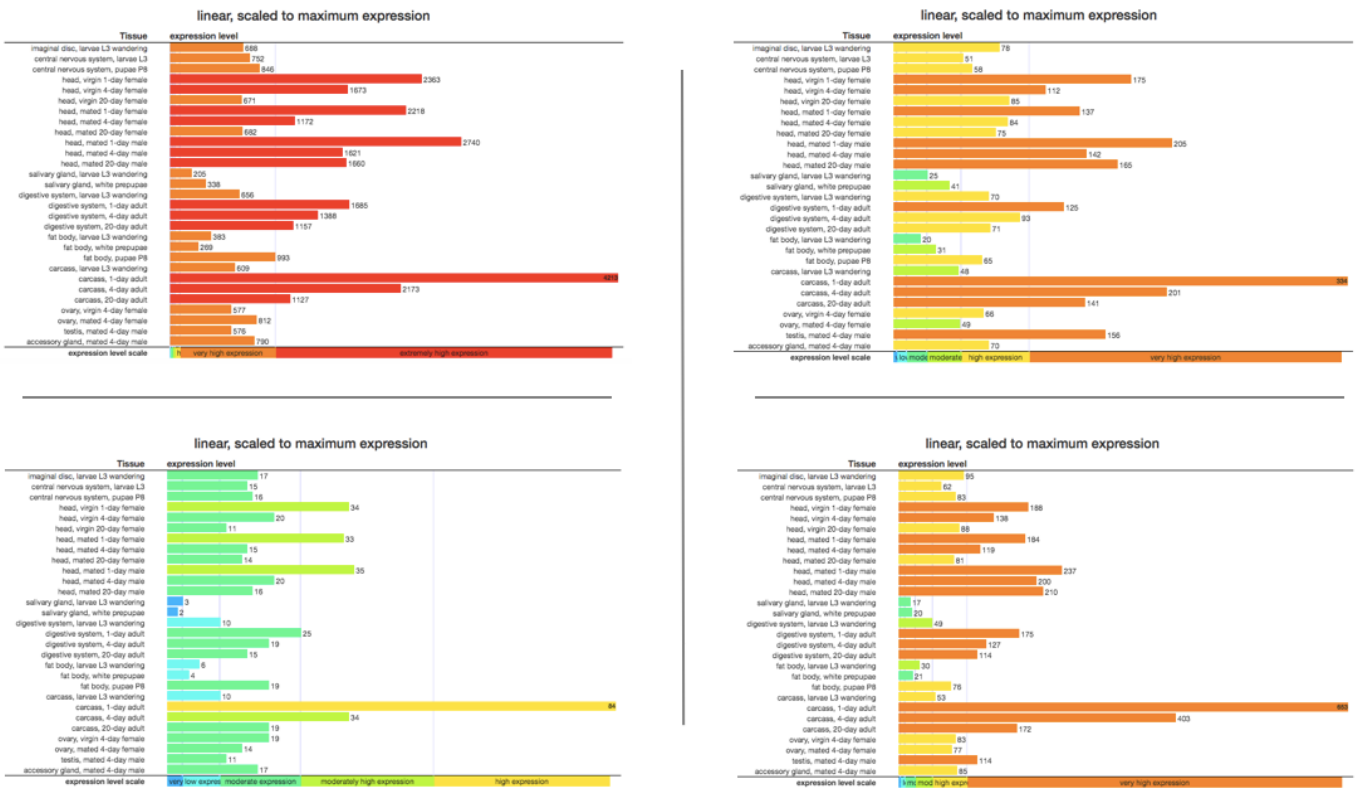


Figura 11: Perfiles de expresión de 4 genes del cluster 6 (Flybase).

El cluster 7, cuyo TreeMap se muestra en la figura 12, está estrechamente relacionado con la biosíntesis y metabolismo de compuestos orgánicos nitrogenados, y otras funciones como el transporte de cationes, importe de hierro al interior de la célula y respuesta al mismo, regulación de la señalización y comunicación celular.

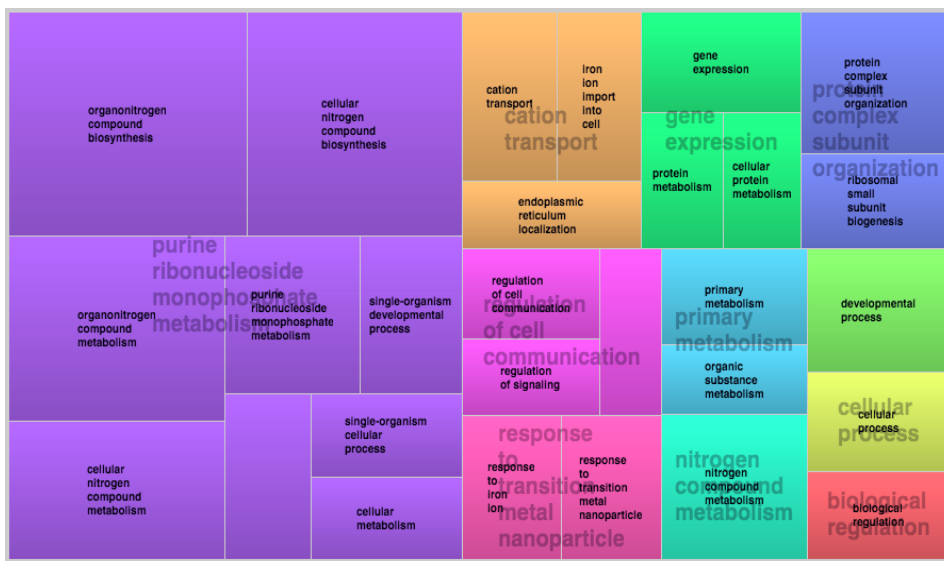


Figura 12: TreeMap del cluster 7.

El cluster 8 está enriquecido en funciones relacionadas con el ciclo celular y organización del huso mitótico, además de regulación biológica (transporte, localización, comunicación celular, señalización), y respuesta a estímulos y quimiotaxis.



Figura 13: TreeMap del cluster 8.

## 5. Conclusiones

La clasificación obtenida presenta un primer abordaje de agrupación de los genes de *Drosophila melanogaster* de todas las muestras de los distintos tejidos y estadios, en 10 clusters. Con el fin de determinar grupos de genes más específicos y con mayor información biológica, se podría realizar el clustering de los genes por grupos de muestras, por ejemplo solamente de tejidos o estadios determinados, siguiendo el mismo procedimiento.

Esta nueva clasificación proporciona una alternativa actualizada a las anteriores clasificaciones de genes en *Drosophila melanogaster*, ampliando y mejorando la utilidad de estas agrupaciones de genes en estudios donde se emplea este organismo modelo. Debido a la alta conservación de las moléculas y procesos biológicos entre las moscas y los mamíferos, estos estudios no solamente servirán para mejorar nuestros conocimientos de la biología de *Drosophila melanogaster*, sino que también servirá como modelo para entender la biología humana y sus enfermedades.

Por otra parte, el presente estudio, además de establecer una nueva clasificación de los genes de *D. melanogaster*, presenta un método de clustering con el cual se pueden llevar a cabo distintas clasificaciones de genes atendiendo al perfil de expresión génica en diferentes condiciones a partir de datos procedentes de RNA-Seq.

La combinación de los métodos estadísticos y bioinformáticos utilizados, sobre clasificación y caracterización funcional, facilita su aplicación en varios entornos de interés y con flexibilidad en su uso, siendo posible la utilización en otros datasets transcriptómicos, así como la posibilidad de refinar la determinación de grupos y condiciones experimentales, a partir de los resultados obtenidos en una primera clasificación.

Por todo ello, se abre una línea de trabajo para perfilar y comparar otras clasificaciones que serán de gran utilidad a la comunidad científica.

## 6. Referencias

ANDERS, S.; PYL, P.T. AND HUBER, W. (2014). HTSeq - a Python framework to work with high-throughput sequencing data. *Bioinformatics*, 13: 166-169.

BROWN, J.B. ; BOLEY, N.; EISMAN, R.; MAY, G.E.; STOIBER, M.H.; DUFF, M.O.; BOOTH, B.W.; WEN J.; PARK. S.; SUZUKI, A. M.; WAN, K.H.; YU, C.; ZHANG, D.; CARLSON, J. W.; CHERBAS, L.; EADS, B. D.; MILLER, D.; MOCKAITIS, K.; ROBERTS, J.; DAVIS, C.A.; FRISE, E.; HAMMONDS, A.S.; OLSON, S.; SHENKER, S.; STURGILL, D.; SAMSONOVA, A.A.; WEISZMANN, R.; ROBINSON, G.; HERNANDEZ, J.; ANDREWS, J.; BICKEL, P.J.; CARNINCI, P.; CHERBAS, P.; GINGERAS, T.R.; HOSKINS, R.A.; KAUFMAN, T.C; LAI, E.C.; OLIVER, B.; PERRIMON, N.; GRAVELEY, B.R. AND CELNIKER, S.E. (2014). Diversity and dynamics of the *Drosophila* transcriptome. *Nature*, 512: 393-399.

BULLARD, J.H.; PURDOM, E.; HANSEN, K.D.; DUDOIT, S. (2010). Evaluation of statistical methods for normalization and differential expression in mRNA-Seq experiments. *BMC bioinformatics*, 11: 94.

D'HAESELEER, P. (2005). How does gene expression clustering work? *Nature Biotechnology*, 23: 1499-1501.

DILLIES M.A.; RAU, A.; AUBERT, J.; HENNEQUET-ANTIER, C.; JEANMOUGIN, M.; SERVANT, N.; KEIME, C.; MAROT, G.; CASTEL, D.; ESTELLE, J.; GUERNEC, G.; JAGLA, B.; JOUNEAU, L.; LALOË, D.; LE GALL, C.; SCHAËFFER, B.; LE CROM, S.; GUEDJ, M.; JAFFRÉZIC, F.; FRENCH STATOMIQUE CONSORTIUM (2012). A comprehensive evaluation of normalization methods for Illumina high-throughput RNA sequencing data analysis. *Briefings in Bioinformatics*, 14, 671-683.

EISEN, M.B.; SPELLMAN, P.T.; BROWN, P.O. AND BOTSTEIN, D. (1998). Cluster analysis and display of genome-wide expression patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95: 14863-14868.

FLYBASE CONSORTIUM. The FlyBase database of the *Drosophila* genome projects and community literature. *Nucleic Acids Res.*, 31, 172–175 (2003).

GRAVELEY, B.R.; BROOKS, A. N.; CARLSON, J.W.; DUFF, M.O.; LANDOLIN, J.M.; YANG, L.; ARTIERI, C.G.; VAN BAREN, M.J.; BOLEY, N.; BOOTH, B.W.; BROWN, J.B.; CHERBAS, L.; DAVIS, C.A.; DOBIN, A.; LI, R.; LIN, W.; MALONE, J.H.; MATTIUZZO, N.R.; MILLER, D.; STURGILL, D.; TUCH, B.B.; ZALESKI, C.; ZHANG, D. ; BLANCHETTE, M.; DUDOIT, S.; EADS, B.; GREEN, R.E.; HAMMONDS, A.; JIANG, L.; KAPRANOV, P.; LANGTON, L.; PERRIMON, N.; SANDLER, J.E.; WAN, K.H.; WILLINGHAM, A.; ZHANG, Y.; ZOU, Y.; ANDREWS, J.; BICKEL, P.J.; BRENNER, S.E.; BRENT, M.R.; CHERBAS, P.; GINGERAS, T.R.; HOSKINS, R.A.; KAUFMAN, T.C.; OLIVER, B. AND CELNIKER, S.E. (2011). The developmental transcriptome of *Drosophila melanogaster*. *Nature*, 471: 473-479.

- HALES, K.G.; KOREY, C.A.; LARRACUENTE, A.M.; ROBERTS D.M. (2015). Genetics on the Fly: A Primer on the Drosophila Model System. *Genetics*, 201: 815-842.
- HRDLICKOVA, R.; TOLOUE, M. AND TIAN, B. (2017). RNA-Seq methods for transcriptome analysis. *Wiley Interdiscip Rev RNA*, 8.
- KUKURBA, K.R. AND MONTGOMERY S.B. (2015). RNA Sequencing and Analysis. *Cold Spring Harb. Protoc.* 2015: 951-969.
- MANTIONE, K.J.; KREAM, R.M.; KUZELOVA, H.; PTACEK, R.; RABOCH, J.; SAMUEL, J.M. AND STEFANO G.B. (2014) Comparing Bioinformatic Gene Expression Profiling Methods: Microarray and RNA-Seq. *Med Sci Monit Basic Res.*, 20: 138-141.
- MAYNOU FERNÁNDEZ, J.; PAIRÓ CASTIÑEIRA, E.; MASSANET VILA, R.; VALLVERDÚ FERRER, M.; CAMINAL MAGRANS, P.; PERERA LLUNA, A. (2011) Caracterización y análisis de las interacciones de regulación entre los factores de transcripción y los genes. A: Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica. "*Libro de Actas del XXIX Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica – CASEIB2011*". Cáceres: 2011, p. 1-4.
- MODENCODE CONSORTIUM; ROY, S.; ERNST, J.; KHARCHENKO, P.V.; KHERADPOUR, P.; NEGRE, N.; EATON, M.L.; LANDOLIN, J.M.; BRISTOW, C.A.; MA, L.; LIN, M.F.; WASHIETL, S.; ARSHINOFF, B.I.; AY, F.; MEYER, P.E.; ROBINE, N.; WASHINGTON, N.L.; DI STEFANO, L.; BEREZIKOV, E.; BROWN, C.D.; CANDEIAS, R.; CARLSON, J.W.; CARR, A.; JUNGREIS, I.; MARBACH, D.; SEALFON, R.; TOLSTORUKOV, M.Y.; WILL, S.; ALEKSEYENKO, A.A.; ARTIERI, C.; BOOTH, B.W.; BROOKS, A.N.; DAI, Q.; DAVIS, C.A.; DUFF, M.O.; FENG, X.; GORCHAKOV, A.A.; GU, T.; HENIKOFF, J.G.; KAPRANOV, P.; LI, R.; MACALPINE, H.K.; MALONE, J.; MINODA, A.; NORDMAN, J.; OKAMURA, K.; PERRY, M.; POWELL, S.K.; RIDDLE, N.C.; SAKAI, A.; SAMSONOVA, A.; SANDLER, J.E.; SCHWARTZ, Y.B.; SHER, N.; SPOKONY, R.; STURGILL, D.; VAN BAREN, M.; WAN, K.H.; YANG, L.; YU, C.; FEINGOLD, E.; GOOD, P.; GUYER, M.; LOWDON, R.; AHMAD, K.; ANDREWS, J.; BERGER, B.; BRENNER, S.E.; BRENT, M.R.; CHERBAS, L.; ELGIN, S.C.; GINGERAS, T.R.; GROSSMAN, R.; HOSKINS, R.A.; KAUFMAN, T.C.; KENT, W.; KURODA, M.I.; ORR-WEAVER, T.; PERRIMON, N.; PIRROTTA, V.; POSAKONY, J.W.; REN, B.; RUSSELL, S.; CHERBAS, P.; GRAVELEY, B.R.; LEWIS, S.; MICKLEM, G.; OLIVER, B.; PARK, P.J.; CELNIKER, S.E.; HENIKOFF, S.; KARPEN, G.H.; LAI, E.C.; MACALPINE, D.M.; STEIN, L.D.; WHITE K.P. AND KELLIS, M (2010). Identification of functional elements and regulatory circuits by Drosophila modENCODE and Supporting Online Material. *Science*, 330: 1787-1797.
- MOROZOVA, O.; HIRST, M. AND MARRA, M.A. (2009). Applications of New Technologies for Transcriptome Analysis. *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.* 10: 135-151.
- OYELADE, J.; ISEWON, I.; OLADIPUPO, F.; AROMOLARAN, O.; UWOGHIREN, E.; AMEH, F.; ACHAS, M.; ADEBIYI, E. (2016). Clustering Algorithms: Their Application to Gene Expression Data. *Bioinformatics and Biology Insights*, 10: 237-253.
- RISUEÑO PÉREZ, A. (2012). Bioinformática aplicada a estudios del transcriptoma humano: análisis de expresión de genes, isoformas génicas y ncRNAs en muestras sanas y en cáncer. Tesis Doctoral del Centro de Investigación del Cáncer de la Universidad de Salamanca. 176 pp.

- ROBINSON, M.D.; MCCARTHY, D.J.; SMYTH, G.K. (2010). edgeR: a Bioconductor package for differential expression analysis of digital gene expression data. *Bioinformatics*, 26: 139-140.
- ROBINSON, M.D.; OSHLACK, A. (2010). A scaling normalization method for differential expression analysis of RNA-seq data. *BioMed Central, Genome Biology*, 11: R25.
- SIMS, D.; SUDBERY, I.; ILOTT, N.E.; HEGER, A.; PONTING, C.P. (2014). Sequencing depth and coverage: key considerations in genomic analyses. *Nature reviews Genetics*, 15, 121-132.
- SONESON, C.; DELORENZI, M. (2013). A comparison of methods for differential expression analysis of RNA-seq data. *BMC Bioinformatics*, 14: 91.
- SUZUKI, R.; SHIMODAIRA, H. (2006). Pvcust: an R package for assessing the uncertainty in hierarchical clustering. *Bioinformatics*, 22: 1540-1542.
- WANG, Z.; GERSTEIN, M. AND SNYDER, M. (2009). RNA-Seq: a revolutionary tool for transcriptomics. *Nat. Rev. Genet.*, 10: 57-63.
- ZHANG, Z.; MURTAGH, F.; VAN POUCKE, S; LIN, S. AND LAN, P. (2017). Hierarchical cluster analysis in clinical research with heterogeneous study population: highlighting its visualization with R. *Annals of Translational Medicine*, 5: 75.

## 7. Anexo

### I. Código de R completo utilizado para el procesamiento de los datos, análisis exploratorio de las muestras y clustering de los genes.

```

### Generamos las matrices de conteos ###

## Leemos los archivos SAM en el directorio
f_sam = list.files(path = ".", pattern = "*.sam*")

## Fichero de referencia
#anot = "dmel-all-r6.21.gtf" #V6
anot = "dmel-all-r5.57.gff_mod.gff" #v5 Convertido con modificado
con el script modify_gff_paula.py para quitar la secuencia del ADN
mitocondrial y para añadir chr delante de cada linea

## Para todos los archivos SAM: los ordenamos y hacemos el conteo
con la anotación del fichero de referencia
for (fichero in f_sam) {
  print(fichero)
  ## Ordenamos los sam por read names para que htseq-count pueda
  trabajar con ellos
  system(paste("samtools sort -n ",fichero," -o ",fichero,"_sorted",
  sep = ""))

  ## Ejecutamos HTSeq-count anotando los genes con el atributo "ID"
  system(paste("htseq-count --format=bam --stranded=no --type=gene -
-idattr=ID ",fichero,"_sorted ",anot," > ",fichero,"_ref_",
              anot, ".count", sep = ""))
}

### Combinamos las matrices de conteos ###
library(edgeR)

## Ficheros de conteos
f_count = list.files(path = ".", pattern = ".count$")

## Los combinamos
datos <- readDGE (files = f_count, header = FALSE) # Por defecto
header = TRUE

##' Check that the counts are read properly:
system("grep FBgn0000017 *count")

```

```

## Revisamos los datos
dim(datos)
summary(datos$counts)
tail(datos$counts)

## Eliminados las filas con metaitags (las que comienzan por "_")
malos <- grepl ("^_", rownames (datos$counts))
table (malos)
datos[malos,]

datos <- datos[!malos,]
dim (datos)

## Comprobamos que las filas han sido eliminadas
head(datos$counts)
tail(datos$counts)
summary(datos$counts)

## Identificadores con el GFF y longitudes
library(rtracklayer)
ids <- rownames(datos)

gff_genes <- readGFF(annot, version=3,
columns=c("type","start","end","attributes"), tags="ID",
filter=list(type="gene"))
gff_genes <- gff_genes[order(gff_genes$ID),]
gff_genes$lon <- gff_genes$end - gff_genes$start + 1
dim(gff_genes)

## Eliminamos los genes que tienen 0 conteos a lo largo de todas las
muestras
#Hacemos una variable con todos los genes cuya suma de conteos es
distinta de 0
cero <- apply(datos$counts, 1, sum)
genes <- c(rownames(datos$counts)[cero!=0])
head(genes)
length(genes)
#Quedarse con las filas que contengan esos genes en datos$counts
library("dplyr")
datos_genes <- subset(datos$counts, row.names(datos$counts) %in%
genes)
head(datos_genes)
dim(datos_genes)
summary(datos_genes)
#Quedarse con las filas de esos genes en el fichero de anotación
gff_genes_counts <- filter(gff_genes, gff_genes$ID %in% genes)

```

```

head(gff_genes_counts)
dim(gff_genes_counts)

## Normalizamos
library(NOISeq)

datos_tmm <- NOISeq::tmm(datos$counts, long = gff_genes$lon, lc=1,
k=1)
datos_tmm

## Calculamos los conteos por millon
#cpms <- cpm(datos)
#summary(cpms)

datos_log <- log(datos_tmm + 1)
hist(datos_log)

#explorar
dim(datos_log)
summary(datos_log)
boxplot(datos_log)
boxplot(datos_tmm)
head(datos_tmm)
table(datos$counts == 0)
ind <- apply(datos$counts, 1, sum)
length(ind)
table(ind ==0)
table(ind)
names(datos$counts[ind ==195082 , ])
head(datos$counts)
class(datos$counts)

# TISSUES

names <- colnames(datos_tmm)
primeras <- sapply(strsplit(names, split="\\."), "[", 1)
tissue <- sapply(strsplit(primeras, split="_"), function(i)
i[length(i)])
# Change carcass to carcass
tissue <- gsub("carcass", "carcas", tissue)
tissue <- gsub("carcas", "carcass", tissue)

#### TABLA DE LOS DATOS
##Factores

library(readxl)

```

```

factores <- read_excel("factores_muestras.xlsx")
factores$muestra <- names

library(dplyr)
factores %>% group_by(Tejido,Estadio) %>% count()
factores_2 = factores %>% group_by(Tejido,Estadio) %>% count()
library(tidyr)
tej_dev = spread(factores_2, Estadio, n)

# head(datos_log)
# dim(datos_log)
# summary(datos_log)
# save(datos_log, file = "datos_log.RData")

#### Análisis exploratorio
##PCA

pca <- prcomp(t(datos_log), scale=TRUE)
plot(pca$x[,1], pca$x[,2])

pca.data <- data.frame(Sample=rownames(pca$x),
                      X=pca$x[,1],
                      Y=pca$x[,2],
                      Tissue = factores$Tejido,
                      Develop = factores$Estadio,
                      Sex = factores$Sexo)

ggplot(data=pca.data) + geom_point(aes(x=X, y=Y,
                                       shape=as.factor(Develop),
                                       color=as.factor(Sex))) +
  scale_shape_manual(values=c(0:5,15:18)) +
  labs(color="Sex",shape="Development-stage")+
  facet_wrap(~Tissue) +
  xlab(paste("PC1 - ", pca.var.per[1], "%", sep="")) +
  ylab(paste("PC2 - ", pca.var.per[2], "%", sep="")) +
  theme_bw() +
  ggtitle("Principal Component Analysis")

#Datos_log con nombres cortos para el análisis exploratorio
datos_cortos <- datos_log
library(stringr)
##colnames(datos_cortos) <-
sapply(strsplit(colnames(datos_log).split="_"), "[", 1) #SOLO LOS
NÚMEROS

```

```

colnames(datos_cortos) <- paste(str_extract(colnames(datos_log),
"[0-9]{4}"),str_extract(colnames(datos_log), "lane[0-9a-zA-
Z]*"),sep="_")
head(datos_cortos)

## Análisis exploratorio_clustering de las muestras
source ("function_arbol_2.r")

# Asignamos colores por tejido
char.tissue <- as.character(factoros$Tejido)
tan <- unique(char.tissue)
micolor <- rainbow (length(tan))
names (micolor) <- tan
factoros$color.tissue <- micolor[char.tissue]

# asigno tamanyo para la representacion grafica del clustering
x.por <- 3
y.por <- 1

# Distancia de correlación
correlacion = cor(datos_cortos)
distancia = as.dist ((1 - correlacion) / 2)
clust = hclust(distancia)
groups = cutree(clust, k =10)

clust$clase = factoros$Tejido

groups_m <- cbind(groups)
colnames (groups_m)=c("Muestra")
groups_m

png (filename = "Exploratory_analysis_clust", width=480*x.por,
height=480*y.por)
arbol (cluster = clust, main="Clustering")

tiff (filename = "Exploratory_analysis_clust", width=480*x.por,
height=480*y.por)
arbol (cluster = clust, main="Clustering")

dev.off()

##### CLUSTERING de los genes

#Cambiar estructura de datos_log: filas por columnas
datos_cluster <- t(datos_cortos)

correlation <- cor(datos_cluster)

```

```

distance <- as.dist((1 - correlation) / 2 )
hc <- hclust(distance, method = "complete")

clusters20<- cutree(hc, k=20)
table(clusters20)
clusters30<- cutree(hc, k=30)
table(clusters30)
clusters50<- cutree(hc, k=50)
table(clusters50)
clusters10<- cutree(hc, k=10)
table(clusters10)

arbol (cluster = hc, main = "Gene clustering")

## HEATMAP

hm = heatmap(as.matrix(datos_cluster), scale = "column",
main="Heatmap", xlab = "genes", ylab = "samples")

## Evaluar la clasificación
install.packages("pvclust")
library(pvclust)

#result <- pvclust(datos_cluster,
method.dist="correlation",method.hclust="complete", nboot=100,
parallel=TRUE)
#plot(result)
#pvrect(result, alpha=0.95)
#print (result) #Muestra el método de clustering y la distancia
empleada, y los p-valores de cada cluster

```

## II. Listas de genes pertenecientes a cada cluster

### CLUSTER 1

(5575 genes)

