

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
ESCUELA DE POST GRADO**



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE SELECCIÓN DE GRANOS DE
CAFÉ APLICANDO VISIÓN ARTIFICIAL EN LA PROVINCIA DE
HUÁNUCO 2016**

***TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN
GESTIÓN Y NEGOCIOS
MENCION: GESTIÓN DE PROYECTOS***

TESISTA:

Ing. Cesar W. Rosas Echevarría

ASESOR:

Dra. María Villavicencio guardia.

***HUANUCO – PERU
2017***

DEDICATORIA

A las personas más importantes de
mi vida.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que me apoyaron y me sirvieron de inspiración.

RESUMEN

La producción de granos de café en la localidad se encuentra en incremento, esto es así porque en el mundo se está reconociendo cada vez más la calidad del producto nacional, esto es un factor por el cual existe un incremento de centros de acopio, los cuales poseen métodos empíricos para determinar características físicas como son principalmente el tamaño y color que son los factores determinantes para poner el precio que se les ha de pagar a los productores.

Se vio entonces que en el mercado no existen métodos económicos que permitan realizar esa clasificación, pero se vio también que existen técnicas a través de las cuales se podía determinar esos parámetros, uno de esos era la visión artificial.

Se vio por conveniente la aplicación de la visión artificial en un entorno python para el desarrollo de un sistema que permita la clasificación de los granos, centrándose en el tamaño y el color, y se procedió a las pruebas respectivas obteniendo un grado de satisfacción aceptable que permitiría tener una opción económica en el proceso de selección de granos y cuyos resultados se muestran en el presente trabajo de investigación.

SUMMARY

The production of coffee beans in the locality is in the increase, this is because the world is increasingly recognizing the quality of the national product, this is a factor by which there is an increase in the collection centers, Poseen Empirical methods to determine the physical characteristics as mainly the size and the color that the determining factors to put the price that has to be paid to the producers.

It was seen that the market does not exist the economic methods that allow to realize that classification, but also that there exist techniques through which the government to determine those parameters, one of these was the artificial vision.

It was considered convenient to apply the artificial vision in a python environment for the development of a system that allows the classification of grains, focusing on size and color, and proceeded to the respective tests to obtain an acceptable degree of satisfaction That have an economic option in the process of grain selection and whose results are in the present research work.

INTRODUCCIÓN

La calidad es un concepto que tiene varias definiciones, pero una de las más aceptadas es: “*calidad es lo que el cliente dice que es calidad*”, por lo tanto, se puede entender que en función de que cliente tengamos, pues se tendrá que variar nuestros parámetros de calidad, llevado esto al tema de estudio, se puede dar a entender que se hace necesario la posesión de un sistema que permita varias las características de calidad que el cliente solicita.

Por lo anterior mencionado se hace necesario un sistema que permita el monitoreo de calidad en base a parámetros ciertos parámetros como son el color y el tamaño, y que sea económico y de fácil implementación.

Es por lo anterior mencionado que se decidió desarrollar un sistema que permita monitorear los parámetros de color y tamaño de los grados de café, y que pueda ser utilizado por los centros de acopio en general.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY.....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
INDICE.....	vii
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. <i>Problema general</i>	2
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.5. VARIABLES	3
1.5.1. Variable dependiente.....	3
1.5.2. Variable independiente	4
1.5.3. Operacionalización de variables	5
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	6
1.7. VIABILIDAD	