FBgn0000008	FBgn0000077	FBgn0000147
FBgn0000014	FBgn0000078	FBgn0000153
FBgn0000032	FBgn0000083	FBgn0000157
FBgn0000037	FBgn0000108	FBgn0000163
FBgn0000038	FBgn0000117	FBgn0000173
FBgn0000044	FBgn0000119	FBgn0000180
FBgn0000046	FBgn0000120	FBgn0000183
FBgn0000054	FBgn0000139	FBgn0000206
FBgn0000057	FBgn0000140	FBgn0000212
FBgn0000063	FBgn0000146	FBgn0000216

FBgn0000229	FBgn0000591	FBgn0001491
FBgn0000233	FBgn0000606	FBgn0001624
FBgn0000239	FBgn0000625	FBgn0001965
FBgn0000241	FBgn0000629	FBgn0001970
FBgn0000246	FBgn0000633	FBgn0001974
FBgn0000247	FBgn0000658	FBgn0001987
FBgn0000251	FBgn0000662	FBgn0001990
FBgn0000256	FBgn0000709	FBgn0001994
FBgn0000276	FBgn0000711	FBgn0002069
FBgn0000277	FBgn0000715	FBgn0002284
FBgn0000278	FBgn0000721	FBgn0002306
FBgn0000283	FBgn0000810	FBgn0002413
FBgn0000286	FBgn0000826	FBgn0002441
FBgn0000299	FBgn0000964	FBgn0002466
FBgn0000313	FBgn0001078	FBgn0002522
FBgn0000316	FBgn0001079	FBgn0002524
FBgn0000317	FBgn0001087	FBgn0002526
FBgn0000319	FBgn0001098	FBgn0002534
FBgn0000320	FBgn0001104	FBgn0002567
FBgn0000326	FBgn0001112	FBgn0002571
FBgn0000330	FBgn0001125	FBgn0002573
FBgn0000346	FBgn0001128	FBgn0002577
FBgn0000370	FBgn0001134	FBgn0002578
FBgn0000376	FBgn0001148	FBgn0002579
FBgn0000377	FBgn0001168	FBgn0002592
FBgn0000384	FBgn0001185	FBgn0002629
FBgn0000395	FBgn0001202	FBgn0002631
FBgn0000404	FBgn0001206	FBgn0002632
FBgn0000405	FBgn0001208	FBgn0002638
FBgn0000406	FBgn0001220	FBgn0002641
FBgn0000411	FBgn0001230	FBgn0002673
FBgn0000413	FBgn0001233	FBgn0002719
FBgn0000414	FBgn0001234	FBgn0002732
FBgn0000427	FBgn0001253	FBgn0002733
FBgn0000439	FBgn0001259	FBgn0002735
FBgn0000448	FBgn0001263	FBgn0002772
FBgn0000459	FBgn0001276	FBgn0002778
FBgn0000477	FBgn0001280	FBgn0002781
FBgn0000489	FBgn0001285	FBgn0002783
FBgn0000492	FBgn0001291	FBgn0002787
FBgn0000527	FBgn0001308	FBgn0002791
FBgn0000533	FBgn0001313	FBgn0002855
FBgn0000541	FBgn0001314	FBgn0002856
FBgn0000557	FBgn0001315	FBgn0002869
FBgn0000560	FBgn0001320	FBgn0002891
FBgn0000564	FBgn0001323	FBgn0002905
FBgn0000576	FBgn0001341	FBgn0002906
FBgn0000577	FBgn0001404	FBgn0002914

FBgn0002922	FBgn0003353	FBgn0003886
FBgn0002924	FBgn0003356	FBgn0003889
FBgn0002926	FBgn0003358	FBgn0003896
FBgn0002931	FBgn0003366	FBgn0003900
FBgn0002932	FBgn0003380	FBgn0003938
FBgn0002939	FBgn0003388	FBgn0003941
FBgn0002941	FBgn0003390	FBgn0003942
FBgn0002948	FBgn0003391	FBgn0003944
FBgn0002962	FBgn0003392	FBgn0003950
FBgn0002973	FBgn0003430	FBgn0003961
FBgn0003009	FBgn0003447	FBgn0003965
FBgn0003015	FBgn0003448	FBgn0003969
FBgn0003023	FBgn0003459	FBgn0003977
FBgn0003041	FBgn0003460	FBgn0003997
FBgn0003042	FBgn0003464	FBgn0004003
FBgn0003044	FBgn0003479	FBgn0004009
FBgn0003048	FBgn0003482	FBgn0004057
FBgn0003060	FBgn0003483	FBgn0004101
FBgn0003068	FBgn0003486	FBgn0004107
FBgn0003071	FBgn0003495	FBgn0004118
FBgn0003076	FBgn0003499	FBgn0004132
FBgn0003087	FBgn0003502	FBgn0004133
FBgn0003129	FBgn0003507	FBgn0004168
FBgn0003137	FBgn0003511	FBgn0004171
FBgn0003140	FBgn0003513	FBgn0004197
FBgn0003141	FBgn0003520	FBgn0004227
FBgn0003159	FBgn0003527	FBgn0004364
FBgn0003169	FBgn0003559	FBgn0004372
FBgn0003174	FBgn0003567	FBgn0004373
FBgn0003189	FBgn0003607	FBgn0004378
FBgn0003209	FBgn0003612	FBgn0004379
FBgn0003218	FBgn0003651	FBgn0004380
FBgn0003227	FBgn0003654	FBgn0004387
FBgn0003248	FBgn0003656	FBgn0004394
FBgn0003255	FBgn0003687	FBgn0004404
FBgn0003275	FBgn0003701	FBgn0004419
FBgn0003277	FBgn0003710	FBgn0004431
FBgn0003278	FBgn0003714	FBgn0004436
FBgn0003292	FBgn0003716	FBgn0004507
FBgn0003300	FBgn0003719	FBgn0004511
FBgn0003308	FBgn0003731	FBgn0004512
FBgn0003312	FBgn0003732	FBgn0004513
FBgn0003317	FBgn0003733	FBgn0004516
FBgn0003319	FBgn0003742	FBgn0004556
FBgn0003328	FBgn0003744	FBgn0004574
FBgn0003330	FBgn0003748	FBgn0004581
FBgn0003345	FBgn0003861	FBgn0004584
FBgn0003346	FBgn0003862	FBgn0004598

FBgn0004618	FBgn0005695	FBgn0010470
FBgn0004620	FBgn0005696	FBgn0010473
FBgn0004622	FBgn0005771	FBgn0010497
FBgn0004623	FBgn0005777	FBgn0010531
FBgn0004655	FBgn0008636	FBgn0010549
FBgn0004687	FBgn0010014	FBgn0010591
FBgn0004777	FBgn0010038	FBgn0010602
FBgn0004779	FBgn0010040	FBgn0010611
FBgn0004784	FBgn0010044	FBgn0010651
FBgn0004832	FBgn0010051	FBgn0010660
FBgn0004855	FBgn0010052	FBgn0010704
FBgn0004856	FBgn0010097	FBgn0010750
FBgn0004860	FBgn0010173	FBgn0010762
FBgn0004862	FBgn0010194	FBgn0010772
FBgn0004863	FBgn0010197	FBgn0010774
FBgn0004864	FBgn0010223	FBgn0010786
FBgn0004872	FBgn0010225	FBgn0010808
FBgn0004875	FBgn0010226	FBgn0010909
FBgn0004878	FBgn0010235	FBgn0010926
FBgn0004880	FBgn0010238	FBgn0011016
FBgn0004885	FBgn0010240	FBgn0011225
FBgn0004889	FBgn0010241	FBgn0011227
FBgn0004896	FBgn0010258	FBgn0011230
FBgn0004898	FBgn0010263	FBgn0011232
FBgn0004908	FBgn0010280	FBgn0011236
FBgn0004957	FBgn0010282	FBgn0011239
FBgn0005390	FBgn0010292	FBgn0011241
FBgn0005564	FBgn0010314	FBgn0011244
FBgn0005586	FBgn0010315	FBgn0011270
FBgn0005612	FBgn0010316	FBgn0011274
FBgn0005614	FBgn0010323	FBgn0011277
FBgn0005616	FBgn0010350	FBgn0011281
FBgn0005617	FBgn0010355	FBgn0011283
FBgn0005619	FBgn0010358	FBgn0011286
FBgn0005624	FBgn0010381	FBgn0011476
FBgn0005626	FBgn0010382	FBgn0011509
FBgn0005632	FBgn0010383	FBgn0011554
FBgn0005636	FBgn0010388	FBgn0011555
FBgn0005638	FBgn0010391	FBgn0011556
FBgn0005640	FBgn0010395	FBgn0011570
FBgn0005642	FBgn0010399	FBgn0011571
FBgn0005648	FBgn0010403	FBgn0011573
FBgn0005658	FBgn0010406	FBgn0011582
FBgn0005659	FBgn0010407	FBgn0011584
FBgn0005664	FBgn0010411	FBgn0011589
FBgn0005670	FBgn0010438	FBgn0011591
FBgn0005672	FBgn0010452	FBgn0011592
FBgn0005677	FBgn0010453	FBgn0011603

FBgn0011640	FBgn0013725	FBgn0015011
FBgn0011642	FBgn0013732	FBgn0015019
FBgn0011648	FBgn0013749	FBgn0015024
FBgn0011655	FBgn0013751	FBgn0015032
FBgn0011674	FBgn0013756	FBgn0015033
FBgn0011676	FBgn0013767	FBgn0015036
FBgn0011694	FBgn0013771	FBgn0015039
FBgn0011701	FBgn0013772	FBgn0015229
FBgn0011703	FBgn0013773	FBgn0015239
FBgn0011705	FBgn0013809	FBgn0015240
FBgn0011706	FBgn0013810	FBgn0015247
FBgn0011710	FBgn0013812	FBgn0015268
FBgn0011737	FBgn0013813	FBgn0015269
FBgn0011740	FBgn0013949	FBgn0015271
FBgn0011742	FBgn0013953	FBgn0015279
FBgn0011743	FBgn0013983	FBgn0015282
FBgn0011745	FBgn0013984	FBgn0015283
FBgn0011746	FBgn0013987	FBgn0015296
FBgn0011747	FBgn0013997	FBgn0015298
FBgn0011758	FBgn0014006	FBgn0015316
FBgn0011764	FBgn0014009	FBgn0015321
FBgn0011771	FBgn0014010	FBgn0015324
FBgn0011774	FBgn0014019	FBgn0015331
FBgn0011785	FBgn0014029	FBgn0015351
FBgn0011823	FBgn0014033	FBgn0015359
FBgn0011826	FBgn0014075	FBgn0015360
FBgn0011829	FBgn0014127	FBgn0015371
FBgn0011834	FBgn0014133	FBgn0015374
FBgn0011837	FBgn0014141	FBgn0015376
FBgn0011915	FBgn0014189	FBgn0015380
FBgn0011981	FBgn0014269	FBgn0015381
FBgn0012000	FBgn0014342	FBgn0015391
FBgn0012027	FBgn0014343	FBgn0015393
FBgn0012034	FBgn0014380	FBgn0015477
FBgn0012344	FBgn0014388	FBgn0015509
FBgn0013275	FBgn0014395	FBgn0015513
FBgn0013279	FBgn0014396	FBgn0015521
FBgn0013307	FBgn0014411	FBgn0015546
FBgn0013308	FBgn0014427	FBgn0015558
FBgn0013323	FBgn0014469	FBgn0015561
FBgn0013334	FBgn0014848	FBgn0015568
FBgn0013342	FBgn0014850	FBgn0015569
FBgn0013348	FBgn0014851	FBgn0015570
FBgn0013531	FBgn0014859	FBgn0015574
FBgn0013563	FBgn0014861	FBgn0015575
FBgn0013717	FBgn0014877	FBgn0015576
FBgn0013718	FBgn0014930	FBgn0015577
FBgn0013720	FBgn0015008	FBgn0015583

FBgn0015586	FBgn0016794	FBgn0020545
FBgn0015618	FBgn0016919	FBgn0020556
FBgn0015621	FBgn0016920	FBgn0020617
FBgn0015623	FBgn0016926	FBgn0020621
FBgn0015664	FBgn0016977	FBgn0020626
FBgn0015714	FBgn0016983	FBgn0020633
FBgn0015721	FBgn0017430	FBgn0020637
FBgn0015737	FBgn0017551	FBgn0020638
FBgn0015765	FBgn0017558	FBgn0020639
FBgn0015766	FBgn0017561	FBgn0020641
FBgn0015770	FBgn0017566	FBgn0020642
FBgn0015772	FBgn0017572	FBgn0020766
FBgn0015791	FBgn0017577	FBgn0020880
FBgn0015793	FBgn0017590	FBgn0020887
FBgn0015794	FBgn0019643	FBgn0020907
FBgn0015797	FBgn0019662	FBgn0020912
FBgn0015801	FBgn0019686	FBgn0020930
FBgn0015806	FBgn0019809	FBgn0021742
FBgn0015808	FBgn0019932	FBgn0021760
FBgn0015828	FBgn0019938	FBgn0021761
FBgn0015829	FBgn0019949	FBgn0021764
FBgn0015831	FBgn0019952	FBgn0021767
FBgn0015838	FBgn0019960	FBgn0021768
FBgn0015904	FBgn0019968	FBgn0021814
FBgn0015919	FBgn0019972	FBgn0021825
FBgn0015924	FBgn0019990	FBgn0021847
FBgn0015946	FBgn0020235	FBgn0021856
FBgn0016013	FBgn0020248	FBgn0021872
FBgn0016031	FBgn0020249	FBgn0021967
FBgn0016034	FBgn0020258	FBgn0021995
FBgn0016041	FBgn0020261	FBgn0022023
FBgn0016047	FBgn0020269	FBgn0022153
FBgn0016053	FBgn0020272	FBgn0022160
FBgn0016054	FBgn0020277	FBgn0022288
FBgn0016059	FBgn0020299	FBgn0022343
FBgn0016070	FBgn0020305	FBgn0022349
FBgn0016075	FBgn0020370	FBgn0022355
FBgn0016078	FBgn0020372	FBgn0022361
FBgn0016081	FBgn0020379	FBgn0022382
FBgn0016123	FBgn0020388	FBgn0022699
FBgn0016131	FBgn0020391	FBgn0022700
FBgn0016641	FBgn0020407	FBgn0022702
FBgn0016672	FBgn0020412	FBgn0022724
FBgn0016691	FBgn0020415	FBgn0022740
FBgn0016698	FBgn0020429	FBgn0022768
FBgn0016701	FBgn0020493	FBgn0022770
FBgn0016715	FBgn0020510	FBgn0022935
FBgn0016792	FBgn0020521	FBgn0022936

FBgn0022984	FBgn0024329	FBgn0025625
FBgn0022986	FBgn0024330	FBgn0025626
FBgn0022987	FBgn0024360	FBgn0025628
FBgn0023090	FBgn0024542	FBgn0025632
FBgn0023097	FBgn0024689	FBgn0025633
FBgn0023172	FBgn0024734	FBgn0025634
FBgn0023179	FBgn0024754	FBgn0025637
FBgn0023180	FBgn0024804	FBgn0025638
FBgn0023181	FBgn0024806	FBgn0025639
FBgn0023214	FBgn0024833	FBgn0025641
FBgn0023216	FBgn0024846	FBgn0025674
FBgn0023388	FBgn0024909	FBgn0025681
FBgn0023395	FBgn0024920	FBgn0025682
FBgn0023416	FBgn0024921	FBgn0025693
FBgn0023458	FBgn0024944	FBgn0025700
FBgn0023477	FBgn0024956	FBgn0025702
FBgn0023506	FBgn0024957	FBgn0025709
FBgn0023507	FBgn0024958	FBgn0025712
FBgn0023508	FBgn0024963	FBgn0025716
FBgn0023509	FBgn0024980	FBgn0025720
FBgn0023511	FBgn0024984	FBgn0025725
FBgn0023515	FBgn0024985	FBgn0025739
FBgn0023520	FBgn0024986	FBgn0025740
FBgn0023523	FBgn0024992	FBgn0025741
FBgn0023524	FBgn0024993	FBgn0025742
FBgn0023525	FBgn0024998	FBgn0025743
FBgn0023528	FBgn0025109	FBgn0025777
FBgn0023531	FBgn0025117	FBgn0025802
FBgn0023534	FBgn0025186	FBgn0025808
FBgn0023536	FBgn0025334	FBgn0025814
FBgn0023540	FBgn0025335	FBgn0025815
FBgn0023542	FBgn0025336	FBgn0025821
FBgn0024187	FBgn0025360	FBgn0025827
FBgn0024188	FBgn0025381	FBgn0025830
FBgn0024191	FBgn0025382	FBgn0025833
FBgn0024196	FBgn0025383	FBgn0025836
FBgn0024222	FBgn0025391	FBgn0025837
FBgn0024227	FBgn0025454	FBgn0025838
FBgn0024232	FBgn0025455	FBgn0025839
FBgn0024234	FBgn0025519	FBgn0025864
FBgn0024236	FBgn0025525	FBgn0025865
FBgn0024245	FBgn0025571	FBgn0025866
FBgn0024273	FBgn0025583	FBgn0025874
FBgn0024288	FBgn0025595	FBgn0025878
FBgn0024314	FBgn0025612	FBgn0025936
FBgn0024315	FBgn0025613	FBgn0026015
FBgn0024319	FBgn0025616	FBgn0026056
FBgn0024320	FBgn0025620	FBgn0026058

FBgn0026059	FBgn0026749	FBgn0027563
FBgn0026061	FBgn0026751	FBgn0027565
FBgn0026079	FBgn0026754	FBgn0027567
FBgn0026083	FBgn0026761	FBgn0027571
FBgn0026089	FBgn0026787	FBgn0027580
FBgn0026147	FBgn0026869	FBgn0027581
FBgn0026148	FBgn0026874	FBgn0027582
FBgn0026149	FBgn0027052	FBgn0027583
FBgn0026160	FBgn0027053	FBgn0027584
FBgn0026174	FBgn0027066	FBgn0027586
FBgn0026175	FBgn0027070	FBgn0027587
FBgn0026176	FBgn0027079	FBgn0027589
FBgn0026179	FBgn0027083	FBgn0027590
FBgn0026181	FBgn0027085	FBgn0027594
FBgn0026199	FBgn0027086	FBgn0027597
FBgn0026206	FBgn0027088	FBgn0027600
FBgn0026207	FBgn0027090	FBgn0027603
FBgn0026239	FBgn0027091	FBgn0027607
FBgn0026257	FBgn0027093	FBgn0027616
FBgn0026262	FBgn0027106	FBgn0027619
FBgn0026314	FBgn0027109	FBgn0027655
FBgn0026319	FBgn0027296	FBgn0027657
FBgn0026323	FBgn0027329	FBgn0027660
FBgn0026369	FBgn0027335	FBgn0027779
FBgn0026370	FBgn0027341	FBgn0027780
FBgn0026371	FBgn0027342	FBgn0027784
FBgn0026372	FBgn0027363	FBgn0027790
FBgn0026376	FBgn0027491	FBgn0027794
FBgn0026378	FBgn0027493	FBgn0027841
FBgn0026396	FBgn0027499	FBgn0027843
FBgn0026400	FBgn0027503	FBgn0027844
FBgn0026403	FBgn0027506	FBgn0027864
FBgn0026404	FBgn0027507	FBgn0027866
FBgn0026427	FBgn0027508	FBgn0027903
FBgn0026430	FBgn0027512	FBgn0027930
FBgn0026432	FBgn0027514	FBgn0028325
FBgn0026433	FBgn0027515	FBgn0028327
FBgn0026439	FBgn0027524	FBgn0028375
FBgn0026441	FBgn0027525	FBgn0028379
FBgn0026563	FBgn0027528	FBgn0028380
FBgn0026576	FBgn0027538	FBgn0028381
FBgn0026592	FBgn0027548	FBgn0028387
FBgn0026593	FBgn0027550	FBgn0028394
FBgn0026597	FBgn0027554	FBgn0028400
FBgn0026620	FBgn0027556	FBgn0028402
FBgn0026630	FBgn0027559	FBgn0028406
FBgn0026718	FBgn0027560	FBgn0028407
FBgn0026722	FBgn0027562	FBgn0028408

FBgn0028422	FBgn0028866	FBgn0029608
FBgn0028425	FBgn0028868	FBgn0029694
FBgn0028426	FBgn0028886	FBgn0029696
FBgn0028430	FBgn0028893	FBgn0029697
FBgn0028436	FBgn0028894	FBgn0029707
FBgn0028468	FBgn0028895	FBgn0029718
FBgn0028471	FBgn0028897	FBgn0029720
FBgn0028474	FBgn0028900	FBgn0029729
FBgn0028475	FBgn0028904	FBgn0029733
FBgn0028479	FBgn0028913	FBgn0029736
FBgn0028481	FBgn0028932	FBgn0029752
FBgn0028482	FBgn0028935	FBgn0029762
FBgn0028484	FBgn0028936	FBgn0029765
FBgn0028491	FBgn0028939	FBgn0029769
FBgn0028494	FBgn0028940	FBgn0029791
FBgn0028497	FBgn0028945	FBgn0029798
FBgn0028500	FBgn0028947	FBgn0029814
FBgn0028506	FBgn0028948	FBgn0029816
FBgn0028526	FBgn0028949	FBgn0029827
FBgn0028538	FBgn0028952	FBgn0029828
FBgn0028540	FBgn0028969	FBgn0029833
FBgn0028543	FBgn0028978	FBgn0029834
FBgn0028552	FBgn0028979	FBgn0029838
FBgn0028561	FBgn0028983	FBgn0029839
FBgn0028563	FBgn0028986	FBgn0029843
FBgn0028577	FBgn0028987	FBgn0029848
FBgn0028579	FBgn0028988	FBgn0029849
FBgn0028622	FBgn0028992	FBgn0029851
FBgn0028648	FBgn0028996	FBgn0029854
FBgn0028658	FBgn0028999	FBgn0029856
FBgn0028662	FBgn0029003	FBgn0029863
FBgn0028667	FBgn0029088	FBgn0029870
FBgn0028671	FBgn0029094	FBgn0029877
FBgn0028675	FBgn0029118	FBgn0029878
FBgn0028683	FBgn0029123	FBgn0029879
FBgn0028689	FBgn0029137	FBgn0029881
FBgn0028691	FBgn0029148	FBgn0029882
FBgn0028694	FBgn0029152	FBgn0029893
FBgn0028695	FBgn0029155	FBgn0029894
FBgn0028707	FBgn0029157	FBgn0029898
FBgn0028708	FBgn0029161	FBgn0029899
FBgn0028717	FBgn0029167	FBgn0029906
FBgn0028789	FBgn0029173	FBgn0029912
FBgn0028847	FBgn0029503	FBgn0029914
FBgn0028852	FBgn0029512	FBgn0029924
FBgn0028853	FBgn0029531	FBgn0029925
FBgn0028858	FBgn0029552	FBgn0029928
FBgn0028862	FBgn0029594	FBgn0029929

FBgn0029932	FBgn0030092	FBgn0030292
FBgn0029935	FBgn0030096	FBgn0030293
FBgn0029936	FBgn0030097	FBgn0030294
FBgn0029937	FBgn0030098	FBgn0030301
FBgn0029950	FBgn0030099	FBgn0030305
FBgn0029951	FBgn0030101	FBgn0030318
FBgn0029959	FBgn0030102	FBgn0030320
FBgn0029963	FBgn0030109	FBgn0030321
FBgn0029970	FBgn0030116	FBgn0030323
FBgn0029974	FBgn0030121	FBgn0030326
FBgn0029975	FBgn0030141	FBgn0030327
FBgn0029986	FBgn0030151	FBgn0030330
FBgn0029987	FBgn0030156	FBgn0030331
FBgn0029992	FBgn0030157	FBgn0030336
FBgn0029994	FBgn0030160	FBgn0030339
FBgn0029997	FBgn0030161	FBgn0030340
FBgn0029999	FBgn0030162	FBgn0030341
FBgn0030001	FBgn0030167	FBgn0030342
FBgn0030008	FBgn0030170	FBgn0030345
FBgn0030011	FBgn0030177	FBgn0030349
FBgn0030012	FBgn0030178	FBgn0030350
FBgn0030013	FBgn0030183	FBgn0030354
FBgn0030017	FBgn0030189	FBgn0030359
FBgn0030026	FBgn0030191	FBgn0030360
FBgn0030027	FBgn0030196	FBgn0030361
FBgn0030033	FBgn0030204	FBgn0030364
FBgn0030034	FBgn0030206	FBgn0030365
FBgn0030038	FBgn0030208	FBgn0030366
FBgn0030039	FBgn0030218	FBgn0030369
FBgn0030048	FBgn0030222	FBgn0030391
FBgn0030049	FBgn0030228	FBgn0030394
FBgn0030050	FBgn0030230	FBgn0030395
FBgn0030052	FBgn0030239	FBgn0030396
FBgn0030053	FBgn0030240	FBgn0030400
FBgn0030055	FBgn0030242	FBgn0030403
FBgn0030056	FBgn0030243	FBgn0030408
FBgn0030060	FBgn0030246	FBgn0030411
FBgn0030061	FBgn0030257	FBgn0030418
FBgn0030063	FBgn0030258	FBgn0030420
FBgn0030065	FBgn0030259	FBgn0030421
FBgn0030066	FBgn0030260	FBgn0030431
FBgn0030067	FBgn0030266	FBgn0030432
FBgn0030077	FBgn0030269	FBgn0030434
FBgn0030081	FBgn0030271	FBgn0030435
FBgn0030086	FBgn0030274	FBgn0030437
FBgn0030087	FBgn0030286	FBgn0030439
FBgn0030088	FBgn0030289	FBgn0030447
FBgn0030091	FBgn0030291	FBgn0030452

FBgn0030457	FBgn0030660	FBgn0030841
FBgn0030460	FBgn0030662	FBgn0030847
FBgn0030465	FBgn0030663	FBgn0030850
FBgn0030466	FBgn0030665	FBgn0030851
FBgn0030467	FBgn0030666	FBgn0030852
FBgn0030474	FBgn0030667	FBgn0030855
FBgn0030478	FBgn0030669	FBgn0030858
FBgn0030480	FBgn0030670	FBgn0030859
FBgn0030484	FBgn0030671	FBgn0030870
FBgn0030485	FBgn0030674	FBgn0030871
FBgn0030494	FBgn0030676	FBgn0030872
FBgn0030495	FBgn0030680	FBgn0030873
FBgn0030504	FBgn0030683	FBgn0030876
FBgn0030506	FBgn0030692	FBgn0030884
FBgn0030510	FBgn0030693	FBgn0030893
FBgn0030511	FBgn0030697	FBgn0030895
FBgn0030512	FBgn0030699	FBgn0030912
FBgn0030514	FBgn0030703	FBgn0030915
FBgn0030539	FBgn0030707	FBgn0030926
FBgn0030543	FBgn0030710	FBgn0030940
FBgn0030544	FBgn0030711	FBgn0030941
FBgn0030545	FBgn0030717	FBgn0030951
FBgn0030552	FBgn0030718	FBgn0030952
FBgn0030554	FBgn0030720	FBgn0030954
FBgn0030555	FBgn0030721	FBgn0030955
FBgn0030556	FBgn0030722	FBgn0030963
FBgn0030558	FBgn0030724	FBgn0030964
FBgn0030562	FBgn0030735	FBgn0030969
FBgn0030569	FBgn0030738	FBgn0030973
FBgn0030578	FBgn0030739	FBgn0030974
FBgn0030581	FBgn0030740	FBgn0030975
FBgn0030599	FBgn0030742	FBgn0030981
FBgn0030605	FBgn0030743	FBgn0030984
FBgn0030607	FBgn0030744	FBgn0030985
FBgn0030611	FBgn0030749	FBgn0030993
FBgn0030613	FBgn0030759	FBgn0030995
FBgn0030615	FBgn0030761	FBgn0030998
FBgn0030617	FBgn0030766	FBgn0031000
FBgn0030625	FBgn0030769	FBgn0031001
FBgn0030630	FBgn0030778	FBgn0031002
FBgn0030631	FBgn0030780	FBgn0031003
FBgn0030634	FBgn0030788	FBgn0031005
FBgn0030647	FBgn0030805	FBgn0031006
FBgn0030648	FBgn0030812	FBgn0031011
FBgn0030654	FBgn0030823	FBgn0031012
FBgn0030655	FBgn0030830	FBgn0031026
FBgn0030657	FBgn0030836	FBgn0031030
FBgn0030659	FBgn0030838	FBgn0031034

FBgn0031036	FBgn0031253	FBgn0031430
FBgn0031042	FBgn0031254	FBgn0031431
FBgn0031043	FBgn0031256	FBgn0031432
FBgn0031044	FBgn0031257	FBgn0031435
FBgn0031048	FBgn0031258	FBgn0031437
FBgn0031049	FBgn0031260	FBgn0031441
FBgn0031050	FBgn0031266	FBgn0031443
FBgn0031052	FBgn0031268	FBgn0031450
FBgn0031053	FBgn0031270	FBgn0031456
FBgn0031055	FBgn0031273	FBgn0031458
FBgn0031060	FBgn0031279	FBgn0031459
FBgn0031062	FBgn0031285	FBgn0031461
FBgn0031065	FBgn0031287	FBgn0031462
FBgn0031068	FBgn0031292	FBgn0031464
FBgn0031069	FBgn0031299	FBgn0031466
FBgn0031070	FBgn0031305	FBgn0031468
FBgn0031077	FBgn0031306	FBgn0031472
FBgn0031080	FBgn0031307	FBgn0031473
FBgn0031081	FBgn0031314	FBgn0031474
FBgn0031088	FBgn0031315	FBgn0031488
FBgn0031089	FBgn0031318	FBgn0031489
FBgn0031093	FBgn0031319	FBgn0031491
FBgn0031098	FBgn0031321	FBgn0031493
FBgn0031100	FBgn0031322	FBgn0031497
FBgn0031108	FBgn0031324	FBgn0031498
FBgn0031110	FBgn0031332	FBgn0031505
FBgn0031115	FBgn0031335	FBgn0031513
FBgn0031117	FBgn0031343	FBgn0031514
FBgn0031126	FBgn0031356	FBgn0031515
FBgn0031128	FBgn0031359	FBgn0031516
FBgn0031130	FBgn0031373	FBgn0031518
FBgn0031143	FBgn0031375	FBgn0031520
FBgn0031145	FBgn0031377	FBgn0031522
FBgn0031148	FBgn0031390	FBgn0031526
FBgn0031161	FBgn0031391	FBgn0031529
FBgn0031163	FBgn0031395	FBgn0031530
FBgn0031170	FBgn0031397	FBgn0031534
FBgn0031171	FBgn0031398	FBgn0031540
FBgn0031190	FBgn0031401	FBgn0031542
FBgn0031208	FBgn0031403	FBgn0031544
FBgn0031209	FBgn0031407	FBgn0031545
FBgn0031213	FBgn0031409	FBgn0031547
FBgn0031216	FBgn0031413	FBgn0031562
FBgn0031232	FBgn0031414	FBgn0031568
FBgn0031233	FBgn0031419	FBgn0031574
FBgn0031238	FBgn0031423	FBgn0031579
FBgn0031245	FBgn0031424	FBgn0031585
FBgn0031251	FBgn0031426	FBgn0031590

FBgn0031592	FBgn0031759	FBgn0031930
FBgn0031596	FBgn0031760	FBgn0031935
FBgn0031597	FBgn0031762	FBgn0031939
FBgn0031598	FBgn0031765	FBgn0031940
FBgn0031602	FBgn0031769	FBgn0031945
FBgn0031606	FBgn0031770	FBgn0031951
FBgn0031607	FBgn0031771	FBgn0031954
FBgn0031608	FBgn0031779	FBgn0031959
FBgn0031620	FBgn0031800	FBgn0031968
FBgn0031626	FBgn0031801	FBgn0031969
FBgn0031630	FBgn0031811	FBgn0031971
FBgn0031632	FBgn0031818	FBgn0031972
FBgn0031633	FBgn0031820	FBgn0031985
FBgn0031635	FBgn0031826	FBgn0031987
FBgn0031636	FBgn0031836	FBgn0031988
FBgn0031640	FBgn0031837	FBgn0031995
FBgn0031643	FBgn0031842	FBgn0031996
FBgn0031645	FBgn0031849	FBgn0031999
FBgn0031646	FBgn0031850	FBgn0032000
FBgn0031649	FBgn0031855	FBgn0032002
FBgn0031655	FBgn0031858	FBgn0032005
FBgn0031660	FBgn0031860	FBgn0032006
FBgn0031661	FBgn0031861	FBgn0032010
FBgn0031664	FBgn0031865	FBgn0032013
FBgn0031673	FBgn0031866	FBgn0032015
FBgn0031677	FBgn0031868	FBgn0032022
FBgn0031678	FBgn0031871	FBgn0032023
FBgn0031683	FBgn0031872	FBgn0032026
FBgn0031690	FBgn0031875	FBgn0032032
FBgn0031697	FBgn0031879	FBgn0032033
FBgn0031698	FBgn0031883	FBgn0032034
FBgn0031700	FBgn0031885	FBgn0032039
FBgn0031702	FBgn0031887	FBgn0032048
FBgn0031703	FBgn0031893	FBgn0032054
FBgn0031710	FBgn0031894	FBgn0032055
FBgn0031716	FBgn0031895	FBgn0032057
FBgn0031717	FBgn0031897	FBgn0032058
FBgn0031725	FBgn0031900	FBgn0032059
FBgn0031726	FBgn0031902	FBgn0032065
FBgn0031728	FBgn0031903	FBgn0032066
FBgn0031730	FBgn0031904	FBgn0032072
FBgn0031732	FBgn0031905	FBgn0032079
FBgn0031736	FBgn0031906	FBgn0032080
FBgn0031737	FBgn0031909	FBgn0032084
FBgn0031739	FBgn0031910	FBgn0032090
FBgn0031745	FBgn0031914	FBgn0032095
FBgn0031747	FBgn0031918	FBgn0032096
FBgn0031757	FBgn0031925	FBgn0032100

FBgn0032101	FBgn0032321	FBgn0032523
FBgn0032109	FBgn0032337	FBgn0032563
FBgn0032124	FBgn0032338	FBgn0032582
FBgn0032125	FBgn0032339	FBgn0032585
FBgn0032130	FBgn0032341	FBgn0032587
FBgn0032131	FBgn0032348	FBgn0032598
FBgn0032132	FBgn0032350	FBgn0032601
FBgn0032135	FBgn0032358	FBgn0032609
FBgn0032136	FBgn0032362	FBgn0032614
FBgn0032147	FBgn0032363	FBgn0032625
FBgn0032149	FBgn0032364	FBgn0032633
FBgn0032156	FBgn0032371	FBgn0032634
FBgn0032162	FBgn0032377	FBgn0032636
FBgn0032163	FBgn0032378	FBgn0032637
FBgn0032167	FBgn0032395	FBgn0032640
FBgn0032169	FBgn0032399	FBgn0032642
FBgn0032171	FBgn0032405	FBgn0032644
FBgn0032172	FBgn0032406	FBgn0032648
FBgn0032175	FBgn0032407	FBgn0032649
FBgn0032176	FBgn0032409	FBgn0032651
FBgn0032189	FBgn0032414	FBgn0032660
FBgn0032194	FBgn0032415	FBgn0032666
FBgn0032197	FBgn0032420	FBgn0032670
FBgn0032200	FBgn0032428	FBgn0032677
FBgn0032204	FBgn0032429	FBgn0032681
FBgn0032208	FBgn0032433	FBgn0032683
FBgn0032211	FBgn0032436	FBgn0032684
FBgn0032213	FBgn0032439	FBgn0032685
FBgn0032215	FBgn0032449	FBgn0032699
FBgn0032217	FBgn0032451	FBgn0032703
FBgn0032218	FBgn0032454	FBgn0032704
FBgn0032221	FBgn0032456	FBgn0032705
FBgn0032230	FBgn0032464	FBgn0032709
FBgn0032234	FBgn0032467	FBgn0032715
FBgn0032236	FBgn0032475	FBgn0032728
FBgn0032251	FBgn0032476	FBgn0032729
FBgn0032252	FBgn0032477	FBgn0032731
FBgn0032256	FBgn0032480	FBgn0032741
FBgn0032265	FBgn0032484	FBgn0032748
FBgn0032271	FBgn0032487	FBgn0032750
FBgn0032280	FBgn0032493	FBgn0032752
FBgn0032281	FBgn0032494	FBgn0032768
FBgn0032284	FBgn0032495	FBgn0032770
FBgn0032285	FBgn0032499	FBgn0032771
FBgn0032291	FBgn0032511	FBgn0032775
FBgn0032295	FBgn0032515	FBgn0032780
FBgn0032296	FBgn0032516	FBgn0032781
FBgn0032314	FBgn0032521	FBgn0032782

FBgn0032787	FBgn0033010	FBgn0033204
FBgn0032788	FBgn0033020	FBgn0033205
FBgn0032796	FBgn0033021	FBgn0033207
FBgn0032797	FBgn0033028	FBgn0033209
FBgn0032798	FBgn0033029	FBgn0033210
FBgn0032804	FBgn0033031	FBgn0033214
FBgn0032810	FBgn0033032	FBgn0033221
FBgn0032814	FBgn0033038	FBgn0033226
FBgn0032816	FBgn0033048	FBgn0033233
FBgn0032817	FBgn0033050	FBgn0033234
FBgn0032819	FBgn0033051	FBgn0033235
FBgn0032820	FBgn0033052	FBgn0033236
FBgn0032821	FBgn0033054	FBgn0033246
FBgn0032833	FBgn0033055	FBgn0033248
FBgn0032836	FBgn0033058	FBgn0033249
FBgn0032839	FBgn0033060	FBgn0033257
FBgn0032848	FBgn0033067	FBgn0033259
FBgn0032850	FBgn0033069	FBgn0033261
FBgn0032851	FBgn0033085	FBgn0033265
FBgn0032869	FBgn0033088	FBgn0033268
FBgn0032870	FBgn0033092	FBgn0033271
FBgn0032876	FBgn0033108	FBgn0033273
FBgn0032879	FBgn0033121	FBgn0033277
FBgn0032886	FBgn0033124	FBgn0033289
FBgn0032888	FBgn0033127	FBgn0033292
FBgn0032891	FBgn0033128	FBgn0033294
FBgn0032895	FBgn0033129	FBgn0033301
FBgn0032907	FBgn0033130	FBgn0033302
FBgn0032910	FBgn0033132	FBgn0033303
FBgn0032913	FBgn0033135	FBgn0033304
FBgn0032914	FBgn0033137	FBgn0033307
FBgn0032919	FBgn0033141	FBgn0033309
FBgn0032935	FBgn0033145	FBgn0033310
FBgn0032938	FBgn0033153	FBgn0033316
FBgn0032940	FBgn0033159	FBgn0033322
FBgn0032943	FBgn0033160	FBgn0033323
FBgn0032945	FBgn0033166	FBgn0033326
FBgn0032946	FBgn0033167	FBgn0033330
FBgn0032961	FBgn0033170	FBgn0033337
FBgn0032965	FBgn0033177	FBgn0033339
FBgn0032966	FBgn0033178	FBgn0033340
FBgn0032969	FBgn0033183	FBgn0033347
FBgn0032974	FBgn0033185	FBgn0033349
FBgn0032979	FBgn0033192	FBgn0033350
FBgn0032981	FBgn0033194	FBgn0033351
FBgn0032988	FBgn0033195	FBgn0033352
FBgn0032997	FBgn0033196	FBgn0033354
FBgn0033005	FBgn0033199	FBgn0033359

FBgn0033364	FBgn0033624	FBgn0033879
FBgn0033365	FBgn0033629	FBgn0033885
FBgn0033367	FBgn0033633	FBgn0033887
FBgn0033368	FBgn0033635	FBgn0033891
FBgn0033374	FBgn0033657	FBgn0033897
FBgn0033376	FBgn0033661	FBgn0033903
FBgn0033379	FBgn0033667	FBgn0033913
FBgn0033380	FBgn0033672	FBgn0033917
FBgn0033382	FBgn0033677	FBgn0033932
FBgn0033387	FBgn0033685	FBgn0033948
FBgn0033388	FBgn0033686	FBgn0033949
FBgn0033392	FBgn0033688	FBgn0033952
FBgn0033412	FBgn0033692	FBgn0033953
FBgn0033413	FBgn0033703	FBgn0033955
FBgn0033439	FBgn0033713	FBgn0033958
FBgn0033447	FBgn0033720	FBgn0033960
FBgn0033460	FBgn0033721	FBgn0033961
FBgn0033464	FBgn0033724	FBgn0033963
FBgn0033465	FBgn0033728	FBgn0033971
FBgn0033469	FBgn0033729	FBgn0033981
FBgn0033479	FBgn0033730	FBgn0033982
FBgn0033482	FBgn0033731	FBgn0033984
FBgn0033484	FBgn0033739	FBgn0033987
FBgn0033485	FBgn0033740	FBgn0033994
FBgn0033500	FBgn0033742	FBgn0033996
FBgn0033502	FBgn0033748	FBgn0033998
FBgn0033507	FBgn0033749	FBgn0034005
FBgn0033520	FBgn0033766	FBgn0034008
FBgn0033521	FBgn0033767	FBgn0034009
FBgn0033526	FBgn0033769	FBgn0034010
FBgn0033527	FBgn0033775	FBgn0034022
FBgn0033528	FBgn0033783	FBgn0034029
FBgn0033543	FBgn0033784	FBgn0034031
FBgn0033551	FBgn0033794	FBgn0034035
FBgn0033555	FBgn0033810	FBgn0034049
FBgn0033564	FBgn0033814	FBgn0034050
FBgn0033566	FBgn0033817	FBgn0034058
FBgn0033570	FBgn0033821	FBgn0034061
FBgn0033571	FBgn0033826	FBgn0034068
FBgn0033579	FBgn0033827	FBgn0034071
FBgn0033584	FBgn0033845	FBgn0034073
FBgn0033593	FBgn0033856	FBgn0034075
FBgn0033597	FBgn0033861	FBgn0034081
FBgn0033599	FBgn0033867	FBgn0034083
FBgn0033601	FBgn0033869	FBgn0034084
FBgn0033602	FBgn0033871	FBgn0034085
FBgn0033605	FBgn0033872	FBgn0034086
FBgn0033615	FBgn0033876	FBgn0034087

FBgn0034091	FBgn0034258	FBgn0034418
FBgn0034093	FBgn0034259	FBgn0034420
FBgn0034098	FBgn0034261	FBgn0034422
FBgn0034104	FBgn0034262	FBgn0034423
FBgn0034105	FBgn0034264	FBgn0034426
FBgn0034109	FBgn0034270	FBgn0034430
FBgn0034114	FBgn0034271	FBgn0034432
FBgn0034117	FBgn0034275	FBgn0034433
FBgn0034120	FBgn0034276	FBgn0034436
FBgn0034121	FBgn0034277	FBgn0034439
FBgn0034133	FBgn0034286	FBgn0034440
FBgn0034135	FBgn0034295	FBgn0034441
FBgn0034137	FBgn0034299	FBgn0034446
FBgn0034139	FBgn0034300	FBgn0034457
FBgn0034140	FBgn0034301	FBgn0034462
FBgn0034141	FBgn0034304	FBgn0034467
FBgn0034142	FBgn0034307	FBgn0034468
FBgn0034145	FBgn0034308	FBgn0034471
FBgn0034151	FBgn0034312	FBgn0034472
FBgn0034157	FBgn0034313	FBgn0034473
FBgn0034158	FBgn0034314	FBgn0034475
FBgn0034159	FBgn0034315	FBgn0034476
FBgn0034173	FBgn0034328	FBgn0034477
FBgn0034175	FBgn0034329	FBgn0034479
FBgn0034179	FBgn0034331	FBgn0034483
FBgn0034181	FBgn0034335	FBgn0034484
FBgn0034182	FBgn0034346	FBgn0034487
FBgn0034183	FBgn0034351	FBgn0034489
FBgn0034184	FBgn0034354	FBgn0034490
FBgn0034187	FBgn0034361	FBgn0034491
FBgn0034194	FBgn0034362	FBgn0034498
FBgn0034196	FBgn0034366	FBgn0034500
FBgn0034197	FBgn0034368	FBgn0034501
FBgn0034202	FBgn0034371	FBgn0034507
FBgn0034210	FBgn0034379	FBgn0034509
FBgn0034217	FBgn0034380	FBgn0034511
FBgn0034219	FBgn0034387	FBgn0034512
FBgn0034221	FBgn0034391	FBgn0034513
FBgn0034229	FBgn0034392	FBgn0034521
FBgn0034230	FBgn0034394	FBgn0034528
FBgn0034231	FBgn0034396	FBgn0034537
FBgn0034232	FBgn0034398	FBgn0034542
FBgn0034237	FBgn0034399	FBgn0034543
FBgn0034240	FBgn0034401	FBgn0034552
FBgn0034243	FBgn0034405	FBgn0034554
FBgn0034245	FBgn0034415	FBgn0034558
FBgn0034248	FBgn0034416	FBgn0034563
FBgn0034249	FBgn0034417	FBgn0034567

FBgn0034569	FBgn0034740	FBgn0034964
FBgn0034570	FBgn0034742	FBgn0034967
FBgn0034577	FBgn0034761	FBgn0034971
FBgn0034579	FBgn0034763	FBgn0034972
FBgn0034582	FBgn0034783	FBgn0034973
FBgn0034585	FBgn0034784	FBgn0034975
FBgn0034590	FBgn0034786	FBgn0034976
FBgn0034592	FBgn0034788	FBgn0034978
FBgn0034598	FBgn0034789	FBgn0034985
FBgn0034602	FBgn0034796	FBgn0034988
FBgn0034612	FBgn0034797	FBgn0034990
FBgn0034618	FBgn0034800	FBgn0034997
FBgn0034622	FBgn0034803	FBgn0034998
FBgn0034623	FBgn0034804	FBgn0035001
FBgn0034624	FBgn0034814	FBgn0035006
FBgn0034628	FBgn0034826	FBgn0035010
FBgn0034642	FBgn0034827	FBgn0035021
FBgn0034643	FBgn0034838	FBgn0035024
FBgn0034645	FBgn0034839	FBgn0035026
FBgn0034647	FBgn0034841	FBgn0035028
FBgn0034650	FBgn0034842	FBgn0035033
FBgn0034654	FBgn0034844	FBgn0035035
FBgn0034657	FBgn0034850	FBgn0035036
FBgn0034659	FBgn0034854	FBgn0035044
FBgn0034660	FBgn0034859	FBgn0035046
FBgn0034662	FBgn0034861	FBgn0035047
FBgn0034667	FBgn0034871	FBgn0035049
FBgn0034670	FBgn0034876	FBgn0035056
FBgn0034684	FBgn0034878	FBgn0035059
FBgn0034688	FBgn0034879	FBgn0035070
FBgn0034689	FBgn0034883	FBgn0035083
FBgn0034693	FBgn0034893	FBgn0035084
FBgn0034705	FBgn0034894	FBgn0035089
FBgn0034709	FBgn0034899	FBgn0035090
FBgn0034710	FBgn0034901	FBgn0035091
FBgn0034711	FBgn0034902	FBgn0035092
FBgn0034713	FBgn0034909	FBgn0035099
FBgn0034716	FBgn0034913	FBgn0035102
FBgn0034722	FBgn0034914	FBgn0035103
FBgn0034723	FBgn0034933	FBgn0035106
FBgn0034724	FBgn0034936	FBgn0035110
FBgn0034725	FBgn0034938	FBgn0035111
FBgn0034726	FBgn0034943	FBgn0035113
FBgn0034728	FBgn0034945	FBgn0035122
FBgn0034731	FBgn0034946	FBgn0035137
FBgn0034734	FBgn0034948	FBgn0035144
FBgn0034735	FBgn0034950	FBgn0035146
FBgn0034739	FBgn0034951	FBgn0035147

FBgn0035149	FBgn0035409	FBgn0035587
FBgn0035161	FBgn0035416	FBgn0035604
FBgn0035162	FBgn0035420	FBgn0035608
FBgn0035171	FBgn0035424	FBgn0035611
FBgn0035181	FBgn0035425	FBgn0035612
FBgn0035195	FBgn0035426	FBgn0035620
FBgn0035196	FBgn0035428	FBgn0035626
FBgn0035206	FBgn0035429	FBgn0035636
FBgn0035207	FBgn0035430	FBgn0035639
FBgn0035211	FBgn0035432	FBgn0035641
FBgn0035213	FBgn0035434	FBgn0035642
FBgn0035227	FBgn0035437	FBgn0035644
FBgn0035231	FBgn0035444	FBgn0035645
FBgn0035232	FBgn0035449	FBgn0035647
FBgn0035237	FBgn0035452	FBgn0035648
FBgn0035238	FBgn0035464	FBgn0035656
FBgn0035245	FBgn0035468	FBgn0035661
FBgn0035247	FBgn0035471	FBgn0035663
FBgn0035264	FBgn0035475	FBgn0035674
FBgn0035265	FBgn0035477	FBgn0035675
FBgn0035266	FBgn0035479	FBgn0035677
FBgn0035267	FBgn0035480	FBgn0035688
FBgn0035270	FBgn0035482	FBgn0035689
FBgn0035272	FBgn0035484	FBgn0035690
FBgn0035273	FBgn0035490	FBgn0035694
FBgn0035280	FBgn0035496	FBgn0035695
FBgn0035290	FBgn0035497	FBgn0035696
FBgn0035293	FBgn0035498	FBgn0035699
FBgn0035299	FBgn0035501	FBgn0035702
FBgn0035308	FBgn0035520	FBgn0035703
FBgn0035311	FBgn0035521	FBgn0035704
FBgn0035315	FBgn0035526	FBgn0035707
FBgn0035317	FBgn0035529	FBgn0035710
FBgn0035318	FBgn0035534	FBgn0035711
FBgn0035323	FBgn0035539	FBgn0035714
FBgn0035328	FBgn0035543	FBgn0035715
FBgn0035334	FBgn0035544	FBgn0035725
FBgn0035335	FBgn0035545	FBgn0035727
FBgn0035336	FBgn0035550	FBgn0035733
FBgn0035337	FBgn0035551	FBgn0035737
FBgn0035358	FBgn0035553	FBgn0035751
FBgn0035360	FBgn0035557	FBgn0035753
FBgn0035375	FBgn0035568	FBgn0035754
FBgn0035384	FBgn0035575	FBgn0035755
FBgn0035385	FBgn0035577	FBgn0035762
FBgn0035390	FBgn0035578	FBgn0035763
FBgn0035392	FBgn0035581	FBgn0035766
FBgn0035401	FBgn0035582	FBgn0035767

FBgn0035769	FBgn0035995	FBgn0036170
FBgn0035777	FBgn0035999	FBgn0036181
FBgn0035780	FBgn0036004	FBgn0036186
FBgn0035785	FBgn0036007	FBgn0036188
FBgn0035793	FBgn0036009	FBgn0036193
FBgn0035797	FBgn0036015	FBgn0036194
FBgn0035798	FBgn0036017	FBgn0036195
FBgn0035823	FBgn0036019	FBgn0036198
FBgn0035830	FBgn0036020	FBgn0036199
FBgn0035845	FBgn0036028	FBgn0036203
FBgn0035848	FBgn0036030	FBgn0036204
FBgn0035849	FBgn0036036	FBgn0036206
FBgn0035850	FBgn0036039	FBgn0036207
FBgn0035855	FBgn0036040	FBgn0036210
FBgn0035857	FBgn0036043	FBgn0036213
FBgn0035861	FBgn0036044	FBgn0036224
FBgn0035866	FBgn0036052	FBgn0036226
FBgn0035872	FBgn0036053	FBgn0036227
FBgn0035876	FBgn0036062	FBgn0036228
FBgn0035878	FBgn0036075	FBgn0036236
FBgn0035880	FBgn0036082	FBgn0036237
FBgn0035888	FBgn0036083	FBgn0036239
FBgn0035903	FBgn0036089	FBgn0036240
FBgn0035904	FBgn0036096	FBgn0036248
FBgn0035916	FBgn0036099	FBgn0036249
FBgn0035921	FBgn0036101	FBgn0036254
FBgn0035934	FBgn0036102	FBgn0036257
FBgn0035943	FBgn0036105	FBgn0036260
FBgn0035945	FBgn0036109	FBgn0036262
FBgn0035947	FBgn0036112	FBgn0036266
FBgn0035952	FBgn0036116	FBgn0036271
FBgn0035953	FBgn0036124	FBgn0036272
FBgn0035955	FBgn0036131	FBgn0036289
FBgn0035956	FBgn0036133	FBgn0036290
FBgn0035957	FBgn0036141	FBgn0036291
FBgn0035959	FBgn0036142	FBgn0036294
FBgn0035960	FBgn0036144	FBgn0036298
FBgn0035965	FBgn0036147	FBgn0036299
FBgn0035968	FBgn0036150	FBgn0036300
FBgn0035969	FBgn0036152	FBgn0036301
FBgn0035971	FBgn0036153	FBgn0036305
FBgn0035975	FBgn0036154	FBgn0036311
FBgn0035977	FBgn0036155	FBgn0036316
FBgn0035978	FBgn0036156	FBgn0036319
FBgn0035981	FBgn0036157	FBgn0036320
FBgn0035982	FBgn0036158	FBgn0036321
FBgn0035987	FBgn0036159	FBgn0036323
FBgn0035989	FBgn0036160	FBgn0036325

FBgn0036328	FBgn0036490	FBgn0036668
FBgn0036332	FBgn0036491	FBgn0036671
FBgn0036333	FBgn0036493	FBgn0036677
FBgn0036335	FBgn0036494	FBgn0036679
FBgn0036336	FBgn0036498	FBgn0036680
FBgn0036337	FBgn0036500	FBgn0036684
FBgn0036340	FBgn0036502	FBgn0036687
FBgn0036341	FBgn0036509	FBgn0036690
FBgn0036342	FBgn0036510	FBgn0036698
FBgn0036343	FBgn0036514	FBgn0036702
FBgn0036345	FBgn0036516	FBgn0036706
FBgn0036346	FBgn0036518	FBgn0036708
FBgn0036348	FBgn0036519	FBgn0036710
FBgn0036350	FBgn0036528	FBgn0036716
FBgn0036352	FBgn0036537	FBgn0036726
FBgn0036353	FBgn0036538	FBgn0036730
FBgn0036354	FBgn0036545	FBgn0036740
FBgn0036356	FBgn0036546	FBgn0036741
FBgn0036359	FBgn0036547	FBgn0036751
FBgn0036360	FBgn0036549	FBgn0036756
FBgn0036361	FBgn0036560	FBgn0036757
FBgn0036364	FBgn0036563	FBgn0036759
FBgn0036365	FBgn0036565	FBgn0036761
FBgn0036368	FBgn0036566	FBgn0036764
FBgn0036369	FBgn0036568	FBgn0036765
FBgn0036376	FBgn0036571	FBgn0036772
FBgn0036380	FBgn0036574	FBgn0036775
FBgn0036386	FBgn0036575	FBgn0036778
FBgn0036391	FBgn0036580	FBgn0036781
FBgn0036402	FBgn0036581	FBgn0036782
FBgn0036405	FBgn0036583	FBgn0036783
FBgn0036406	FBgn0036586	FBgn0036786
FBgn0036411	FBgn0036589	FBgn0036787
FBgn0036414	FBgn0036590	FBgn0036789
FBgn0036416	FBgn0036591	FBgn0036805
FBgn0036421	FBgn0036599	FBgn0036808
FBgn0036422	FBgn0036603	FBgn0036809
FBgn0036423	FBgn0036612	FBgn0036814
FBgn0036433	FBgn0036617	FBgn0036816
FBgn0036450	FBgn0036619	FBgn0036818
FBgn0036454	FBgn0036622	FBgn0036819
FBgn0036459	FBgn0036623	FBgn0036820
FBgn0036461	FBgn0036624	FBgn0036824
FBgn0036479	FBgn0036638	FBgn0036826
FBgn0036480	FBgn0036652	FBgn0036827
FBgn0036483	FBgn0036656	FBgn0036835
FBgn0036485	FBgn0036663	FBgn0036842
FBgn0036486	FBgn0036666	FBgn0036847

FBgn0036848	FBgn0037018	FBgn0037150
FBgn0036859	FBgn0037020	FBgn0037162
FBgn0036860	FBgn0037022	FBgn0037163
FBgn0036862	FBgn0037023	FBgn0037164
FBgn0036870	FBgn0037024	FBgn0037166
FBgn0036876	FBgn0037025	FBgn0037169
FBgn0036877	FBgn0037027	FBgn0037174
FBgn0036879	FBgn0037031	FBgn0037176
FBgn0036886	FBgn0037039	FBgn0037179
FBgn0036887	FBgn0037040	FBgn0037184
FBgn0036888	FBgn0037045	FBgn0037185
FBgn0036890	FBgn0037051	FBgn0037200
FBgn0036892	FBgn0037057	FBgn0037202
FBgn0036893	FBgn0037059	FBgn0037203
FBgn0036896	FBgn0037060	FBgn0037205
FBgn0036899	FBgn0037063	FBgn0037206
FBgn0036900	FBgn0037064	FBgn0037207
FBgn0036909	FBgn0037065	FBgn0037215
FBgn0036910	FBgn0037068	FBgn0037220
FBgn0036911	FBgn0037073	FBgn0037222
FBgn0036913	FBgn0037074	FBgn0037223
FBgn0036916	FBgn0037078	FBgn0037228
FBgn0036920	FBgn0037081	FBgn0037229
FBgn0036922	FBgn0037082	FBgn0037232
FBgn0036925	FBgn0037083	FBgn0037234
FBgn0036928	FBgn0037084	FBgn0037236
FBgn0036929	FBgn0037085	FBgn0037238
FBgn0036931	FBgn0037087	FBgn0037239
FBgn0036935	FBgn0037093	FBgn0037242
FBgn0036938	FBgn0037098	FBgn0037248
FBgn0036942	FBgn0037099	FBgn0037250
FBgn0036951	FBgn0037101	FBgn0037252
FBgn0036953	FBgn0037105	FBgn0037254
FBgn0036959	FBgn0037107	FBgn0037261
FBgn0036964	FBgn0037109	FBgn0037265
FBgn0036969	FBgn0037110	FBgn0037270
FBgn0036985	FBgn0037120	FBgn0037275
FBgn0036992	FBgn0037123	FBgn0037276
FBgn0036994	FBgn0037126	FBgn0037279
FBgn0036995	FBgn0037127	FBgn0037280
FBgn0037008	FBgn0037128	FBgn0037282
FBgn0037009	FBgn0037135	FBgn0037288
FBgn0037010	FBgn0037137	FBgn0037291
FBgn0037011	FBgn0037138	FBgn0037293
FBgn0037012	FBgn0037140	FBgn0037295
FBgn0037014	FBgn0037141	FBgn0037296
FBgn0037015	FBgn0037144	FBgn0037297
FBgn0037017	FBgn0037147	FBgn0037301

FBgn0037312	FBgn0037464	FBgn0037623
FBgn0037313	FBgn0037466	FBgn0037626
FBgn0037317	FBgn0037473	FBgn0037632
FBgn0037332	FBgn0037475	FBgn0037635
FBgn0037336	FBgn0037478	FBgn0037637
FBgn0037340	FBgn0037487	FBgn0037644
FBgn0037341	FBgn0037488	FBgn0037645
FBgn0037342	FBgn0037489	FBgn0037646
FBgn0037354	FBgn0037490	FBgn0037652
FBgn0037358	FBgn0037491	FBgn0037653
FBgn0037360	FBgn0037498	FBgn0037654
FBgn0037363	FBgn0037502	FBgn0037655
FBgn0037368	FBgn0037503	FBgn0037656
FBgn0037369	FBgn0037515	FBgn0037664
FBgn0037370	FBgn0037516	FBgn0037665
FBgn0037374	FBgn0037518	FBgn0037671
FBgn0037375	FBgn0037521	FBgn0037672
FBgn0037376	FBgn0037526	FBgn0037678
FBgn0037378	FBgn0037529	FBgn0037683
FBgn0037379	FBgn0037531	FBgn0037684
FBgn0037382	FBgn0037533	FBgn0037690
FBgn0037383	FBgn0037534	FBgn0037697
FBgn0037385	FBgn0037536	FBgn0037700
FBgn0037386	FBgn0037537	FBgn0037702
FBgn0037388	FBgn0037538	FBgn0037705
FBgn0037389	FBgn0037541	FBgn0037717
FBgn0037391	FBgn0037547	FBgn0037718
FBgn0037395	FBgn0037548	FBgn0037720
FBgn0037396	FBgn0037549	FBgn0037722
FBgn0037402	FBgn0037550	FBgn0037726
FBgn0037411	FBgn0037554	FBgn0037727
FBgn0037413	FBgn0037555	FBgn0037730
FBgn0037418	FBgn0037556	FBgn0037736
FBgn0037420	FBgn0037560	FBgn0037742
FBgn0037421	FBgn0037562	FBgn0037746
FBgn0037424	FBgn0037563	FBgn0037754
FBgn0037430	FBgn0037570	FBgn0037755
FBgn0037432	FBgn0037574	FBgn0037759
FBgn0037435	FBgn0037579	FBgn0037762
FBgn0037436	FBgn0037592	FBgn0037764
FBgn0037439	FBgn0037606	FBgn0037765
FBgn0037440	FBgn0037607	FBgn0037773
FBgn0037442	FBgn0037609	FBgn0037779
FBgn0037445	FBgn0037617	FBgn0037781
FBgn0037446	FBgn0037618	FBgn0037788
FBgn0037456	FBgn0037620	FBgn0037792
FBgn0037462	FBgn0037621	FBgn0037796
FBgn0037463	FBgn0037622	FBgn0037798

FBgn0037801	FBgn0037993	FBgn0038201
FBgn0037802	FBgn0037995	FBgn0038202
FBgn0037811	FBgn0037996	FBgn0038207
FBgn0037814	FBgn0037998	FBgn0038209
FBgn0037817	FBgn0037999	FBgn0038210
FBgn0037827	FBgn0038007	FBgn0038211
FBgn0037828	FBgn0038011	FBgn0038213
FBgn0037832	FBgn0038013	FBgn0038214
FBgn0037834	FBgn0038014	FBgn0038217
FBgn0037837	FBgn0038016	FBgn0038219
FBgn0037843	FBgn0038029	FBgn0038223
FBgn0037844	FBgn0038037	FBgn0038233
FBgn0037846	FBgn0038058	FBgn0038235
FBgn0037847	FBgn0038069	FBgn0038239
FBgn0037852	FBgn0038070	FBgn0038243
FBgn0037853	FBgn0038071	FBgn0038246
FBgn0037870	FBgn0038072	FBgn0038250
FBgn0037875	FBgn0038073	FBgn0038251
FBgn0037876	FBgn0038078	FBgn0038260
FBgn0037877	FBgn0038079	FBgn0038268
FBgn0037878	FBgn0038088	FBgn0038269
FBgn0037879	FBgn0038089	FBgn0038280
FBgn0037885	FBgn0038090	FBgn0038282
FBgn0037894	FBgn0038092	FBgn0038292
FBgn0037895	FBgn0038108	FBgn0038295
FBgn0037901	FBgn0038110	FBgn0038299
FBgn0037910	FBgn0038114	FBgn0038304
FBgn0037911	FBgn0038122	FBgn0038306
FBgn0037915	FBgn0038124	FBgn0038312
FBgn0037918	FBgn0038129	FBgn0038318
FBgn0037924	FBgn0038130	FBgn0038319
FBgn0037926	FBgn0038132	FBgn0038324
FBgn0037930	FBgn0038135	FBgn0038325
FBgn0037933	FBgn0038139	FBgn0038327
FBgn0037936	FBgn0038143	FBgn0038332
FBgn0037942	FBgn0038146	FBgn0038344
FBgn0037958	FBgn0038147	FBgn0038345
FBgn0037963	FBgn0038149	FBgn0038347
FBgn0037970	FBgn0038151	FBgn0038350
FBgn0037972	FBgn0038156	FBgn0038354
FBgn0037973	FBgn0038158	FBgn0038357
FBgn0037974	FBgn0038165	FBgn0038360
FBgn0037975	FBgn0038166	FBgn0038361
FBgn0037976	FBgn0038167	FBgn0038363
FBgn0037979	FBgn0038181	FBgn0038365
FBgn0037981	FBgn0038191	FBgn0038376
FBgn0037987	FBgn0038195	FBgn0038380
FBgn0037988	FBgn0038199	FBgn0038385

FBgn0038388	FBgn0038540	FBgn0038721
FBgn0038391	FBgn0038541	FBgn0038723
FBgn0038396	FBgn0038547	FBgn0038725
FBgn0038397	FBgn0038551	FBgn0038733
FBgn0038401	FBgn0038552	FBgn0038735
FBgn0038402	FBgn0038564	FBgn0038737
FBgn0038404	FBgn0038566	FBgn0038742
FBgn0038405	FBgn0038569	FBgn0038744
FBgn0038407	FBgn0038575	FBgn0038746
FBgn0038412	FBgn0038576	FBgn0038751
FBgn0038419	FBgn0038582	FBgn0038755
FBgn0038422	FBgn0038583	FBgn0038761
FBgn0038427	FBgn0038590	FBgn0038763
FBgn0038431	FBgn0038592	FBgn0038765
FBgn0038435	FBgn0038596	FBgn0038787
FBgn0038438	FBgn0038598	FBgn0038788
FBgn0038439	FBgn0038601	FBgn0038789
FBgn0038446	FBgn0038603	FBgn0038797
FBgn0038449	FBgn0038606	FBgn0038799
FBgn0038450	FBgn0038607	FBgn0038803
FBgn0038451	FBgn0038608	FBgn0038805
FBgn0038453	FBgn0038609	FBgn0038806
FBgn0038454	FBgn0038610	FBgn0038816
FBgn0038455	FBgn0038613	FBgn0038820
FBgn0038462	FBgn0038619	FBgn0038830
FBgn0038463	FBgn0038627	FBgn0038832
FBgn0038466	FBgn0038639	FBgn0038839
FBgn0038470	FBgn0038640	FBgn0038840
FBgn0038471	FBgn0038641	FBgn0038851
FBgn0038472	FBgn0038642	FBgn0038853
FBgn0038473	FBgn0038653	FBgn0038854
FBgn0038475	FBgn0038654	FBgn0038861
FBgn0038479	FBgn0038658	FBgn0038868
FBgn0038481	FBgn0038666	FBgn0038869
FBgn0038482	FBgn0038673	FBgn0038871
FBgn0038484	FBgn0038674	FBgn0038873
FBgn0038486	FBgn0038681	FBgn0038874
FBgn0038487	FBgn0038682	FBgn0038877
FBgn0038488	FBgn0038685	FBgn0038878
FBgn0038498	FBgn0038691	FBgn0038881
FBgn0038499	FBgn0038693	FBgn0038887
FBgn0038509	FBgn0038695	FBgn0038889
FBgn0038511	FBgn0038704	FBgn0038890
FBgn0038512	FBgn0038705	FBgn0038893
FBgn0038524	FBgn0038715	FBgn0038897
FBgn0038526	FBgn0038717	FBgn0038901
FBgn0038532	FBgn0038718	FBgn0038915
FBgn0038535	FBgn0038720	FBgn0038916

FBgn0038917	FBgn0039094	FBgn0039240
FBgn0038922	FBgn0039099	FBgn0039241
FBgn0038926	FBgn0039102	FBgn0039249
FBgn0038929	FBgn0039106	FBgn0039250
FBgn0038930	FBgn0039108	FBgn0039251
FBgn0038944	FBgn0039109	FBgn0039252
FBgn0038945	FBgn0039110	FBgn0039254
FBgn0038950	FBgn0039112	FBgn0039257
FBgn0038951	FBgn0039120	FBgn0039258
FBgn0038953	FBgn0039124	FBgn0039259
FBgn0038956	FBgn0039128	FBgn0039260
FBgn0038959	FBgn0039130	FBgn0039264
FBgn0038961	FBgn0039139	FBgn0039265
FBgn0038964	FBgn0039149	FBgn0039266
FBgn0038967	FBgn0039150	FBgn0039270
FBgn0038972	FBgn0039152	FBgn0039274
FBgn0038974	FBgn0039154	FBgn0039277
FBgn0038978	FBgn0039155	FBgn0039290
FBgn0038984	FBgn0039156	FBgn0039291
FBgn0038986	FBgn0039157	FBgn0039296
FBgn0039003	FBgn0039161	FBgn0039298
FBgn0039006	FBgn0039165	FBgn0039303
FBgn0039008	FBgn0039170	FBgn0039304
FBgn0039010	FBgn0039175	FBgn0039312
FBgn0039013	FBgn0039182	FBgn0039313
FBgn0039016	FBgn0039183	FBgn0039316
FBgn0039028	FBgn0039186	FBgn0039324
FBgn0039029	FBgn0039187	FBgn0039325
FBgn0039038	FBgn0039189	FBgn0039326
FBgn0039039	FBgn0039190	FBgn0039328
FBgn0039040	FBgn0039193	FBgn0039329
FBgn0039043	FBgn0039196	FBgn0039337
FBgn0039045	FBgn0039200	FBgn0039348
FBgn0039048	FBgn0039201	FBgn0039349
FBgn0039055	FBgn0039203	FBgn0039354
FBgn0039059	FBgn0039204	FBgn0039358
FBgn0039066	FBgn0039205	FBgn0039360
FBgn0039067	FBgn0039207	FBgn0039369
FBgn0039068	FBgn0039209	FBgn0039373
FBgn0039070	FBgn0039210	FBgn0039379
FBgn0039071	FBgn0039213	FBgn0039380
FBgn0039077	FBgn0039215	FBgn0039381
FBgn0039083	FBgn0039223	FBgn0039395
FBgn0039084	FBgn0039225	FBgn0039396
FBgn0039085	FBgn0039227	FBgn0039402
FBgn0039086	FBgn0039232	FBgn0039407
FBgn0039087	FBgn0039233	FBgn0039415
FBgn0039092	FBgn0039234	FBgn0039417

FBgn0039419	FBgn0039599	FBgn0039760
FBgn0039420	FBgn0039600	FBgn0039764
FBgn0039424	FBgn0039601	FBgn0039767
FBgn0039427	FBgn0039602	FBgn0039769
FBgn0039439	FBgn0039621	FBgn0039774
FBgn0039440	FBgn0039623	FBgn0039776
FBgn0039459	FBgn0039627	FBgn0039780
FBgn0039463	FBgn0039628	FBgn0039782
FBgn0039466	FBgn0039631	FBgn0039784
FBgn0039467	FBgn0039633	FBgn0039787
FBgn0039478	FBgn0039634	FBgn0039788
FBgn0039480	FBgn0039636	FBgn0039789
FBgn0039483	FBgn0039638	FBgn0039790
FBgn0039485	FBgn0039639	FBgn0039792
FBgn0039487	FBgn0039640	FBgn0039797
FBgn0039488	FBgn0039647	FBgn0039799
FBgn0039489	FBgn0039656	FBgn0039800
FBgn0039490	FBgn0039664	FBgn0039801
FBgn0039492	FBgn0039666	FBgn0039802
FBgn0039503	FBgn0039667	FBgn0039808
FBgn0039505	FBgn0039669	FBgn0039809
FBgn0039507	FBgn0039676	FBgn0039817
FBgn0039508	FBgn0039677	FBgn0039818
FBgn0039511	FBgn0039682	FBgn0039820
FBgn0039518	FBgn0039683	FBgn0039821
FBgn0039519	FBgn0039688	FBgn0039828
FBgn0039521	FBgn0039689	FBgn0039831
FBgn0039523	FBgn0039690	FBgn0039838
FBgn0039527	FBgn0039691	FBgn0039840
FBgn0039528	FBgn0039696	FBgn0039844
FBgn0039530	FBgn0039703	FBgn0039849
FBgn0039538	FBgn0039709	FBgn0039850
FBgn0039544	FBgn0039710	FBgn0039860
FBgn0039557	FBgn0039722	FBgn0039861
FBgn0039559	FBgn0039723	FBgn0039862
FBgn0039561	FBgn0039727	FBgn0039867
FBgn0039562	FBgn0039728	FBgn0039868
FBgn0039564	FBgn0039730	FBgn0039873
FBgn0039581	FBgn0039735	FBgn0039875
FBgn0039585	FBgn0039738	FBgn0039882
FBgn0039588	FBgn0039740	FBgn0039902
FBgn0039589	FBgn0039749	FBgn0039914
FBgn0039590	FBgn0039751	FBgn0039916
FBgn0039592	FBgn0039752	FBgn0039924
FBgn0039593	FBgn0039754	FBgn0039925
FBgn0039595	FBgn0039756	FBgn0039937
FBgn0039596	FBgn0039758	FBgn0039939
FBgn0039597	FBgn0039759	FBgn0039941

FBgn0039943	FBgn0040309	FBgn0040780
FBgn0039946	FBgn0040319	FBgn0040794
FBgn0039965	FBgn0040323	FBgn0040795
FBgn0039966	FBgn0040342	FBgn0040796
FBgn0039993	FBgn0040358	FBgn0040798
FBgn0039994	FBgn0040364	FBgn0040799
FBgn0040001	FBgn0040366	FBgn0040801
FBgn0040005	FBgn0040368	FBgn0040805
FBgn0040009	FBgn0040373	FBgn0040812
FBgn0040010	FBgn0040375	FBgn0040813
FBgn0040011	FBgn0040377	FBgn0040814
FBgn0040022	FBgn0040383	FBgn0040817
FBgn0040031	FBgn0040389	FBgn0040828
FBgn0040038	FBgn0040396	FBgn0040832
FBgn0040056	FBgn0040397	FBgn0040837
FBgn0040064	FBgn0040465	FBgn0040842
FBgn0040066	FBgn0040466	FBgn0040922
FBgn0040068	FBgn0040475	FBgn0040942
FBgn0040069	FBgn0040493	FBgn0040965
FBgn0040074	FBgn0040505	FBgn0040989
FBgn0040078	FBgn0040507	FBgn0040996
FBgn0040080	FBgn0040508	FBgn0041087
FBgn0040089	FBgn0040509	FBgn0041100
FBgn0040096	FBgn0040510	FBgn0041102
FBgn0040099	FBgn0040512	FBgn0041103
FBgn0040107	FBgn0040571	FBgn0041150
FBgn0040211	FBgn0040602	FBgn0041160
FBgn0040212	FBgn0040607	FBgn0041164
FBgn0040227	FBgn0040628	FBgn0041171
FBgn0040230	FBgn0040637	FBgn0041180
FBgn0040232	FBgn0040648	FBgn0041182
FBgn0040233	FBgn0040651	FBgn0041183
FBgn0040234	FBgn0040653	FBgn0041184
FBgn0040235	FBgn0040658	FBgn0041186
FBgn0040236	FBgn0040674	FBgn0041191
FBgn0040238	FBgn0040679	FBgn0041205
FBgn0040250	FBgn0040682	FBgn0041245
FBgn0040251	FBgn0040684	FBgn0041252
FBgn0040252	FBgn0040694	FBgn0041579
FBgn0040259	FBgn0040696	FBgn0041581
FBgn0040261	FBgn0040717	FBgn0041605
FBgn0040273	FBgn0040723	FBgn0041621
FBgn0040281	FBgn0040732	FBgn0041622
FBgn0040285	FBgn0040733	FBgn0041623
FBgn0040294	FBgn0040736	FBgn0041706
FBgn0040298	FBgn0040755	FBgn0042083
FBgn0040305	FBgn0040765	FBgn0042103
FBgn0040308	FBgn0040777	FBgn0042104

FBgn0042105	FBgn0045759	FBgn0050177
FBgn0042110	FBgn0045800	FBgn0050196
FBgn0042119	FBgn0045852	FBgn0050203
FBgn0042129	FBgn0045866	FBgn0050222
FBgn0042133	FBgn0046323	FBgn0050232
FBgn0042146	FBgn0046332	FBgn0050265
FBgn0042174	FBgn0046697	FBgn0050271
FBgn0042178	FBgn0046698	FBgn0050273
FBgn0042179	FBgn0046704	FBgn0050277
FBgn0042185	FBgn0046706	FBgn0050289
FBgn0042189	FBgn0046763	FBgn0050293
FBgn0042201	FBgn0046878	FBgn0050295
FBgn0042205	FBgn0046885	FBgn0050298
FBgn0042207	FBgn0046999	FBgn0050342
FBgn0042213	FBgn0047038	FBgn0050345
FBgn0042627	FBgn0047114	FBgn0050369
FBgn0042630	FBgn0047199	FBgn0050372
FBgn0042710	FBgn0050000	FBgn0050383
FBgn0043005	FBgn0050001	FBgn0050390
FBgn0043010	FBgn0050007	FBgn0050394
FBgn0043362	FBgn0050009	FBgn0050414
FBgn0043458	FBgn0050011	FBgn0050418
FBgn0043533	FBgn0050015	FBgn0050424
FBgn0043534	FBgn0050016	FBgn0050431
FBgn0043535	FBgn0050020	FBgn0050438
FBgn0043539	FBgn0050021	FBgn0050440
FBgn0043783	FBgn0050042	FBgn0050443
FBgn0043796	FBgn0050043	FBgn0050456
FBgn0043841	FBgn0050046	FBgn0050471
FBgn0043842	FBgn0050047	FBgn0050489
FBgn0043854	FBgn0050049	FBgn0050491
FBgn0043884	FBgn0050051	FBgn0050502
FBgn0043903	FBgn0050052	FBgn0051013
FBgn0044323	FBgn0050083	FBgn0051015
FBgn0044328	FBgn0050085	FBgn0051016
FBgn0044452	FBgn0050090	FBgn0051017
FBgn0044510	FBgn0050091	FBgn0051030
FBgn0044812	FBgn0050094	FBgn0051041
FBgn0044871	FBgn0050103	FBgn0051044
FBgn0045035	FBgn0050104	FBgn0051064
FBgn0045038	FBgn0050105	FBgn0051065
FBgn0045064	FBgn0050106	FBgn0051072
FBgn0045073	FBgn0050109	FBgn0051075
FBgn0045469	FBgn0050114	FBgn0051093
FBgn0045471	FBgn0050147	FBgn0051102
FBgn0045487	FBgn0050148	FBgn0051104
FBgn0045495	FBgn0050161	FBgn0051116
FBgn0045501	FBgn0050163	FBgn0051126

FBgn0051143	FBgn0051501	FBgn0051821
FBgn0051148	FBgn0051548	FBgn0051826
FBgn0051162	FBgn0051549	FBgn0051852
FBgn0051176	FBgn0051601	FBgn0051869
FBgn0051191	FBgn0051624	FBgn0051871
FBgn0051205	FBgn0051635	FBgn0051876
FBgn0051206	FBgn0051637	FBgn0051882
FBgn0051211	FBgn0051643	FBgn0051897
FBgn0051219	FBgn0051647	FBgn0051924
FBgn0051226	FBgn0051658	FBgn0051926
FBgn0051229	FBgn0051661	FBgn0051933
FBgn0051231	FBgn0051663	FBgn0051955
FBgn0051235	FBgn0051664	FBgn0051957
FBgn0051248	FBgn0051673	FBgn0051960
FBgn0051249	FBgn0051675	FBgn0051961
FBgn0051259	FBgn0051678	FBgn0051988
FBgn0051265	FBgn0051679	FBgn0051989
FBgn0051266	FBgn0051680	FBgn0051998
FBgn0051278	FBgn0051687	FBgn0051999
FBgn0051281	FBgn0051693	FBgn0052016
FBgn0051294	FBgn0051694	FBgn0052022
FBgn0051296	FBgn0051706	FBgn0052039
FBgn0051300	FBgn0051709	FBgn0052056
FBgn0051301	FBgn0051715	FBgn0052058
FBgn0051313	FBgn0051716	FBgn0052068
FBgn0051321	FBgn0051717	FBgn0052072
FBgn0051326	FBgn0051718	FBgn0052079
FBgn0051343	FBgn0051719	FBgn0052081
FBgn0051344	FBgn0051721	FBgn0052082
FBgn0051345	FBgn0051728	FBgn0052091
FBgn0051352	FBgn0051729	FBgn0052103
FBgn0051360	FBgn0051739	FBgn0052104
FBgn0051371	FBgn0051752	FBgn0052105
FBgn0051373	FBgn0051760	FBgn0052106
FBgn0051418	FBgn0051769	FBgn0052109
FBgn0051424	FBgn0051774	FBgn0052111
FBgn0051427	FBgn0051777	FBgn0052113
FBgn0051441	FBgn0051778	FBgn0052121
FBgn0051445	FBgn0051779	FBgn0052150
FBgn0051446	FBgn0051784	FBgn0052160
FBgn0051450	FBgn0051789	FBgn0052183
FBgn0051453	FBgn0051793	FBgn0052191
FBgn0051467	FBgn0051797	FBgn0052194
FBgn0051469	FBgn0051800	FBgn0052196
FBgn0051477	FBgn0051804	FBgn0052202
FBgn0051481	FBgn0051812	FBgn0052205
FBgn0051482	FBgn0051813	FBgn0052207
FBgn0051485	FBgn0051814	FBgn0052226

FBgn0052227	FBgn0052230	FBgn0052248
FBgn0052228	FBgn0052240	
FBgn0052249	FBgn0052590	FBgn0053126
FBgn0052250	FBgn0052625	FBgn0053136
FBgn0052260	FBgn0052626	FBgn0053138
FBgn0052263	FBgn0052631	FBgn0053143
FBgn0052279	FBgn0052644	FBgn0053156
FBgn0052302	FBgn0052645	FBgn0053158
FBgn0052313	FBgn0052647	FBgn0053169
FBgn0052333	FBgn0052650	FBgn0053170
FBgn0052343	FBgn0052654	FBgn0053178
FBgn0052344	FBgn0052666	FBgn0053182
FBgn0052350	FBgn0052675	FBgn0053198
FBgn0052351	FBgn0052677	FBgn0053199
FBgn0052354	FBgn0052683	FBgn0053200
FBgn0052369	FBgn0052685	FBgn0053202
FBgn0052374	FBgn0052687	FBgn0053203
FBgn0052392	FBgn0052698	FBgn0053207
FBgn0052406	FBgn0052704	FBgn0053217
FBgn0052409	FBgn0052708	FBgn0053225
FBgn0052413	FBgn0052713	FBgn0053258
FBgn0052418	FBgn0052726	FBgn0053265
FBgn0052428	FBgn0052745	FBgn0053267
FBgn0052432	FBgn0052751	FBgn0053281
FBgn0052441	FBgn0052755	FBgn0053282
FBgn0052442	FBgn0052756	FBgn0053286
FBgn0052445	FBgn0052758	FBgn0053287
FBgn0052447	FBgn0052772	FBgn0053290
FBgn0052457	FBgn0052815	FBgn0053294
FBgn0052461	FBgn0052823	FBgn0053296
FBgn0052475	FBgn0052831	FBgn0053301
FBgn0052476	FBgn0052832	FBgn0053303
FBgn0052479	FBgn0052833	FBgn0053309
FBgn0052483	FBgn0052850	FBgn0053318
FBgn0052487	FBgn0052856	FBgn0053329
FBgn0052488	FBgn0052944	FBgn0053333
FBgn0052529	FBgn0052984	FBgn0053337
FBgn0052532	FBgn0053002	FBgn0053346
FBgn0052537	FBgn0053051	FBgn0053363
FBgn0052553	FBgn0053060	FBgn0053453
FBgn0052557	FBgn0053062	FBgn0053458
FBgn0052564	FBgn0053107	FBgn0053461
FBgn0052572	FBgn0053108	FBgn0053462
FBgn0052576	FBgn0053109	FBgn0053467
FBgn0052580	FBgn0053111	FBgn0053494
FBgn0052581	FBgn0053116	FBgn0053509
FBgn0052582	FBgn0053121	FBgn0053510
FBgn0052588	FBgn0053125	FBgn0053512

FBgn0053519	FBgn0062412	FBgn0083970
FBgn0053530	FBgn0062440	FBgn0083975
FBgn0053542	FBgn0062442	FBgn0083978
FBgn0053556	FBgn0062928	FBgn0083979
FBgn0053626	FBgn0062961	FBgn0083984
FBgn0053627	FBgn0063368	FBgn0084001
FBgn0053632	FBgn0063493	FBgn0085188
FBgn0053635	FBgn0063494	FBgn0085194
FBgn0053648	FBgn0063497	FBgn0085199
FBgn0053689	FBgn0063499	FBgn0085201
FBgn0053690	FBgn0063670	FBgn0085202
FBgn0053772	FBgn0064766	FBgn0085204
FBgn0053774	FBgn0064912	FBgn0085211
FBgn0053868	FBgn0065032	FBgn0085223
FBgn0053919	FBgn0065048	FBgn0085229
FBgn0053926	FBgn0065099	FBgn0085237
FBgn0053965	FBgn0065110	FBgn0085239
FBgn0053978	FBgn0066101	FBgn0085242
FBgn0053983	FBgn0066365	FBgn0085246
FBgn0053985	FBgn0067102	FBgn0085257
FBgn0054002	FBgn0067317	FBgn0085260
FBgn0054003	FBgn0067779	FBgn0085267
FBgn0054006	FBgn0067783	FBgn0085280
FBgn0054008	FBgn0067861	FBgn0085303
FBgn0054010	FBgn0069354	FBgn0085308
FBgn0054021	FBgn0069913	FBgn0085309
FBgn0054027	FBgn0069923	FBgn0085313
FBgn0054034	FBgn0069938	FBgn0085315
FBgn0054038	FBgn0069969	FBgn0085317
FBgn0054040	FBgn0069973	FBgn0085322
FBgn0054043	FBgn0069977	FBgn0085325
FBgn0054051	FBgn0082585	FBgn0085326
FBgn0054054	FBgn0082598	FBgn0085327
FBgn0054056	FBgn0082831	FBgn0085328
FBgn0058002	FBgn0083039	FBgn0085330
FBgn0058053	FBgn0083068	FBgn0085334
FBgn0058064	FBgn0083120	FBgn0085345
FBgn0058160	FBgn0083123	FBgn0085356
FBgn0058232	FBgn0083124	FBgn0085358
FBgn0058249	FBgn0083141	FBgn0085362
FBgn0058298	FBgn0083938	FBgn0085366
FBgn0058439	FBgn0083940	FBgn0085369
FBgn0060296	FBgn0083946	FBgn0085371
FBgn0061198	FBgn0083949	FBgn0085380
FBgn0061356	FBgn0083951	FBgn0085383
FBgn0061476	FBgn0083960	FBgn0085385
FBgn0061492	FBgn0083963	FBgn0085391
FBgn0061515	FBgn0083969	FBgn0085395

FBgn0085396	FBgn0085808	FBgn0086778
FBgn0085405	FBgn0085814	FBgn0086779
FBgn0085407	FBgn0086129	FBgn0086784
FBgn0085409	FBgn0086134	FBgn0086904
FBgn0085410	FBgn0086251	FBgn0086906
FBgn0085411	FBgn0086254	FBgn0086912
FBgn0085419	FBgn0086346	FBgn0086913
FBgn0085420	FBgn0086347	FBgn0087002
FBgn0085421	FBgn0086357	FBgn0087008
FBgn0085423	FBgn0086359	FBgn0087012
FBgn0085424	FBgn0086361	FBgn0087013
FBgn0085425	FBgn0086368	FBgn0087035
FBgn0085426	FBgn0086370	FBgn0087039
FBgn0085427	FBgn0086371	FBgn0243511
FBgn0085428	FBgn0086372	FBgn0243512
FBgn0085430	FBgn0086377	FBgn0243516
FBgn0085434	FBgn0086378	FBgn0250746
FBgn0085437	FBgn0086384	FBgn0250757
FBgn0085451	FBgn0086408	FBgn0250785
FBgn0085455	FBgn0086442	FBgn0250788
FBgn0085456	FBgn0086444	FBgn0250789
FBgn0085465	FBgn0086445	FBgn0250819
FBgn0085466	FBgn0086447	FBgn0250820
FBgn0085474	FBgn0086451	FBgn0250821
FBgn0085475	FBgn0086519	FBgn0250825
FBgn0085480	FBgn0086605	FBgn0250830
FBgn0085484	FBgn0086608	FBgn0250834
FBgn0085486	FBgn0086613	FBgn0250846
FBgn0085488	FBgn0086655	FBgn0250867
FBgn0085489	FBgn0086674	FBgn0250904
FBgn0085491	FBgn0086677	FBgn0250906
FBgn0085494	FBgn0086679	FBgn0250908
FBgn0085503	FBgn0086680	FBgn0250910
FBgn0085538	FBgn0086681	FBgn0250909
FBgn0085550	FBgn0086683	FBgn0250909
FBgn0085569	FBgn0086686	FBgn0259101
FBgn0085582	FBgn0086687	FBgn0259108
FBgn0085597	FBgn0086690	FBgn0259110
FBgn0085633	FBgn0086691	FBgn0259112
FBgn0085638	FBgn0086693	FBgn0259113
FBgn0085658	FBgn0086695	FBgn0259139
FBgn0085692	FBgn0086698	FBgn0259152
FBgn0085693	FBgn0086706	FBgn0259162
FBgn0085732	FBgn0086708	FBgn0259163
FBgn0085736	FBgn0086711	FBgn0259164
FBgn0085737	FBgn0086712	FBgn0259166
FBgn0085766	FBgn0086757	FBgn0259168
FBgn0085786	FBgn0086758	FBgn0259173

FBgn0259178	FBgn0259857	FBgn0260643
FBgn0259188	FBgn0259876	FBgn0260653
FBgn0259194	FBgn0259878	FBgn0260655
FBgn0259196	FBgn0259896	FBgn0260657
FBgn0259210	FBgn0259916	FBgn0260743
FBgn0259211	FBgn0259922	FBgn0260747
FBgn0259212	FBgn0259927	FBgn0260748
FBgn0259215	FBgn0259936	FBgn0260753
FBgn0259216	FBgn0259937	FBgn0260755
FBgn0259219	FBgn0259938	FBgn0260766
FBgn0259224	FBgn0259949	FBgn0260777
FBgn0259226	FBgn0259956	FBgn0260780
FBgn0259227	FBgn0259957	FBgn0260789
FBgn0259229	FBgn0259958	FBgn0260794
FBgn0259231	FBgn0259960	FBgn0260795
FBgn0259234	FBgn0259961	FBgn0260799
FBgn0259236	FBgn0259965	FBgn0260855
FBgn0259237	FBgn0259966	FBgn0260856
FBgn0259238	FBgn0259968	FBgn0260857
FBgn0259239	FBgn0259979	FBgn0260858
FBgn0259243	FBgn0259986	FBgn0260860
FBgn0259247	FBgn0259994	FBgn0260866
FBgn0259481	FBgn0260006	FBgn0260874
FBgn0259482	FBgn0260010	FBgn0260932
FBgn0259483	FBgn0260012	FBgn0260934
FBgn0259676	FBgn0260026	FBgn0260935
FBgn0259678	FBgn0260027	FBgn0260936
FBgn0259680	FBgn0260049	FBgn0260938
FBgn0259682	FBgn0260243	FBgn0260941
FBgn0259683	FBgn0260386	FBgn0260955
FBgn0259697	FBgn0260396	FBgn0260964
FBgn0259701	FBgn0260397	FBgn0260965
FBgn0259722	FBgn0260399	FBgn0260970
FBgn0259734	FBgn0260429	FBgn0260972
FBgn0259736	FBgn0260442	FBgn0260986
FBgn0259742	FBgn0260444	FBgn0260987
FBgn0259745	FBgn0260446	FBgn0260991
FBgn0259748	FBgn0260456	FBgn0261004
FBgn0259785	FBgn0260459	FBgn0261014
FBgn0259789	FBgn0260474	FBgn0261016
FBgn0259791	FBgn0260482	FBgn0261041
FBgn0259821	FBgn0260484	FBgn0261049
FBgn0259822	FBgn0260487	FBgn0261057
FBgn0259823	FBgn0260499	FBgn0261059
FBgn0259840	FBgn0260632	FBgn0261060
FBgn0259843	FBgn0260635	FBgn0261086
FBgn0259844	FBgn0260639	FBgn0261108
FBgn0259854	FBgn0260642	FBgn0261109

FBgn0261112	FBgn0261596	FBgn0261963
FBgn0261238	FBgn0261609	FBgn0261976
FBgn0261243	FBgn0261610	FBgn0261986
FBgn0261261	FBgn0261611	FBgn0261987
FBgn0261276	FBgn0261612	FBgn0261990
FBgn0261277	FBgn0261613	FBgn0261998
FBgn0261285	FBgn0261617	FBgn0261999
FBgn0261286	FBgn0261618	FBgn0262000
FBgn0261287	FBgn0261625	FBgn0262003
FBgn0261334	FBgn0261631	FBgn0262004
FBgn0261373	FBgn0261632	FBgn0262006
FBgn0261380	FBgn0261633	FBgn0262009
FBgn0261383	FBgn0261636	FBgn0262010
FBgn0261385	FBgn0261638	FBgn0262020
FBgn0261393	FBgn0261641	FBgn0262025
FBgn0261394	FBgn0261648	FBgn0262028
FBgn0261395	FBgn0261671	FBgn0262029
FBgn0261396	FBgn0261673	FBgn0262033
FBgn0261401	FBgn0261675	FBgn0262035
FBgn0261402	FBgn0261682	FBgn0262036
FBgn0261429	FBgn0261698	FBgn0262057
FBgn0261434	FBgn0261703	FBgn0262081
FBgn0261439	FBgn0261714	FBgn0262095
FBgn0261461	FBgn0261722	FBgn0262097
FBgn0261477	FBgn0261723	FBgn0262098
FBgn0261479	FBgn0261787	FBgn0262100
FBgn0261502	FBgn0261789	FBgn0262103
FBgn0261514	FBgn0261797	FBgn0262104
FBgn0261522	FBgn0261806	FBgn0262105
FBgn0261523	FBgn0261807	FBgn0262106
FBgn0261524	FBgn0261808	FBgn0262109
FBgn0261526	FBgn0261816	FBgn0262111
FBgn0261529	FBgn0261834	FBgn0262123
FBgn0261534	FBgn0261835	FBgn0262124
FBgn0261545	FBgn0261846	FBgn0262126
FBgn0261547	FBgn0261850	FBgn0262139
FBgn0261550	FBgn0261854	FBgn0262140
FBgn0261552	FBgn0261859	FBgn0262142
FBgn0261554	FBgn0261860	FBgn0262144
FBgn0261556	FBgn0261861	FBgn0262148
FBgn0261560	FBgn0261871	FBgn0262160
FBgn0261561	FBgn0261924	FBgn0262169
FBgn0261562	FBgn0261928	FBgn0262211
FBgn0261568	FBgn0261930	FBgn0262283
FBgn0261571	FBgn0261933	FBgn0262352
FBgn0261580	FBgn0261934	FBgn0262365
FBgn0261583	FBgn0261938	FBgn0262366
FBgn0261588	FBgn0261954	FBgn0262441

FBgn0262467	FBgn0262814	FBgn0263089
FBgn0262468	FBgn0262816	FBgn0263090
FBgn0262473	FBgn0262824	FBgn0263094
FBgn0262477	FBgn0262828	FBgn0263096
FBgn0262480	FBgn0262838	FBgn0263108
FBgn0262486	FBgn0262839	FBgn0263109
FBgn0262487	FBgn0262867	FBgn0263116
FBgn0262508	FBgn0262869	FBgn0263120
FBgn0262512	FBgn0262874	FBgn0263130
FBgn0262514	FBgn0262875	FBgn0263131
FBgn0262515	FBgn0262877	FBgn0263132
FBgn0262517	FBgn0262880	FBgn0263133
FBgn0262524	FBgn0262881	FBgn0263143
FBgn0262526	FBgn0262887	FBgn0263144
FBgn0262530	FBgn0262890	FBgn0263197
FBgn0262531	FBgn0262891	FBgn0263216
FBgn0262532	FBgn0262894	FBgn0263235
FBgn0262533	FBgn0262896	FBgn0263237
FBgn0262536	FBgn0262901	FBgn0263246
FBgn0262544	FBgn0262904	FBgn0263247
FBgn0262562	FBgn0262905	FBgn0263248
FBgn0262570	FBgn0262946	FBgn0263258
FBgn0262575	FBgn0262954	FBgn0263260
FBgn0262580	FBgn0262955	FBgn0263278
FBgn0262581	FBgn0262962	FBgn0263316
FBgn0262587	FBgn0262965	FBgn0263323
FBgn0262588	FBgn0262966	FBgn0263326
FBgn0262599	FBgn0262969	FBgn0263336
FBgn0262601	FBgn0262970	FBgn0263340
FBgn0262604	FBgn0262975	FBgn0263341
FBgn0262610	FBgn0262976	FBgn0263345
FBgn0262620	FBgn0262982	FBgn0263351
FBgn0262622	FBgn0262985	FBgn0263352
FBgn0262631	FBgn0262989	FBgn0263355
FBgn0262679	FBgn0262990	FBgn0263376
FBgn0262682	FBgn0262991	FBgn0263390
FBgn0262685	FBgn0262998	FBgn0263404
FBgn0262688	FBgn0262999	FBgn0263410
FBgn0262699	FBgn0263005	FBgn0263412
FBgn0262717	FBgn0263026	FBgn0263413
FBgn0262719	FBgn0263034	FBgn0263443
FBgn0262733	FBgn0263038	FBgn0263456
FBgn0262738	FBgn0263039	FBgn0263492
FBgn0262742	FBgn0263048	FBgn0263495
FBgn0262743	FBgn0263049	FBgn0263496
FBgn0262787	FBgn0263076	FBgn0263497
FBgn0262793	FBgn0263084	FBgn0263498
FBgn0262801	FBgn0263086	FBgn0263503

FBgn0263510	FBgn0264296	FBgn0264746
FBgn0263585	FBgn0264307	FBgn0264748
FBgn0263590	FBgn0264324	FBgn0264775
FBgn0263593	FBgn0264339	FBgn0264776
FBgn0263599	FBgn0264346	FBgn0264788
FBgn0263605	FBgn0264352	FBgn0264790
FBgn0263608	FBgn0264359	FBgn0264793
FBgn0263612	FBgn0264360	FBgn0264794
FBgn0263617	FBgn0264361	FBgn0264800
FBgn0263621	FBgn0264366	FBgn0264815
FBgn0263624	FBgn0264367	FBgn0264816
FBgn0263626	FBgn0264370	FBgn0264819
FBgn0263660	FBgn0264377	FBgn0264822
FBgn0263661	FBgn0264378	FBgn0264823
FBgn0263705	FBgn0264381	FBgn0264827
FBgn0263740	FBgn0264384	FBgn0264845
FBgn0263759	FBgn0264386	FBgn0264855
FBgn0263770	FBgn0264389	FBgn0264857
FBgn0263830	FBgn0264390	FBgn0264862
FBgn0263831	FBgn0264434	FBgn0264871
FBgn0263846	FBgn0264435	FBgn0264885
FBgn0263855	FBgn0264438	FBgn0264887
FBgn0263864	FBgn0264439	FBgn0264894
FBgn0263866	FBgn0264442	FBgn0264895
FBgn0263867	FBgn0264467	FBgn0264903
FBgn0263868	FBgn0264478	FBgn0264904
FBgn0263871	FBgn0264479	FBgn0264905
FBgn0263929	FBgn0264480	FBgn0264910
FBgn0263930	FBgn0264490	FBgn0264941
FBgn0263967	FBgn0264491	FBgn0264952
FBgn0263968	FBgn0264492	FBgn0264953
FBgn0263975	FBgn0264496	FBgn0264961
FBgn0263979	FBgn0264514	FBgn0264978
FBgn0263980	FBgn0264515	FBgn0264980
FBgn0263988	FBgn0264560	FBgn0264984
FBgn0263993	FBgn0264561	FBgn0264994
FBgn0263997	FBgn0264567	FBgn0264999
FBgn0263998	FBgn0264598	FBgn0265001
FBgn0264005	FBgn0264599	FBgn0265011
FBgn0264075	FBgn0264604	FBgn0265042
FBgn0264078	FBgn0264672	FBgn0265048
FBgn0264081	FBgn0264714	FBgn0265051
FBgn0264084	FBgn0264715	FBgn0265052
FBgn0264085	FBgn0264716	FBgn0265061
FBgn0264087	FBgn0264718	FBgn0265063
FBgn0264263	FBgn0264719	FBgn0265064
FBgn0264264	FBgn0264724	FBgn0265066
FBgn0264294	FBgn0264745	FBgn0265073

FBgn0265079	FBgn0265450	FBgn0265716
FBgn0265080	FBgn0265464	FBgn0265718
FBgn0265085	FBgn0265496	FBgn0265722
FBgn0265086	FBgn0265523	FBgn0265725
FBgn0265087	FBgn0265527	FBgn0265728
FBgn0265101	FBgn0265539	FBgn0265732
FBgn0265102	FBgn0265541	FBgn0265740
FBgn0265148	FBgn0265548	FBgn0265745
FBgn0265161	FBgn0265549	FBgn0265751
FBgn0265177	FBgn0265551	FBgn0265759
FBgn0265180	FBgn0265574	FBgn0265761
FBgn0265182	FBgn0265575	FBgn0265764
FBgn0265186	FBgn0265577	FBgn0265766
FBgn0265187	FBgn0265578	FBgn0265784
FBgn0265190	FBgn0265587	FBgn0265785
FBgn0265194	FBgn0265593	FBgn0265787
FBgn0265198	FBgn0265605	FBgn0265788
FBgn0265200	FBgn0265625	FBgn0265790
FBgn0265204	FBgn0265631	FBgn0265799
FBgn0265205	FBgn0265632	FBgn0265800
FBgn0265255	FBgn0265633	FBgn0265803
FBgn0265256	FBgn0265635	FBgn0265807
FBgn0265264	FBgn0265638	FBgn0265813
FBgn0265265	FBgn0265648	FBgn0265814
FBgn0265266	FBgn0265655	FBgn0265824
FBgn0265267	FBgn0265657	FBgn0265830
FBgn0265269	FBgn0265660	FBgn0265835
FBgn0265270	FBgn0265662	FBgn0265836
FBgn0265271	FBgn0265664	FBgn0265839
FBgn0265276	FBgn0265665	FBgn0265862
FBgn0265296	FBgn0265668	FBgn0265866
FBgn0265299	FBgn0265669	FBgn0265868
FBgn0265309	FBgn0265670	FBgn0265873
FBgn0265316	FBgn0265672	FBgn0265888
FBgn0265340	FBgn0265673	FBgn0265890
FBgn0265364	FBgn0265681	FBgn0265894
FBgn0265370	FBgn0265683	FBgn0265895
FBgn0265373	FBgn0265687	FBgn0265898
FBgn0265379	FBgn0265688	FBgn0265900
FBgn0265382	FBgn0265691	FBgn0265902
FBgn0265383	FBgn0265699	FBgn0265905
FBgn0265413	FBgn0265703	FBgn0265909
FBgn0265416	FBgn0265705	FBgn0265913
FBgn0265418	FBgn0265708	FBgn0265931
FBgn0265422	FBgn0265710	FBgn0265934
FBgn0265429	FBgn0265712	FBgn0265935
FBgn0265444	FBgn0265713	FBgn0265939
FBgn0265445	FBgn0265715	FBgn0265945

FBgn0265950	FBgn0266254	FBgn0266690
FBgn0265954	FBgn0266255	FBgn0266701
FBgn0265961	FBgn0266256	FBgn0266703
FBgn0265967	FBgn0266260	FBgn0266704
FBgn0265974	FBgn0266279	FBgn0266719
FBgn0265979	FBgn0266281	FBgn0266720
FBgn0265982	FBgn0266282	FBgn0266722
FBgn0265991	FBgn0266284	FBgn0266725
FBgn0265992	FBgn0266347	FBgn0266737
FBgn0265994	FBgn0266348	FBgn0266757
FBgn0265998	FBgn0266350	FBgn0266766
FBgn0266003	FBgn0266361	FBgn0266767
FBgn0266005	FBgn0266377	FBgn0266769
FBgn0266008	FBgn0266381	FBgn0266772
FBgn0266009	FBgn0266396	FBgn0266776
FBgn0266021	FBgn0266397	FBgn0266780
FBgn0266026	FBgn0266398	FBgn0266781
FBgn0266033	FBgn0266409	FBgn0266802
FBgn0266035	FBgn0266414	FBgn0266803
FBgn0266036	FBgn0266415	FBgn0266805
FBgn0266040	FBgn0266417	FBgn0266808
FBgn0266044	FBgn0266421	FBgn0266810
FBgn0266045	FBgn0266429	FBgn0266812
FBgn0266053	FBgn0266437	FBgn0266816
FBgn0266064	FBgn0266446	FBgn0266817
FBgn0266072	FBgn0266449	FBgn0266822
FBgn0266074	FBgn0266450	FBgn0266823
FBgn0266083	FBgn0266465	FBgn0266826
FBgn0266084	FBgn0266518	FBgn0266829
FBgn0266088	FBgn0266549	FBgn0266840
FBgn0266095	FBgn0266566	FBgn0266846
FBgn0266099	FBgn0266569	FBgn0266851
FBgn0266101	FBgn0266581	FBgn0266855
FBgn0266111	FBgn0266582	FBgn0266858
FBgn0266124	FBgn0266585	FBgn0266870
FBgn0266137	FBgn0266588	FBgn0266882
FBgn0266158	FBgn0266589	FBgn0266886
FBgn0266180	FBgn0266590	FBgn0266887
FBgn0266199	FBgn0266615	FBgn0266889
FBgn0266200	FBgn0266619	FBgn0266899
FBgn0266214	FBgn0266632	FBgn0266900
FBgn0266217	FBgn0266643	FBgn0266905
FBgn0266229	FBgn0266667	FBgn0266909
FBgn0266234	FBgn0266669	FBgn0266916
FBgn0266235	FBgn0266671	FBgn0266917
FBgn0266236	FBgn0266673	FBgn0266926
FBgn0266247	FBgn0266674	FBgn0266931
FBgn0266251	FBgn0266679	FBgn0266936

FBgn0266943	FBgn0267073	FBgn0267185
FBgn0266948	FBgn0267075	FBgn0267186
FBgn0266950	FBgn0267076	FBgn0267191
FBgn0266958	FBgn0267078	FBgn0267204
FBgn0266965	FBgn0267082	FBgn0267209
FBgn0266966	FBgn0267086	FBgn0267211
FBgn0266974	FBgn0267097	FBgn0267219
FBgn0266978	FBgn0267099	FBgn0267228
FBgn0266985	FBgn0267101	FBgn0267229
FBgn0266988	FBgn0267104	FBgn0267235
FBgn0266995	FBgn0267112	FBgn0267236
FBgn0267002	FBgn0267115	FBgn0267240
FBgn0267006	FBgn0267117	FBgn0267249
FBgn0267009	FBgn0267123	FBgn0267260
FBgn0267010	FBgn0267126	FBgn0267269
FBgn0267018	FBgn0267127	FBgn0267276
FBgn0267019	FBgn0267138	FBgn0267280
FBgn0267020	FBgn0267140	FBgn0267284
FBgn0267022	FBgn0267142	FBgn0267308
FBgn0267024	FBgn0267143	FBgn0267310
FBgn0267039	FBgn0267160	FBgn0267311
FBgn0267058	FBgn0267170	FBgn0267321
FBgn0267063	FBgn0267172	FBgn0267322
FBgn0267068	FBgn0267177	FBgn0267330
FBgn0267069	FBgn0267182	

**CLUSTER 2****(367 genes)**

FBgn0000015	FBgn0002607	FBgn0014000
FBgn0000017	FBgn0002622	FBgn0014868
FBgn0000036	FBgn0002626	FBgn0015218
FBgn0000043	FBgn0003016	FBgn0015245
FBgn0000114	FBgn0003065	FBgn0015400
FBgn0000116	FBgn0003249	FBgn0015776
FBgn0000150	FBgn0003250	FBgn0015805
FBgn0000181	FBgn0003274	FBgn0016032
FBgn0000303	FBgn0003302	FBgn0016122
FBgn0000394	FBgn0003339	FBgn0016660
FBgn0000454	FBgn0003557	FBgn0016685
FBgn0000455	FBgn0003888	FBgn0017457
FBgn0000463	FBgn0004102	FBgn0019650
FBgn0000464	FBgn0004167	FBgn0019929
FBgn0000479	FBgn0004240	FBgn0020304
FBgn0000490	FBgn0004414	FBgn0020309
FBgn0000529	FBgn0005355	FBgn0020385
FBgn0000536	FBgn0005536	FBgn0020503
FBgn0000546	FBgn0010265	FBgn0020655
FBgn0000547	FBgn0010300	FBgn0020660
FBgn0000556	FBgn0010409	FBgn0020910
FBgn0000559	FBgn0010417	FBgn0021796
FBgn0000562	FBgn0010548	FBgn0021979
FBgn0000566	FBgn0010575	FBgn0022708
FBgn0000567	FBgn0010741	FBgn0022709
FBgn0000578	FBgn0010825	FBgn0022800
FBgn0000592	FBgn0011206	FBgn0023407
FBgn0000635	FBgn0011217	FBgn0023519
FBgn0000667	FBgn0011224	FBgn0024150
FBgn0001085	FBgn0011288	FBgn0024179
FBgn0001108	FBgn0011361	FBgn0024244
FBgn0001124	FBgn0011455	FBgn0024321
FBgn0001138	FBgn0011581	FBgn0024352
FBgn0001215	FBgn0011656	FBgn0024366
FBgn0001235	FBgn0011661	FBgn0024371
FBgn0001257	FBgn0011669	FBgn0024509
FBgn0001258	FBgn0011695	FBgn0024733
FBgn0001316	FBgn0011766	FBgn0024740
FBgn0002044	FBgn0011836	FBgn0024987
FBgn0002440	FBgn0013576	FBgn0024996
FBgn0002521	FBgn0013733	FBgn0025885
FBgn0002543	FBgn0013753	FBgn0026252
FBgn0002566	FBgn0013765	FBgn0026380
FBgn0002593	FBgn0013995	FBgn0026415

FBgn0026428	FBgn0032198	FBgn0036515
FBgn0026573	FBgn0032202	FBgn0036544
FBgn0026753	FBgn0032205	FBgn0036685
FBgn0027527	FBgn0032214	FBgn0036688
FBgn0027570	FBgn0032246	FBgn0036735
FBgn0027579	FBgn0032282	FBgn0036760
FBgn0027610	FBgn0032297	FBgn0036774
FBgn0028369	FBgn0032322	FBgn0036801
FBgn0028396	FBgn0032444	FBgn0036806
FBgn0028509	FBgn0032472	FBgn0036853
FBgn0028516	FBgn0032507	FBgn0036919
FBgn0028646	FBgn0032586	FBgn0036934
FBgn0028686	FBgn0032689	FBgn0036958
FBgn0028704	FBgn0032691	FBgn0037410
FBgn0028855	FBgn0032864	FBgn0037676
FBgn0028899	FBgn0033250	FBgn0037882
FBgn0028916	FBgn0033252	FBgn0037890
FBgn0029133	FBgn0033476	FBgn0038198
FBgn0029506	FBgn0033540	FBgn0038220
FBgn0029507	FBgn0033544	FBgn0038387
FBgn0029629	FBgn0033668	FBgn0038465
FBgn0029685	FBgn0033683	FBgn0038545
FBgn0029785	FBgn0033699	FBgn0038679
FBgn0029957	FBgn0033777	FBgn0038745
FBgn0029969	FBgn0033844	FBgn0038752
FBgn0030025	FBgn0033859	FBgn0038810
FBgn0030346	FBgn0033873	FBgn0038826
FBgn0030456	FBgn0033901	FBgn0038946
FBgn0030575	FBgn0033926	FBgn0039027
FBgn0030576	FBgn0033968	FBgn0039172
FBgn0030600	FBgn0034025	FBgn0039311
FBgn0030808	FBgn0034070	FBgn0039321
FBgn0030828	FBgn0034215	FBgn0039359
FBgn0030883	FBgn0034290	FBgn0039464
FBgn0030905	FBgn0034505	FBgn0039465
FBgn0030932	FBgn0034720	FBgn0039560
FBgn0031037	FBgn0034792	FBgn0039804
FBgn0031090	FBgn0034919	FBgn0039907
FBgn0031174	FBgn0034959	FBgn0039908
FBgn0031229	FBgn0035032	FBgn0039909
FBgn0031263	FBgn0035400	FBgn0039955
FBgn0031417	FBgn0035829	FBgn0039959
FBgn0031449	FBgn0035909	FBgn0039977
FBgn0031853	FBgn0035914	FBgn0040007
FBgn0031896	FBgn0035944	FBgn0040071
FBgn0031908	FBgn0036090	FBgn0040279
FBgn0031990	FBgn0036211	FBgn0040502
FBgn0032116	FBgn0036451	FBgn0040734

FBgn0040735	FBgn0085422	FBgn0263994
FBgn0040994	FBgn0085431	FBgn0263995
FBgn0041111	FBgn0085432	FBgn0264001
FBgn0042693	FBgn0085436	FBgn0264006
FBgn0043806	FBgn0085443	FBgn0264089
FBgn0050101	FBgn0085450	FBgn0264090
FBgn0050423	FBgn0085468	FBgn0264255
FBgn0051146	FBgn0086448	FBgn0264270
FBgn0051386	FBgn0086450	FBgn0264273
FBgn0051546	FBgn0250816	FBgn0264357
FBgn0051619	FBgn0250823	FBgn0264443
FBgn0051660	FBgn0259111	FBgn0264449
FBgn0051740	FBgn0259175	FBgn0264493
FBgn0051973	FBgn0259176	FBgn0264542
FBgn0052264	FBgn0259223	FBgn0264574
FBgn0052296	FBgn0259233	FBgn0265356
FBgn0052423	FBgn0259242	FBgn0265487
FBgn0052549	FBgn0259677	FBgn0265536
FBgn0053144	FBgn0259795	FBgn0265595
FBgn0058006	FBgn0259984	FBgn0265597
FBgn0061197	FBgn0262099	FBgn0266000
FBgn0064225	FBgn0262623	FBgn0266096
FBgn0083981	FBgn0263102	FBgn0266100
FBgn0085271	FBgn0263110	FBgn0266129
FBgn0085360	FBgn0263511	FBgn0266557
FBgn0085377	FBgn0263597	FBgn0267001
FBgn0085382	FBgn0263776	FBgn0267033
FBgn0085384	FBgn0263780	FBgn0267253
FBgn0085397	FBgn0263873	FBgn0267337
FBgn0085404	FBgn0263933	
FBgn0085415	FBgn0263977	

**CLUSTER 3****(394 genes)**

FBgn0000024	FBgn0004591	FBgn0014002
FBgn0000094	FBgn0004592	FBgn0014026
FBgn0000097	FBgn0004593	FBgn0014849
FBgn0000228	FBgn0004594	FBgn0015872
FBgn0000250	FBgn0004595	FBgn0015903
FBgn0000259	FBgn0004606	FBgn0015905
FBgn0000273	FBgn0004619	FBgn0015949
FBgn0000339	FBgn0004636	FBgn0017550
FBgn0000412	FBgn0004646	FBgn0019890
FBgn0000416	FBgn0004647	FBgn0020622
FBgn0000535	FBgn0004648	FBgn0023215
FBgn0001083	FBgn0004652	FBgn0025678
FBgn0001086	FBgn0004656	FBgn0025687
FBgn0001189	FBgn0004657	FBgn0026411
FBgn0001229	FBgn0004666	FBgn0026879
FBgn0001989	FBgn0004698	FBgn0027057
FBgn0002031	FBgn0004811	FBgn0027084
FBgn0002183	FBgn0004828	FBgn0027338
FBgn0002873	FBgn0004842	FBgn0027453
FBgn0003089	FBgn0004852	FBgn0027569
FBgn0003134	FBgn0004854	FBgn0027836
FBgn0003372	FBgn0004859	FBgn0027950
FBgn0003373	FBgn0004861	FBgn0028397
FBgn0003375	FBgn0004865	FBgn0028415
FBgn0003377	FBgn0004868	FBgn0028530
FBgn0003378	FBgn0004870	FBgn0028946
FBgn0003598	FBgn0004882	FBgn0029176
FBgn0004369	FBgn0004893	FBgn0029687
FBgn0004396	FBgn0004919	FBgn0029688
FBgn0004397	FBgn0005655	FBgn0029768
FBgn0004401	FBgn0008635	FBgn0029770
FBgn0004403	FBgn0008646	FBgn0029890
FBgn0004449	FBgn0008651	FBgn0030114
FBgn0004456	FBgn0010015	FBgn0030159
FBgn0004462	FBgn0010078	FBgn0030207
FBgn0004465	FBgn0010228	FBgn0030306
FBgn0004509	FBgn0010408	FBgn0030357
FBgn0004514	FBgn0010422	FBgn0030638
FBgn0004580	FBgn0010620	FBgn0030658
FBgn0004583	FBgn0010747	FBgn0030890
FBgn0004587	FBgn0011763	FBgn0030897
FBgn0004588	FBgn0011768	FBgn0031020
FBgn0004589	FBgn0011769	FBgn0031118
FBgn0004590	FBgn0012037	FBgn0031191
	FBgn0013770	FBgn0031288

FBgn0031381	FBgn0035936	FBgn0038976
FBgn0031500	FBgn0035976	FBgn0039177
FBgn0031512	FBgn0036038	FBgn0039302
FBgn0031617	FBgn0036063	FBgn0039343
FBgn0031681	FBgn0036372	FBgn0039385
FBgn0031684	FBgn0036417	FBgn0039404
FBgn0031746	FBgn0036606	FBgn0039430
FBgn0031752	FBgn0036621	FBgn0039431
FBgn0031961	FBgn0036661	FBgn0039481
FBgn0032021	FBgn0036846	FBgn0039498
FBgn0032196	FBgn0036875	FBgn0039537
FBgn0032233	FBgn0037016	FBgn0039558
FBgn0032400	FBgn0037021	FBgn0039577
FBgn0032600	FBgn0037130	FBgn0039620
FBgn0032664	FBgn0037146	FBgn0039665
FBgn0032694	FBgn0037217	FBgn0039680
FBgn0032700	FBgn0037327	FBgn0039714
FBgn0032707	FBgn0037339	FBgn0039856
FBgn0032727	FBgn0037344	FBgn0039857
FBgn0032911	FBgn0037443	FBgn0039858
FBgn0032915	FBgn0037448	FBgn0039863
FBgn0032949	FBgn0037461	FBgn0039877
FBgn0032987	FBgn0037481	FBgn0039887
FBgn0033133	FBgn0037512	FBgn0039889
FBgn0033463	FBgn0037643	FBgn0040075
FBgn0033529	FBgn0037944	FBgn0040207
FBgn0033902	FBgn0037955	FBgn0040365
FBgn0033928	FBgn0037956	FBgn0040528
FBgn0033989	FBgn0038046	FBgn0040565
FBgn0034021	FBgn0038051	FBgn0041585
FBgn0034138	FBgn0038125	FBgn0042650
FBgn0034153	FBgn0038128	FBgn0043002
FBgn0034253	FBgn0038197	FBgn0043577
FBgn0034345	FBgn0038241	FBgn0044823
FBgn0034443	FBgn0038252	FBgn0045842
FBgn0034523	FBgn0038256	FBgn0046258
FBgn0034576	FBgn0038272	FBgn0046297
FBgn0034708	FBgn0038286	FBgn0046875
FBgn0034737	FBgn0038381	FBgn0047095
FBgn0034741	FBgn0038400	FBgn0047178
FBgn0034753	FBgn0038428	FBgn0047334
FBgn0034860	FBgn0038492	FBgn0050033
FBgn0034897	FBgn0038523	FBgn0050187
FBgn0035101	FBgn0038584	FBgn0050344
FBgn0035109	FBgn0038665	FBgn0050379
FBgn0035393	FBgn0038747	FBgn0050389
FBgn0035423	FBgn0038784	FBgn0050412
FBgn0035440	FBgn0038846	FBgn0050441

FBgn0050460	FBgn0250907	FBgn0265434
FBgn0050463	FBgn0259170	FBgn0265538
FBgn0051005	FBgn0259221	FBgn0265659
FBgn0051076	FBgn0259923	FBgn0265690
FBgn0051092	FBgn0259950	FBgn0266261
FBgn0051100	FBgn0259967	FBgn0266268
FBgn0051109	FBgn0259972	FBgn0266411
FBgn0051122	FBgn0259978	FBgn0266420
FBgn0051157	FBgn0260990	FBgn0266572
FBgn0051223	FBgn0261055	FBgn0266580
FBgn0051370	FBgn0261274	FBgn0266696
FBgn0051413	FBgn0261630	FBgn0266709
FBgn0051496	FBgn0261634	FBgn0266758
FBgn0051515	FBgn0261932	FBgn0266773
FBgn0051547	FBgn0261989	FBgn0266785
FBgn0051712	FBgn0262005	FBgn0266815
FBgn0051872	FBgn0262125	FBgn0266969
FBgn0052267	FBgn0262485	FBgn0267153
FBgn0052280	FBgn0262528	FBgn0267270
FBgn0052284	FBgn0262529	FBgn0267326
FBgn0052425	FBgn0262582	
FBgn0052499	FBgn0262624	
FBgn0052762	FBgn0262680	
FBgn0052774	FBgn0262687	
FBgn0052791	FBgn0262716	
FBgn0052835	FBgn0262720	
FBgn0052982	FBgn0262735	
FBgn0053012	FBgn0262741	
FBgn0053061	FBgn0262782	
FBgn0053080	FBgn0262872	
FBgn0053100	FBgn0262899	
FBgn0053481	FBgn0262960	
FBgn0053558	FBgn0262967	
FBgn0058155	FBgn0263106	
FBgn0082582	FBgn0263117	
FBgn0083228	FBgn0263239	
FBgn0083936	FBgn0263240	
FBgn0085195	FBgn0263324	
FBgn0085273	FBgn0263354	
FBgn0085398	FBgn0263625	
FBgn0085400	FBgn0264272	
FBgn0086657	FBgn0264513	
FBgn0087007	FBgn0264699	
FBgn0250831	FBgn0264834	
FBgn0250832	FBgn0264962	
FBgn0250843	FBgn0265140	
FBgn0250847	FBgn0265192	
FBgn0250862	FBgn0265376	

**CLUSTER 4**  
**(218 genes)**

FBgn0000028	FBgn0004374	FBgn0023529
FBgn0000042	FBgn0004390	FBgn0024836
FBgn0000045	FBgn0004910	FBgn0026189
FBgn0000109	FBgn0004914	FBgn0026315
FBgn0000289	FBgn0005593	FBgn0026533
FBgn0000308	FBgn0010329	FBgn0026565
FBgn0000409	FBgn0010348	FBgn0026566
FBgn0000451	FBgn0010352	FBgn0027080
FBgn0000615	FBgn0010387	FBgn0027605
FBgn0001092	FBgn0010423	FBgn0027608
FBgn0001248	FBgn0010424	FBgn0027611
FBgn0001281	FBgn0010425	FBgn0028360
FBgn0002773	FBgn0010482	FBgn0028372
FBgn0002789	FBgn0010551	FBgn0028490
FBgn0002868	FBgn0010877	FBgn0028523
FBgn0003053	FBgn0010905	FBgn0028583
FBgn0003074	FBgn0011211	FBgn0028663
FBgn0003079	FBgn0011259	FBgn0028697
FBgn0003091	FBgn0011272	FBgn0028836
FBgn0003165	FBgn0011284	FBgn0028993
FBgn0003261	FBgn0011666	FBgn0029504
FBgn0003301	FBgn0011708	FBgn0029573
FBgn0003321	FBgn0011739	FBgn0029864
FBgn0003429	FBgn0011761	FBgn0029896
FBgn0003435	FBgn0013467	FBgn0029897
FBgn0003449	FBgn0013764	FBgn0029962
FBgn0003463	FBgn0015010	FBgn0030018
FBgn0003475	FBgn0015519	FBgn0030174
FBgn0003863	FBgn0015773	FBgn0030502
FBgn0003885	FBgn0015774	FBgn0030505
FBgn0003983	FBgn0016694	FBgn0030530
FBgn0003984	FBgn0019644	FBgn0030584
FBgn0004028	FBgn0019925	FBgn0030608
FBgn0004066	FBgn0020236	FBgn0030695
FBgn0004117	FBgn0020294	FBgn0030752
FBgn0004169	FBgn0020378	FBgn0030790
FBgn0004177	FBgn0020386	FBgn0030968
FBgn0004179	FBgn0021795	FBgn0031010
FBgn0004181	FBgn0021906	FBgn0031016
FBgn0004359	FBgn0022959	FBgn0031099

FBgn0031176	FBgn0037917	FBgn0262559
FBgn0031813	FBgn0038168	FBgn0262608
FBgn0031817	FBgn0038353	FBgn0262794
FBgn0032068	FBgn0038790	FBgn0263111
FBgn0032069	FBgn0039140	FBgn0263598
FBgn0032074	FBgn0039293	FBgn0264975
FBgn0032087	FBgn0039617	FBgn0266431
FBgn0032235	FBgn0039936	FBgn0266455
FBgn0032479	FBgn0040070	FBgn0266756
FBgn0032505	FBgn0040237	FBgn0266918
FBgn0032665	FBgn0040349	
FBgn0032726	FBgn0040350	
FBgn0032880	FBgn0040361	
FBgn0033308	FBgn0040395	
FBgn0033342	FBgn0040793	
FBgn0033355	FBgn0041094	
FBgn0033362	FBgn0041775	
FBgn0033446	FBgn0042102	
FBgn0033523	FBgn0042186	
FBgn0033574	FBgn0042206	
FBgn0033774	FBgn0043471	
FBgn0033799	FBgn0043575	
FBgn0033812	FBgn0043576	
FBgn0033830	FBgn0045823	
FBgn0035165	FBgn0046302	
FBgn0035244	FBgn0047135	
FBgn0035398	FBgn0051004	
FBgn0035422	FBgn0052029	
FBgn0035600	FBgn0052066	
FBgn0035601	FBgn0052473	
FBgn0035666	FBgn0052548	
FBgn0035667	FBgn0052600	
FBgn0035770	FBgn0052633	
FBgn0035854	FBgn0052773	
FBgn0036058	FBgn0053017	
FBgn0036111	FBgn0053094	
FBgn0036556	FBgn0053113	
FBgn0036641	FBgn0085241	
FBgn0036762	FBgn0085250	
FBgn0036766	FBgn0085359	
FBgn0036770	FBgn0085452	
FBgn0036825	FBgn0250836	
FBgn0036833	FBgn0259209	
FBgn0037415	FBgn0262146	

**CLUSTER 5**  
**(1455 genes)**

FBgn0000039	FBgn0001321	FBgn0003310
FBgn0000053	FBgn0001324	FBgn0003326
FBgn0000071	FBgn0001332	FBgn0003382
FBgn0000079	FBgn0001565	FBgn0003386
FBgn0000099	FBgn0001941	FBgn0003396
FBgn0000115	FBgn0001961	FBgn0003415
FBgn0000261	FBgn0001978	FBgn0003525
FBgn0000274	FBgn0002023	FBgn0003575
FBgn0000318	FBgn0002121	FBgn0003721
FBgn0000355	FBgn0002354	FBgn0003866
FBgn0000356	FBgn0002525	FBgn0003870
FBgn0000358	FBgn0002562	FBgn0003891
FBgn0000497	FBgn0002563	FBgn0003892
FBgn0000504	FBgn0002564	FBgn0003943
FBgn0000524	FBgn0002565	FBgn0003963
FBgn0000581	FBgn0002590	FBgn0004055
FBgn0000611	FBgn0002643	FBgn0004108
FBgn0000639	FBgn0002645	FBgn0004174
FBgn0000640	FBgn0002715	FBgn0004360
FBgn0000719	FBgn0002723	FBgn0004368
FBgn0000927	FBgn0002774	FBgn0004395
FBgn0000996	FBgn0002862	FBgn0004435
FBgn0001075	FBgn0002865	FBgn0004554
FBgn0001114	FBgn0002917	FBgn0004567
FBgn0001120	FBgn0002921	FBgn0004573
FBgn0001123	FBgn0002945	FBgn0004577
FBgn0001139	FBgn0003011	FBgn0004607
FBgn0001180	FBgn0003028	FBgn0004611
FBgn0001197	FBgn0003034	FBgn0004638
FBgn0001224	FBgn0003090	FBgn0004644
FBgn0001225	FBgn0003117	FBgn0004650
FBgn0001226	FBgn0003118	FBgn0004654
FBgn0001227	FBgn0003124	FBgn0004795
FBgn0001250	FBgn0003138	FBgn0004837
FBgn0001254	FBgn0003162	FBgn0004838
FBgn0001256	FBgn0003175	FBgn0004839
FBgn0001269	FBgn0003187	FBgn0004841
FBgn0001301	FBgn0003204	FBgn0004858
FBgn0001311	FBgn0003231	FBgn0004876
FBgn0001319	FBgn0003256	FBgn0004888

FBgn0004903	FBgn0010830	FBgn0014340
FBgn0004913	FBgn0010894	FBgn0014417
FBgn0004915	FBgn0011202	FBgn0014906
FBgn0004924	FBgn0011207	FBgn0015025
FBgn0004956	FBgn0011289	FBgn0015278
FBgn0005278	FBgn0011291	FBgn0015288
FBgn0005322	FBgn0011300	FBgn0015299
FBgn0005558	FBgn0011305	FBgn0015300
FBgn0005592	FBgn0011327	FBgn0015320
FBgn0005613	FBgn0011474	FBgn0015396
FBgn0005631	FBgn0011481	FBgn0015399
FBgn0005674	FBgn0011586	FBgn0015520
FBgn0005683	FBgn0011604	FBgn0015524
FBgn0005694	FBgn0011606	FBgn0015544
FBgn0010053	FBgn0011638	FBgn0015571
FBgn0010100	FBgn0011670	FBgn0015572
FBgn0010105	FBgn0011672	FBgn0015584
FBgn0010109	FBgn0011704	FBgn0015589
FBgn0010114	FBgn0011715	FBgn0015591
FBgn0010215	FBgn0011725	FBgn0015614
FBgn0010217	FBgn0011754	FBgn0015777
FBgn0010222	FBgn0011787	FBgn0015778
FBgn0010246	FBgn0011817	FBgn0015790
FBgn0010247	FBgn0011818	FBgn0015799
FBgn0010269	FBgn0011828	FBgn0016038
FBgn0010278	FBgn0012051	FBgn0016061
FBgn0010288	FBgn0012058	FBgn0016076
FBgn0010303	FBgn0013269	FBgn0016080
FBgn0010313	FBgn0013272	FBgn0016126
FBgn0010317	FBgn0013300	FBgn0016650
FBgn0010328	FBgn0013301	FBgn0016684
FBgn0010333	FBgn0013303	FBgn0016693
FBgn0010339	FBgn0013433	FBgn0016697
FBgn0010379	FBgn0013469	FBgn0016726
FBgn0010380	FBgn0013548	FBgn0016754
FBgn0010414	FBgn0013759	FBgn0016756
FBgn0010415	FBgn0013799	FBgn0016797
FBgn0010416	FBgn0013972	FBgn0016974
FBgn0010435	FBgn0013973	FBgn0017418
FBgn0010520	FBgn0014007	FBgn0017429
FBgn0010607	FBgn0014024	FBgn0017482
FBgn0010638	FBgn0014031	FBgn0017545
FBgn0010768	FBgn0014073	FBgn0017579
FBgn0010803	FBgn0014135	FBgn0019660

FBgn0019830	FBgn0022985	FBgn0025726
FBgn0019886	FBgn0023001	FBgn0026076
FBgn0019936	FBgn0023076	FBgn0026077
FBgn0019957	FBgn0023081	FBgn0026084
FBgn0019982	FBgn0023091	FBgn0026090
FBgn0019985	FBgn0023094	FBgn0026238
FBgn0020224	FBgn0023096	FBgn0026255
FBgn0020251	FBgn0023130	FBgn0026259
FBgn0020257	FBgn0023169	FBgn0026324
FBgn0020278	FBgn0023170	FBgn0026374
FBgn0020279	FBgn0023171	FBgn0026375
FBgn0020300	FBgn0023177	FBgn0026379
FBgn0020306	FBgn0023178	FBgn0026401
FBgn0020307	FBgn0023212	FBgn0026562
FBgn0020312	FBgn0023213	FBgn0026575
FBgn0020371	FBgn0023423	FBgn0026577
FBgn0020389	FBgn0023441	FBgn0026616
FBgn0020414	FBgn0023479	FBgn0026702
FBgn0020440	FBgn0023513	FBgn0026713
FBgn0020443	FBgn0023517	FBgn0026721
FBgn0020445	FBgn0023526	FBgn0026777
FBgn0020497	FBgn0023537	FBgn0026872
FBgn0020620	FBgn0023549	FBgn0027054
FBgn0020647	FBgn0024184	FBgn0027055
FBgn0020762	FBgn0024277	FBgn0027101
FBgn0020765	FBgn0024285	FBgn0027111
FBgn0020908	FBgn0024364	FBgn0027259
FBgn0021765	FBgn0024432	FBgn0027279
FBgn0021800	FBgn0024728	FBgn0027287
FBgn0021818	FBgn0024732	FBgn0027291
FBgn0022069	FBgn0024887	FBgn0027339
FBgn0022097	FBgn0024889	FBgn0027359
FBgn0022224	FBgn0024947	FBgn0027375
FBgn0022238	FBgn0024989	FBgn0027376
FBgn0022246	FBgn0025352	FBgn0027497
FBgn0022338	FBgn0025373	FBgn0027500
FBgn0022344	FBgn0025390	FBgn0027529
FBgn0022710	FBgn0025469	FBgn0027532
FBgn0022720	FBgn0025574	FBgn0027558
FBgn0022764	FBgn0025582	FBgn0027561
FBgn0022787	FBgn0025621	FBgn0027568
FBgn0022942	FBgn0025635	FBgn0027574
FBgn0022943	FBgn0025684	FBgn0027575
FBgn0022960	FBgn0025697	FBgn0027585

FBgn0027592	FBgn0028901	FBgn0029895
FBgn0027596	FBgn0028906	FBgn0029903
FBgn0027602	FBgn0028953	FBgn0029915
FBgn0027615	FBgn0028956	FBgn0029922
FBgn0027620	FBgn0028968	FBgn0029930
FBgn0027783	FBgn0028982	FBgn0029939
FBgn0027786	FBgn0029002	FBgn0029955
FBgn0027788	FBgn0029006	FBgn0029958
FBgn0027793	FBgn0029067	FBgn0029968
FBgn0027795	FBgn0029082	FBgn0029976
FBgn0027865	FBgn0029091	FBgn0029979
FBgn0027932	FBgn0029092	FBgn0029980
FBgn0027948	FBgn0029093	FBgn0029990
FBgn0027949	FBgn0029113	FBgn0030030
FBgn0027951	FBgn0029128	FBgn0030035
FBgn0028292	FBgn0029131	FBgn0030040
FBgn0028331	FBgn0029525	FBgn0030054
FBgn0028343	FBgn0029676	FBgn0030093
FBgn0028416	FBgn0029681	FBgn0030105
FBgn0028476	FBgn0029723	FBgn0030158
FBgn0028499	FBgn0029724	FBgn0030163
FBgn0028518	FBgn0029728	FBgn0030234
FBgn0028527	FBgn0029737	FBgn0030241
FBgn0028546	FBgn0029755	FBgn0030247
FBgn0028554	FBgn0029763	FBgn0030251
FBgn0028572	FBgn0029771	FBgn0030272
FBgn0028582	FBgn0029789	FBgn0030277
FBgn0028644	FBgn0029801	FBgn0030278
FBgn0028645	FBgn0029809	FBgn0030280
FBgn0028665	FBgn0029810	FBgn0030316
FBgn0028684	FBgn0029819	FBgn0030334
FBgn0028693	FBgn0029822	FBgn0030343
FBgn0028699	FBgn0029824	FBgn0030351
FBgn0028703	FBgn0029826	FBgn0030352
FBgn0028734	FBgn0029830	FBgn0030356
FBgn0028743	FBgn0029831	FBgn0030386
FBgn0028746	FBgn0029835	FBgn0030433
FBgn0028837	FBgn0029837	FBgn0030481
FBgn0028850	FBgn0029840	FBgn0030503
FBgn0028870	FBgn0029861	FBgn0030574
FBgn0028872	FBgn0029866	FBgn0030668
FBgn0028875	FBgn0029873	FBgn0030679
FBgn0028879	FBgn0029887	FBgn0030706
FBgn0028888	FBgn0029888	FBgn0030716

FBgn0030723	FBgn0031376	FBgn0032168
FBgn0030747	FBgn0031378	FBgn0032191
FBgn0030753	FBgn0031389	FBgn0032210
FBgn0030757	FBgn0031418	FBgn0032216
FBgn0030763	FBgn0031428	FBgn0032219
FBgn0030787	FBgn0031470	FBgn0032222
FBgn0030791	FBgn0031483	FBgn0032223
FBgn0030796	FBgn0031485	FBgn0032224
FBgn0030798	FBgn0031558	FBgn0032229
FBgn0030803	FBgn0031559	FBgn0032231
FBgn0030809	FBgn0031566	FBgn0032243
FBgn0030844	FBgn0031571	FBgn0032244
FBgn0030854	FBgn0031627	FBgn0032253
FBgn0030863	FBgn0031682	FBgn0032276
FBgn0030864	FBgn0031751	FBgn0032305
FBgn0030878	FBgn0031764	FBgn0032340
FBgn0030892	FBgn0031775	FBgn0032345
FBgn0030913	FBgn0031816	FBgn0032346
FBgn0030914	FBgn0031822	FBgn0032359
FBgn0030976	FBgn0031857	FBgn0032361
FBgn0030979	FBgn0031859	FBgn0032372
FBgn0030983	FBgn0031869	FBgn0032375
FBgn0030992	FBgn0031882	FBgn0032416
FBgn0030996	FBgn0031888	FBgn0032421
FBgn0030997	FBgn0031912	FBgn0032447
FBgn0031023	FBgn0031942	FBgn0032450
FBgn0031054	FBgn0031944	FBgn0032455
FBgn0031057	FBgn0031946	FBgn0032474
FBgn0031064	FBgn0031950	FBgn0032481
FBgn0031107	FBgn0031952	FBgn0032482
FBgn0031114	FBgn0031955	FBgn0032485
FBgn0031116	FBgn0031975	FBgn0032486
FBgn0031129	FBgn0032016	FBgn0032506
FBgn0031169	FBgn0032025	FBgn0032512
FBgn0031187	FBgn0032047	FBgn0032513
FBgn0031195	FBgn0032050	FBgn0032514
FBgn0031264	FBgn0032076	FBgn0032520
FBgn0031275	FBgn0032110	FBgn0032536
FBgn0031294	FBgn0032111	FBgn0032554
FBgn0031310	FBgn0032119	FBgn0032593
FBgn0031312	FBgn0032123	FBgn0032596
FBgn0031327	FBgn0032129	FBgn0032613
FBgn0031333	FBgn0032138	FBgn0032624
FBgn0031361	FBgn0032160	FBgn0032626

FBgn0032632	FBgn0033357	FBgn0033819
FBgn0032645	FBgn0033358	FBgn0033846
FBgn0032658	FBgn0033366	FBgn0033866
FBgn0032706	FBgn0033375	FBgn0033875
FBgn0032717	FBgn0033377	FBgn0033884
FBgn0032719	FBgn0033381	FBgn0033886
FBgn0032724	FBgn0033405	FBgn0033889
FBgn0032774	FBgn0033434	FBgn0033906
FBgn0032783	FBgn0033437	FBgn0033911
FBgn0032785	FBgn0033438	FBgn0033912
FBgn0032803	FBgn0033454	FBgn0033916
FBgn0032834	FBgn0033468	FBgn0033924
FBgn0032840	FBgn0033471	FBgn0033925
FBgn0032853	FBgn0033483	FBgn0033929
FBgn0032856	FBgn0033486	FBgn0033935
FBgn0032858	FBgn0033504	FBgn0033951
FBgn0032859	FBgn0033519	FBgn0033995
FBgn0032868	FBgn0033538	FBgn0033999
FBgn0032878	FBgn0033541	FBgn0034032
FBgn0032884	FBgn0033557	FBgn0034046
FBgn0032889	FBgn0033558	FBgn0034067
FBgn0032897	FBgn0033582	FBgn0034072
FBgn0032956	FBgn0033603	FBgn0034076
FBgn0032957	FBgn0033628	FBgn0034118
FBgn0033033	FBgn0033631	FBgn0034128
FBgn0033042	FBgn0033638	FBgn0034132
FBgn0033059	FBgn0033649	FBgn0034143
FBgn0033062	FBgn0033653	FBgn0034152
FBgn0033065	FBgn0033654	FBgn0034162
FBgn0033075	FBgn0033679	FBgn0034176
FBgn0033081	FBgn0033698	FBgn0034180
FBgn0033086	FBgn0033716	FBgn0034199
FBgn0033087	FBgn0033717	FBgn0034200
FBgn0033093	FBgn0033734	FBgn0034205
FBgn0033101	FBgn0033737	FBgn0034246
FBgn0033117	FBgn0033744	FBgn0034292
FBgn0033122	FBgn0033756	FBgn0034294
FBgn0033154	FBgn0033757	FBgn0034356
FBgn0033158	FBgn0033761	FBgn0034364
FBgn0033179	FBgn0033762	FBgn0034389
FBgn0033208	FBgn0033791	FBgn0034419
FBgn0033212	FBgn0033792	FBgn0034452
FBgn0033224	FBgn0033802	FBgn0034460
FBgn0033297	FBgn0033816	FBgn0034583

FBgn0034595	FBgn0035528	FBgn0036374
FBgn0034611	FBgn0035538	FBgn0036381
FBgn0034636	FBgn0035541	FBgn0036460
FBgn0034638	FBgn0035542	FBgn0036482
FBgn0034641	FBgn0035555	FBgn0036495
FBgn0034644	FBgn0035558	FBgn0036511
FBgn0034718	FBgn0035617	FBgn0036512
FBgn0034829	FBgn0035638	FBgn0036576
FBgn0034840	FBgn0035649	FBgn0036577
FBgn0034921	FBgn0035676	FBgn0036585
FBgn0034962	FBgn0035679	FBgn0036602
FBgn0034974	FBgn0035693	FBgn0036618
FBgn0034999	FBgn0035708	FBgn0036662
FBgn0035016	FBgn0035718	FBgn0036678
FBgn0035020	FBgn0035719	FBgn0036695
FBgn0035023	FBgn0035720	FBgn0036715
FBgn0035027	FBgn0035768	FBgn0036725
FBgn0035041	FBgn0035772	FBgn0036729
FBgn0035076	FBgn0035805	FBgn0036742
FBgn0035086	FBgn0035827	FBgn0036763
FBgn0035097	FBgn0035844	FBgn0036768
FBgn0035142	FBgn0035853	FBgn0036769
FBgn0035148	FBgn0035859	FBgn0036785
FBgn0035150	FBgn0035875	FBgn0036804
FBgn0035153	FBgn0035986	FBgn0036813
FBgn0035157	FBgn0036014	FBgn0036821
FBgn0035159	FBgn0036032	FBgn0036834
FBgn0035179	FBgn0036035	FBgn0036843
FBgn0035199	FBgn0036059	FBgn0036844
FBgn0035253	FBgn0036161	FBgn0036851
FBgn0035282	FBgn0036173	FBgn0036891
FBgn0035283	FBgn0036196	FBgn0036895
FBgn0035285	FBgn0036202	FBgn0036897
FBgn0035321	FBgn0036259	FBgn0036908
FBgn0035331	FBgn0036274	FBgn0036924
FBgn0035333	FBgn0036277	FBgn0036927
FBgn0035348	FBgn0036278	FBgn0036947
FBgn0035359	FBgn0036279	FBgn0036967
FBgn0035372	FBgn0036285	FBgn0036970
FBgn0035379	FBgn0036309	FBgn0036973
FBgn0035402	FBgn0036317	FBgn0036980
FBgn0035473	FBgn0036331	FBgn0036997
FBgn0035515	FBgn0036334	FBgn0036998
FBgn0035522	FBgn0036362	FBgn0037001

FBgn0037036	FBgn0037657	FBgn0038183
FBgn0037044	FBgn0037659	FBgn0038186
FBgn0037069	FBgn0037660	FBgn0038224
FBgn0037094	FBgn0037677	FBgn0038237
FBgn0037102	FBgn0037680	FBgn0038244
FBgn0037106	FBgn0037716	FBgn0038277
FBgn0037142	FBgn0037728	FBgn0038279
FBgn0037149	FBgn0037737	FBgn0038290
FBgn0037151	FBgn0037756	FBgn0038307
FBgn0037182	FBgn0037757	FBgn0038321
FBgn0037186	FBgn0037758	FBgn0038331
FBgn0037188	FBgn0037760	FBgn0038339
FBgn0037195	FBgn0037807	FBgn0038342
FBgn0037204	FBgn0037810	FBgn0038343
FBgn0037218	FBgn0037819	FBgn0038359
FBgn0037225	FBgn0037826	FBgn0038389
FBgn0037249	FBgn0037836	FBgn0038420
FBgn0037283	FBgn0037838	FBgn0038460
FBgn0037290	FBgn0037860	FBgn0038504
FBgn0037305	FBgn0037889	FBgn0038515
FBgn0037356	FBgn0037897	FBgn0038516
FBgn0037364	FBgn0037899	FBgn0038539
FBgn0037371	FBgn0037939	FBgn0038546
FBgn0037387	FBgn0037949	FBgn0038586
FBgn0037405	FBgn0037978	FBgn0038617
FBgn0037408	FBgn0037994	FBgn0038647
FBgn0037412	FBgn0038017	FBgn0038656
FBgn0037414	FBgn0038018	FBgn0038659
FBgn0037431	FBgn0038049	FBgn0038672
FBgn0037460	FBgn0038052	FBgn0038676
FBgn0037482	FBgn0038063	FBgn0038678
FBgn0037483	FBgn0038065	FBgn0038683
FBgn0037486	FBgn0038068	FBgn0038694
FBgn0037513	FBgn0038084	FBgn0038714
FBgn0037525	FBgn0038087	FBgn0038722
FBgn0037530	FBgn0038098	FBgn0038760
FBgn0037546	FBgn0038100	FBgn0038762
FBgn0037551	FBgn0038115	FBgn0038771
FBgn0037581	FBgn0038126	FBgn0038774
FBgn0037583	FBgn0038131	FBgn0038828
FBgn0037608	FBgn0038140	FBgn0038837
FBgn0037616	FBgn0038160	FBgn0038838
FBgn0037636	FBgn0038179	FBgn0038847
FBgn0037648	FBgn0038180	FBgn0038880

FBgn0038918	FBgn0039651	FBgn0040984
FBgn0038925	FBgn0039671	FBgn0041004
FBgn0038938	FBgn0039674	FBgn0041096
FBgn0038948	FBgn0039685	FBgn0041097
FBgn0038952	FBgn0039704	FBgn0041161
FBgn0038957	FBgn0039711	FBgn0041181
FBgn0038983	FBgn0039719	FBgn0041188
FBgn0039004	FBgn0039765	FBgn0041203
FBgn0039007	FBgn0039773	FBgn0041337
FBgn0039026	FBgn0039805	FBgn0041582
FBgn0039041	FBgn0039864	FBgn0041707
FBgn0039054	FBgn0039881	FBgn0041711
FBgn0039065	FBgn0039915	FBgn0042085
FBgn0039073	FBgn0039920	FBgn0042092
FBgn0039075	FBgn0039929	FBgn0042111
FBgn0039078	FBgn0039970	FBgn0042112
FBgn0039081	FBgn0039972	FBgn0042134
FBgn0039089	FBgn0040028	FBgn0042180
FBgn0039091	FBgn0040034	FBgn0042711
FBgn0039093	FBgn0040087	FBgn0043012
FBgn0039104	FBgn0040271	FBgn0043457
FBgn0039113	FBgn0040290	FBgn0043532
FBgn0039132	FBgn0040318	FBgn0043578
FBgn0039136	FBgn0040324	FBgn0043792
FBgn0039141	FBgn0040359	FBgn0043825
FBgn0039217	FBgn0040372	FBgn0046114
FBgn0039269	FBgn0040491	FBgn0046214
FBgn0039271	FBgn0040496	FBgn0046222
FBgn0039294	FBgn0040506	FBgn0046225
FBgn0039297	FBgn0040519	FBgn0046247
FBgn0039301	FBgn0040532	FBgn0046687
FBgn0039310	FBgn0040600	FBgn0050026
FBgn0039338	FBgn0040629	FBgn0050089
FBgn0039350	FBgn0040636	FBgn0050118
FBgn0039450	FBgn0040699	FBgn0050172
FBgn0039451	FBgn0040725	FBgn0050183
FBgn0039453	FBgn0040726	FBgn0050263
FBgn0039454	FBgn0040759	FBgn0050278
FBgn0039494	FBgn0040763	FBgn0050285
FBgn0039510	FBgn0040871	FBgn0050359
FBgn0039532	FBgn0040890	FBgn0050360
FBgn0039580	FBgn0040900	FBgn0050376
FBgn0039584	FBgn0040931	FBgn0050380
FBgn0039594	FBgn0040950	FBgn0050486

FBgn0050493	FBgn0052451	FBgn0085197
FBgn0051010	FBgn0052452	FBgn0085261
FBgn0051029	FBgn0052506	FBgn0085276
FBgn0051038	FBgn0052544	FBgn0085285
FBgn0051040	FBgn0052547	FBgn0085354
FBgn0051051	FBgn0052579	FBgn0085370
FBgn0051105	FBgn0052642	FBgn0085374
FBgn0051158	FBgn0052652	FBgn0085376
FBgn0051161	FBgn0052676	FBgn0085399
FBgn0051217	FBgn0052703	FBgn0085408
FBgn0051220	FBgn0052985	FBgn0085433
FBgn0051224	FBgn0053087	FBgn0085442
FBgn0051288	FBgn0053099	FBgn0085444
FBgn0051324	FBgn0053120	FBgn0085478
FBgn0051390	FBgn0053123	FBgn0086265
FBgn0051419	FBgn0053208	FBgn0086355
FBgn0051463	FBgn0053299	FBgn0086356
FBgn0051472	FBgn0053302	FBgn0086358
FBgn0051475	FBgn0053340	FBgn0086367
FBgn0051493	FBgn0053508	FBgn0086899
FBgn0051559	FBgn0053516	FBgn0086901
FBgn0051638	FBgn0053523	FBgn0086909
FBgn0051665	FBgn0053526	FBgn0086917
FBgn0051676	FBgn0053543	FBgn0087011
FBgn0051698	FBgn0053547	FBgn0087040
FBgn0051781	FBgn0053548	FBgn0243486
FBgn0051855	FBgn0053704	FBgn0250754
FBgn0051949	FBgn0054015	FBgn0250786
FBgn0051956	FBgn0054041	FBgn0250833
FBgn0051992	FBgn0058042	FBgn0250835
FBgn0052057	FBgn0058045	FBgn0250845
FBgn0052075	FBgn0058196	FBgn0250850
FBgn0052085	FBgn0058198	FBgn0250869
FBgn0052112	FBgn0061200	FBgn0250871
FBgn0052115	FBgn0061469	FBgn0259145
FBgn0052117	FBgn0063485	FBgn0259150
FBgn0052133	FBgn0063492	FBgn0259174
FBgn0052190	FBgn0067864	FBgn0259192
FBgn0052243	FBgn0083943	FBgn0259214
FBgn0052262	FBgn0083950	FBgn0259228
FBgn0052365	FBgn0083953	FBgn0259241
FBgn0052380	FBgn0083961	FBgn0259244
FBgn0052438	FBgn0083965	FBgn0259245
FBgn0052440	FBgn0083986	FBgn0259246

FBgn0259685	FBgn0261647	FBgn0263289
FBgn0259713	FBgn0261708	FBgn0263346
FBgn0259714	FBgn0261793	FBgn0263353
FBgn0259749	FBgn0261794	FBgn0263384
FBgn0259824	FBgn0261800	FBgn0263391
FBgn0259834	FBgn0261803	FBgn0263398
FBgn0259935	FBgn0261853	FBgn0263402
FBgn0259955	FBgn0261872	FBgn0263603
FBgn0259959	FBgn0261873	FBgn0263768
FBgn0259970	FBgn0261885	FBgn0263832
FBgn0259971	FBgn0261929	FBgn0263934
FBgn0259973	FBgn0261931	FBgn0264260
FBgn0260393	FBgn0261983	FBgn0264495
FBgn0260436	FBgn0261988	FBgn0264502
FBgn0260439	FBgn0262018	FBgn0264507
FBgn0260659	FBgn0262030	FBgn0264694
FBgn0260660	FBgn0262108	FBgn0264707
FBgn0260742	FBgn0262116	FBgn0264712
FBgn0260749	FBgn0262143	FBgn0264753
FBgn0260798	FBgn0262150	FBgn0264785
FBgn0260959	FBgn0262362	FBgn0264867
FBgn0260985	FBgn0262475	FBgn0264902
FBgn0260997	FBgn0262479	FBgn0264911
FBgn0261058	FBgn0262483	FBgn0264954
FBgn0261061	FBgn0262518	FBgn0264958
FBgn0261085	FBgn0262527	FBgn0264979
FBgn0261089	FBgn0262613	FBgn0265002
FBgn0261113	FBgn0262621	FBgn0265045
FBgn0261268	FBgn0262636	FBgn0265145
FBgn0261269	FBgn0262722	FBgn0265262
FBgn0261278	FBgn0262730	FBgn0265263
FBgn0261279	FBgn0262740	FBgn0265298
FBgn0261280	FBgn0262845	FBgn0265317
FBgn0261336	FBgn0262870	FBgn0265598
FBgn0261338	FBgn0262971	FBgn0265623
FBgn0261341	FBgn0263024	FBgn0265630
FBgn0261349	FBgn0263036	FBgn0265684
FBgn0261403	FBgn0263078	FBgn0265721
FBgn0261444	FBgn0263082	FBgn0265739
FBgn0261531	FBgn0263112	FBgn0265767
FBgn0261553	FBgn0263199	FBgn0265778
FBgn0261574	FBgn0263219	FBgn0265944
FBgn0261579	FBgn0263236	FBgn0265959
FBgn0261581	FBgn0263257	FBgn0266019

FBgn0266222  
FBgn0266227  
FBgn0266537  
FBgn0266570  
FBgn0266724  
FBgn0266848  
FBgn0266962  
FBgn0267028  
FBgn0267176  
FBgn0267197  
FBgn0267199  
FBgn0267213  
FBgn0267215  
FBgn0267264  
FBgn0267301

**CLUSTER 6**  
**(84 genes)**FBgn0264695  
FBgn0264991

FBgn0000047	FBgn0034474
FBgn0000100	FBgn0034497
FBgn0000579	FBgn0034515
FBgn0001091	FBgn0034877
FBgn0001216	FBgn0034935
FBgn0001296	FBgn0034968
FBgn0001297	FBgn0035252
FBgn0002938	FBgn0035533
FBgn0002940	FBgn0035771
FBgn0003149	FBgn0035871
FBgn0003178	FBgn0035917
FBgn0003423	FBgn0036106
FBgn0003517	FBgn0036597
FBgn0004045	FBgn0036728
FBgn0004047	FBgn0036837
FBgn0005391	FBgn0037298
FBgn0010516	FBgn0037328
FBgn0010612	FBgn0037580
FBgn0011280	FBgn0037715
FBgn0017567	FBgn0037749
FBgn0019940	FBgn0037835
FBgn0020618	FBgn0038111
FBgn0024289	FBgn0038271
FBgn0024807	FBgn0038975
FBgn0028342	FBgn0039486
FBgn0028480	FBgn0039697
FBgn0028737	FBgn0039737
FBgn0029172	FBgn0039923
FBgn0029868	FBgn0040206
FBgn0030482	FBgn0040239
FBgn0030853	FBgn0040606
FBgn0031066	FBgn0040923
FBgn0031267	FBgn0041342
FBgn0031436	FBgn0042135
FBgn0031589	FBgn0051151
FBgn0031830	FBgn0051523
FBgn0032029	FBgn0053110
FBgn0032398	FBgn0067905
FBgn0033782	FBgn0086558
FBgn0033820	FBgn0261985
FBgn0033919	FBgn0263006

**CLUSTER 7****(158 genes)**

FBgn0000064	FBgn0024365	FBgn0039713
FBgn0002780	FBgn0024811	FBgn0039757
FBgn0003462	FBgn0025608	FBgn0039761
FBgn0003514	FBgn0026602	FBgn0039768
FBgn0003676	FBgn0027492	FBgn0039777
FBgn0003887	FBgn0027588	FBgn0039778
FBgn0003979	FBgn0027835	FBgn0039830
FBgn0003980	FBgn0028473	FBgn0040060
FBgn0004432	FBgn0029761	FBgn0040388
FBgn0004552	FBgn0029911	FBgn0040529
FBgn0004907	FBgn0030245	FBgn0040660
FBgn0005533	FBgn0030310	FBgn0040729
FBgn0005666	FBgn0030521	FBgn0040907
FBgn0010488	FBgn0031560	FBgn0040918
FBgn0013981	FBgn0031561	FBgn0040985
FBgn0014020	FBgn0031653	FBgn0041789
FBgn0014184	FBgn0031654	FBgn0043070
FBgn0014391	FBgn0031980	FBgn0051198
FBgn0014870	FBgn0032151	FBgn0051233
FBgn0014879	FBgn0032721	FBgn0051901
FBgn0015031	FBgn0033327	FBgn0051997
FBgn0015221	FBgn0033608	FBgn0052062
FBgn0015222	FBgn0034247	FBgn0052163
FBgn0015625	FBgn0034296	FBgn0053181
FBgn0016119	FBgn0034691	FBgn0053192
FBgn0016120	FBgn0035087	FBgn0083167
FBgn0016687	FBgn0035397	FBgn0086472
FBgn0016700	FBgn0035583	FBgn0086707
FBgn0016917	FBgn0035665	FBgn0250814
FBgn0016978	FBgn0036258	FBgn0250815
FBgn0017448	FBgn0036918	FBgn0250868
FBgn0017581	FBgn0036921	FBgn0259143
FBgn0019624	FBgn0037351	FBgn0259998
FBgn0019661	FBgn0037686	FBgn0260003
FBgn0019948	FBgn0037766	FBgn0260441
FBgn0020496	FBgn0037874	FBgn0260462
FBgn0020508	FBgn0038136	FBgn0260943
FBgn0020513	FBgn0038519	FBgn0260960
FBgn0020653	FBgn0038965	FBgn0260971
FBgn0020906	FBgn0039300	FBgn0260995
FBgn0023197	FBgn0039406	FBgn0261258

FBgn0261260  
FBgn0261397  
FBgn0261549  
FBgn0261555  
FBgn0261564  
FBgn0261565  
FBgn0261570  
FBgn0261584  
FBgn0261593  
FBgn0261597  
FBgn0261599  
FBgn0261606  
FBgn0261608  
FBgn0261615  
FBgn0261710  
FBgn0261802  
FBgn0261811  
FBgn0261822  
FBgn0261823  
FBgn0261836  
FBgn0261955  
FBgn0262476  
FBgn0262593  
FBgn0262614  
FBgn0262617  
FBgn0263081  
FBgn0263118  
FBgn0263231  
FBgn0264489  
FBgn0265415  
FBgn0265457  
FBgn0266410  
FBgn0266599  
FBgn0266672  
FBgn0266717

**CLUSTER 8****(74 genes)**

FBgn0000253	FBgn0030479
FBgn0000568	FBgn0030869
FBgn0000659	FBgn0032453
FBgn0001186	FBgn0032509
FBgn0001218	FBgn0032518
FBgn0001942	FBgn0032725
FBgn0003371	FBgn0032773
FBgn0003638	FBgn0032899
FBgn0003884	FBgn0035374
FBgn0004103	FBgn0035896
FBgn0004198	FBgn0036398
FBgn0004228	FBgn0039031
FBgn0004237	FBgn0039214
FBgn0004242	FBgn0050296
FBgn0004244	FBgn0051550
FBgn0004363	FBgn0052204
FBgn0004370	FBgn0052206
FBgn0005775	FBgn0085412
FBgn0013325	FBgn0086675
FBgn0013750	FBgn0086676
FBgn0014455	FBgn0250838
FBgn0015372	FBgn0250839
FBgn0015600	FBgn0259222
FBgn0015609	FBgn0259735
FBgn0015622	FBgn0261602
FBgn0015754	FBgn0262579
FBgn0020369	FBgn0262736
FBgn0023143	FBgn0262737
FBgn0024362	FBgn0263911
FBgn0025394	FBgn0265082
FBgn0025456	FBgn0266354
FBgn0025463	FBgn0266711
FBgn0025558	FBgn0266801
FBgn0025800	
FBgn0025809	
FBgn0026313	
FBgn0026409	
FBgn0026418	
FBgn0027081	
FBgn0028863	
FBgn0029134	

**CLUSTER 9****(616 genes)**

FBgn0000287	FBgn0017456	FBgn0030304
FBgn0000542	FBgn0019828	FBgn0030409
FBgn0000723	FBgn0020909	FBgn0030508
FBgn0001149	FBgn0022027	FBgn0030538
FBgn0001169	FBgn0023023	FBgn0030582
FBgn0001217	FBgn0023175	FBgn0030610
FBgn0001222	FBgn0023535	FBgn0030620
FBgn0001612	FBgn0024555	FBgn0030622
FBgn0001991	FBgn0024913	FBgn0030672
FBgn0002576	FBgn0024941	FBgn0030673
FBgn0002736	FBgn0025115	FBgn0030691
FBgn0002872	FBgn0025676	FBgn0030745
FBgn0003002	FBgn0026141	FBgn0030797
FBgn0003093	FBgn0026192	FBgn0030930
FBgn0003139	FBgn0026479	FBgn0030933
FBgn0003205	FBgn0026619	FBgn0030989
FBgn0003206	FBgn0026666	FBgn0030990
FBgn0003254	FBgn0027095	FBgn0031040
FBgn0003867	FBgn0027348	FBgn0031047
FBgn0003890	FBgn0027505	FBgn0031091
FBgn0003975	FBgn0027539	FBgn0031097
FBgn0004054	FBgn0027549	FBgn0031103
FBgn0004173	FBgn0027598	FBgn0031119
FBgn0004175	FBgn0027791	FBgn0031142
FBgn0004191	FBgn0027945	FBgn0031276
FBgn0004362	FBgn0028341	FBgn0031277
FBgn0005198	FBgn0028382	FBgn0031313
FBgn0005386	FBgn0028399	FBgn0031323
FBgn0005411	FBgn0028427	FBgn0031364
FBgn0005561	FBgn0028429	FBgn0031374
FBgn0005671	FBgn0028507	FBgn0031384
FBgn0010434	FBgn0028670	FBgn0031392
FBgn0011260	FBgn0028692	FBgn0031410
FBgn0011336	FBgn0028980	FBgn0031453
FBgn0011668	FBgn0029174	FBgn0031501
FBgn0014001	FBgn0029703	FBgn0031601
FBgn0014163	FBgn0029812	FBgn0031629
FBgn0015379	FBgn0029818	FBgn0031722
FBgn0015541	FBgn0030058	FBgn0031723
FBgn0015550	FBgn0030082	FBgn0031774
FBgn0015818	FBgn0030148	FBgn0031786

FBgn0031926	FBgn0033988	FBgn0035622
FBgn0031947	FBgn0033990	FBgn0035624
FBgn0031976	FBgn0034012	FBgn0035670
FBgn0032036	FBgn0034051	FBgn0035692
FBgn0032264	FBgn0034097	FBgn0035709
FBgn0032292	FBgn0034099	FBgn0035713
FBgn0032293	FBgn0034127	FBgn0035724
FBgn0032299	FBgn0034352	FBgn0035756
FBgn0032315	FBgn0034400	FBgn0035776
FBgn0032330	FBgn0034408	FBgn0035791
FBgn0032336	FBgn0034438	FBgn0035800
FBgn0032360	FBgn0034455	FBgn0035838
FBgn0032374	FBgn0034461	FBgn0035842
FBgn0032492	FBgn0034494	FBgn0035856
FBgn0032650	FBgn0034520	FBgn0035865
FBgn0032654	FBgn0034606	FBgn0035868
FBgn0032682	FBgn0034631	FBgn0035879
FBgn0032702	FBgn0034692	FBgn0035915
FBgn0032713	FBgn0034729	FBgn0035942
FBgn0032753	FBgn0034824	FBgn0035983
FBgn0032857	FBgn0034835	FBgn0035997
FBgn0032894	FBgn0034908	FBgn0036008
FBgn0032971	FBgn0034911	FBgn0036031
FBgn0033131	FBgn0035005	FBgn0036091
FBgn0033215	FBgn0035124	FBgn0036134
FBgn0033280	FBgn0035139	FBgn0036165
FBgn0033317	FBgn0035143	FBgn0036168
FBgn0033448	FBgn0035160	FBgn0036179
FBgn0033466	FBgn0035204	FBgn0036180
FBgn0033467	FBgn0035229	FBgn0036246
FBgn0033490	FBgn0035281	FBgn0036287
FBgn0033539	FBgn0035316	FBgn0036288
FBgn0033623	FBgn0035355	FBgn0036318
FBgn0033680	FBgn0035371	FBgn0036397
FBgn0033687	FBgn0035388	FBgn0036428
FBgn0033701	FBgn0035410	FBgn0036484
FBgn0033702	FBgn0035427	FBgn0036496
FBgn0033705	FBgn0035481	FBgn0036505
FBgn0033706	FBgn0035495	FBgn0036588
FBgn0033818	FBgn0035517	FBgn0036714
FBgn0033888	FBgn0035532	FBgn0036773
FBgn0033915	FBgn0035567	FBgn0036830
FBgn0033918	FBgn0035574	FBgn0036880
FBgn0033934	FBgn0035607	FBgn0036881

FBgn0036882	FBgn0038145	FBgn0039668
FBgn0036939	FBgn0038159	FBgn0039678
FBgn0036974	FBgn0038189	FBgn0039705
FBgn0036975	FBgn0038196	FBgn0039734
FBgn0036993	FBgn0038200	FBgn0039739
FBgn0037000	FBgn0038208	FBgn0039747
FBgn0037026	FBgn0038337	FBgn0039771
FBgn0037028	FBgn0038369	FBgn0039796
FBgn0037037	FBgn0038423	FBgn0039812
FBgn0037086	FBgn0038432	FBgn0039816
FBgn0037100	FBgn0038468	FBgn0039852
FBgn0037108	FBgn0038469	FBgn0039869
FBgn0037153	FBgn0038474	FBgn0039883
FBgn0037292	FBgn0038542	FBgn0039890
FBgn0037326	FBgn0038589	FBgn0039896
FBgn0037399	FBgn0038649	FBgn0039897
FBgn0037416	FBgn0038655	FBgn0039900
FBgn0037419	FBgn0038686	FBgn0039911
FBgn0037427	FBgn0038727	FBgn0039927
FBgn0037470	FBgn0038740	FBgn0039928
FBgn0037517	FBgn0038766	FBgn0039932
FBgn0037561	FBgn0038815	FBgn0039938
FBgn0037569	FBgn0038862	FBgn0039944
FBgn0037669	FBgn0038921	FBgn0039958
FBgn0037698	FBgn0038968	FBgn0039969
FBgn0037723	FBgn0038979	FBgn0040283
FBgn0037747	FBgn0038980	FBgn0040284
FBgn0037849	FBgn0038981	FBgn0040297
FBgn0037884	FBgn0039064	FBgn0040333
FBgn0037891	FBgn0039115	FBgn0040367
FBgn0037892	FBgn0039229	FBgn0040382
FBgn0037908	FBgn0039261	FBgn0040394
FBgn0037916	FBgn0039272	FBgn0040534
FBgn0037941	FBgn0039371	FBgn0040551
FBgn0037986	FBgn0039386	FBgn0040554
FBgn0038008	FBgn0039411	FBgn0040601
FBgn0038020	FBgn0039553	FBgn0040797
FBgn0038028	FBgn0039566	FBgn0040877
FBgn0038039	FBgn0039576	FBgn0040904
FBgn0038043	FBgn0039632	FBgn0040905
FBgn0038057	FBgn0039635	FBgn0041092
FBgn0038113	FBgn0039637	FBgn0041105
FBgn0038127	FBgn0039644	FBgn0041210
FBgn0038134	FBgn0039648	FBgn0041624

FBgn0041627	FBgn0051451	FBgn0054031
FBgn0043455	FBgn0051459	FBgn0054039
FBgn0043900	FBgn0051495	FBgn0058178
FBgn0044028	FBgn0051522	FBgn0058191
FBgn0044324	FBgn0051556	FBgn0058263
FBgn0044826	FBgn0051609	FBgn0058378
FBgn0045063	FBgn0051612	FBgn0058470
FBgn0045761	FBgn0051632	FBgn0062413
FBgn0045770	FBgn0051639	FBgn0062449
FBgn0045862	FBgn0051644	FBgn0062978
FBgn0046692	FBgn0051646	FBgn0063127
FBgn0047351	FBgn0051659	FBgn0063649
FBgn0050039	FBgn0051668	FBgn0069242
FBgn0050069	FBgn0051735	FBgn0083962
FBgn0050115	FBgn0051792	FBgn0083966
FBgn0050122	FBgn0051809	FBgn0085222
FBgn0050154	FBgn0051823	FBgn0085224
FBgn0050184	FBgn0051908	FBgn0085387
FBgn0050259	FBgn0052000	FBgn0085390
FBgn0050324	FBgn0052006	FBgn0085413
FBgn0050361	FBgn0052017	FBgn0085414
FBgn0050377	FBgn0052037	FBgn0085440
FBgn0050392	FBgn0052086	FBgn0085446
FBgn0050395	FBgn0052107	FBgn0085599
FBgn0050404	FBgn0052137	FBgn0085625
FBgn0050419	FBgn0052138	FBgn0086604
FBgn0050421	FBgn0052177	FBgn0086907
FBgn0051025	FBgn0052208	FBgn0250841
FBgn0051118	FBgn0052283	FBgn0250842
FBgn0051121	FBgn0052372	FBgn0250844
FBgn0051140	FBgn0052373	FBgn0250874
FBgn0051145	FBgn0052803	FBgn0259146
FBgn0051163	FBgn0053147	FBgn0259849
FBgn0051183	FBgn0053179	FBgn0260486
FBgn0051201	FBgn0053223	FBgn0260776
FBgn0051216	FBgn0053341	FBgn0260942
FBgn0051221	FBgn0053490	FBgn0260944
FBgn0051262	FBgn0053517	FBgn0261270
FBgn0051279	FBgn0053554	FBgn0261283
FBgn0051323	FBgn0053639	FBgn0261339
FBgn0051327	FBgn0053653	FBgn0261573
FBgn0051361	FBgn0053700	FBgn0261575
FBgn0051363	FBgn0053958	FBgn0261862
FBgn0051414	FBgn0053993	FBgn0261925

FBgn0261953	FBgn0263987	FBgn0267077
FBgn0261996	FBgn0264000	FBgn0267089
FBgn0262115	FBgn0264002	FBgn0267111
FBgn0262117	FBgn0264308	FBgn0267145
FBgn0262149	FBgn0264362	FBgn0267252
FBgn0262361	FBgn0264462	FBgn0267290
FBgn0262481	FBgn0264468	FBgn0267336
FBgn0262509	FBgn0264494	FBgn0267348
FBgn0262511	FBgn0264562	FBgn0267351
FBgn0262519	FBgn0264606	
FBgn0262606	FBgn0264607	
FBgn0262714	FBgn0264617	
FBgn0262731	FBgn0264693	
FBgn0262734	FBgn0264711	
FBgn0262812	FBgn0264747	
FBgn0262898	FBgn0264751	
FBgn0262972	FBgn0264868	
FBgn0263019	FBgn0264908	
FBgn0263072	FBgn0264988	
FBgn0263077	FBgn0264998	
FBgn0263079	FBgn0265003	
FBgn0263198	FBgn0265089	
FBgn0263249	FBgn0265174	
FBgn0263321	FBgn0265367	
FBgn0263379	FBgn0265447	
FBgn0263392	FBgn0265455	
FBgn0263395	FBgn0265497	
FBgn0263396	FBgn0265529	
FBgn0263397	FBgn0265641	
FBgn0263490	FBgn0265801	
FBgn0263512	FBgn0265812	
FBgn0263594	FBgn0265876	
FBgn0263613	FBgn0265980	
FBgn0263618	FBgn0266025	
FBgn0263656	FBgn0266179	
FBgn0263659	FBgn0266239	
FBgn0263706	FBgn0266242	
FBgn0263745	FBgn0266250	
FBgn0263764	FBgn0266258	
FBgn0263772	FBgn0266315	
FBgn0263774	FBgn0266457	
FBgn0263782	FBgn0266579	
FBgn0263971	FBgn0266902	
FBgn0263974	FBgn0267038	

**CLUSTER 10****(477 genes)**

FBgn0000382	FBgn0016930	FBgn0030136
FBgn0000499	FBgn0017578	FBgn0030268
FBgn0000636	FBgn0020238	FBgn0030276
FBgn0001105	FBgn0020255	FBgn0030309
FBgn0001122	FBgn0020764	FBgn0030328
FBgn0001145	FBgn0020767	FBgn0030329
FBgn0002531	FBgn0021895	FBgn0030362
FBgn0002533	FBgn0022359	FBgn0030406
FBgn0002535	FBgn0022774	FBgn0030412
FBgn0002569	FBgn0022893	FBgn0030499
FBgn0003279	FBgn0023095	FBgn0030520
FBgn0003357	FBgn0024189	FBgn0030529
FBgn0004575	FBgn0024326	FBgn0030616
FBgn0004867	FBgn0025578	FBgn0030678
FBgn0004921	FBgn0025724	FBgn0030701
FBgn0005427	FBgn0025790	FBgn0030719
FBgn0005585	FBgn0025806	FBgn0030734
FBgn0005630	FBgn0026250	FBgn0030758
FBgn0005649	FBgn0027343	FBgn0030786
FBgn0010039	FBgn0027356	FBgn0030894
FBgn0010113	FBgn0027601	FBgn0030928
FBgn0010198	FBgn0027654	FBgn0030929
FBgn0010213	FBgn0027885	FBgn0030946
FBgn0010341	FBgn0028370	FBgn0030999
FBgn0010412	FBgn0028371	FBgn0031051
FBgn0010583	FBgn0028496	FBgn0031149
FBgn0011290	FBgn0028539	FBgn0031150
FBgn0011692	FBgn0028541	FBgn0031217
FBgn0011726	FBgn0028550	FBgn0031228
FBgn0011760	FBgn0028690	FBgn0031379
FBgn0013347	FBgn0028833	FBgn0031434
FBgn0013726	FBgn0028880	FBgn0031523
FBgn0013954	FBgn0028892	FBgn0031580
FBgn0015286	FBgn0029114	FBgn0031619
FBgn0015615	FBgn0029766	FBgn0031622
FBgn0015756	FBgn0029867	FBgn0031628
FBgn0015789	FBgn0029996	FBgn0031637
FBgn0015795	FBgn0030006	FBgn0031670
FBgn0015803	FBgn0030037	FBgn0031696
FBgn0015907	FBgn0030089	FBgn0031738
FBgn0015925	FBgn0030090	FBgn0031766

FBgn0031781	FBgn0033313	FBgn0034755
FBgn0031802	FBgn0033320	FBgn0034802
FBgn0031814	FBgn0033402	FBgn0034903
FBgn0031835	FBgn0033421	FBgn0034986
FBgn0031913	FBgn0033494	FBgn0035040
FBgn0031936	FBgn0033556	FBgn0035060
FBgn0031948	FBgn0033598	FBgn0035069
FBgn0032042	FBgn0033609	FBgn0035094
FBgn0032075	FBgn0033636	FBgn0035121
FBgn0032078	FBgn0033639	FBgn0035152
FBgn0032083	FBgn0033652	FBgn0035154
FBgn0032120	FBgn0033659	FBgn0035169
FBgn0032209	FBgn0033663	FBgn0035170
FBgn0032242	FBgn0033715	FBgn0035176
FBgn0032283	FBgn0033725	FBgn0035228
FBgn0032390	FBgn0033733	FBgn0035235
FBgn0032465	FBgn0033738	FBgn0035236
FBgn0032629	FBgn0033760	FBgn0035260
FBgn0032643	FBgn0033787	FBgn0035279
FBgn0032646	FBgn0033788	FBgn0035287
FBgn0032669	FBgn0033789	FBgn0035300
FBgn0032679	FBgn0033813	FBgn0035370
FBgn0032690	FBgn0033853	FBgn0035431
FBgn0032723	FBgn0033936	FBgn0035499
FBgn0032799	FBgn0033942	FBgn0035610
FBgn0032812	FBgn0033983	FBgn0035619
FBgn0032813	FBgn0033993	FBgn0035625
FBgn0032815	FBgn0034011	FBgn0035630
FBgn0032900	FBgn0034013	FBgn0035743
FBgn0032955	FBgn0034052	FBgn0035779
FBgn0032986	FBgn0034053	FBgn0035781
FBgn0033000	FBgn0034110	FBgn0035802
FBgn0033015	FBgn0034198	FBgn0035886
FBgn0033017	FBgn0034282	FBgn0035887
FBgn0033047	FBgn0034288	FBgn0035906
FBgn0033079	FBgn0034289	FBgn0035922
FBgn0033155	FBgn0034291	FBgn0035929
FBgn0033162	FBgn0034406	FBgn0035933
FBgn0033186	FBgn0034470	FBgn0035951
FBgn0033188	FBgn0034504	FBgn0036143
FBgn0033203	FBgn0034534	FBgn0036232
FBgn0033225	FBgn0034540	FBgn0036264
FBgn0033272	FBgn0034663	FBgn0036302
FBgn0033296	FBgn0034743	FBgn0036373

FBgn0036448	FBgn0037734	FBgn0040730
FBgn0036449	FBgn0037741	FBgn0040752
FBgn0036462	FBgn0037744	FBgn0040773
FBgn0036463	FBgn0037750	FBgn0040823
FBgn0036534	FBgn0037751	FBgn0040827
FBgn0036659	FBgn0037763	FBgn0040849
FBgn0036665	FBgn0037782	FBgn0040899
FBgn0036686	FBgn0037856	FBgn0040959
FBgn0036697	FBgn0037873	FBgn0041194
FBgn0036713	FBgn0037943	FBgn0041604
FBgn0036717	FBgn0037989	FBgn0041630
FBgn0036731	FBgn0037992	FBgn0042101
FBgn0036732	FBgn0038118	FBgn0042138
FBgn0036734	FBgn0038341	FBgn0042696
FBgn0036738	FBgn0038355	FBgn0042712
FBgn0036745	FBgn0038476	FBgn0043456
FBgn0036746	FBgn0038494	FBgn0043470
FBgn0036752	FBgn0038643	FBgn0044020
FBgn0036754	FBgn0038652	FBgn0046886
FBgn0036767	FBgn0038662	FBgn0047000
FBgn0036790	FBgn0038675	FBgn0050029
FBgn0036817	FBgn0038719	FBgn0050158
FBgn0036948	FBgn0038734	FBgn0050269
FBgn0036949	FBgn0038809	FBgn0050349
FBgn0036952	FBgn0038827	FBgn0050371
FBgn0037007	FBgn0038829	FBgn0051098
FBgn0037070	FBgn0038834	FBgn0051272
FBgn0037114	FBgn0038858	FBgn0051682
FBgn0037171	FBgn0038912	FBgn0051690
FBgn0037181	FBgn0038943	FBgn0051708
FBgn0037213	FBgn0038947	FBgn0052023
FBgn0037231	FBgn0038973	FBgn0052311
FBgn0037235	FBgn0039137	FBgn0052368
FBgn0037240	FBgn0039342	FBgn0052407
FBgn0037255	FBgn0039479	FBgn0052446
FBgn0037315	FBgn0039525	FBgn0052521
FBgn0037347	FBgn0039536	FBgn0052603
FBgn0037384	FBgn0039670	FBgn0052638
FBgn0037409	FBgn0039686	FBgn0052649
FBgn0037468	FBgn0039904	FBgn0052651
FBgn0037696	FBgn0040299	FBgn0052672
FBgn0037709	FBgn0040321	FBgn0052694
FBgn0037710	FBgn0040650	FBgn0052699
FBgn0037713	FBgn0040718	FBgn0052702

FBgn0052719	FBgn0261239	FBgn0266741
FBgn0052767	FBgn0261244	FBgn0266742
FBgn0052813	FBgn0261262	FBgn0266901
FBgn0052816	FBgn0261281	FBgn0267210
FBgn0052834	FBgn0261387	FBgn0267339
FBgn0052843	FBgn0261437	FBgn0267350
FBgn0052945	FBgn0261451	
FBgn0053128	FBgn0261503	
FBgn0053129	FBgn0261509	
FBgn0053180	FBgn0261548	
FBgn0053196	FBgn0261563	
FBgn0053531	FBgn0261616	
FBgn0053970	FBgn0261649	
FBgn0053988	FBgn0261791	
FBgn0083956	FBgn0261792	
FBgn0085205	FBgn0261801	
FBgn0085227	FBgn0261804	
FBgn0085256	FBgn0261995	
FBgn0085265	FBgn0262114	
FBgn0085274	FBgn0262127	
FBgn0085311	FBgn0262567	
FBgn0085386	FBgn0262572	
FBgn0085447	FBgn0262732	
FBgn0086656	FBgn0262739	
FBgn0086694	FBgn0262843	
FBgn0086710	FBgn0263080	
FBgn0086768	FBgn0263220	
FBgn0086898	FBgn0263234	
FBgn0250753	FBgn0263748	
FBgn0250848	FBgn0264305	
FBgn0250876	FBgn0264326	
FBgn0259171	FBgn0264603	
FBgn0259213	FBgn0264922	
FBgn0260008	FBgn0264959	
FBgn0260658	FBgn0265104	
FBgn0260744	FBgn0265297	
FBgn0260745	FBgn0266262	
FBgn0260945	FBgn0266369	
FBgn0261020	FBgn0266375	
FBgn0261046	FBgn0266418	
FBgn0261053	FBgn0266521	
FBgn0261090	FBgn0266697	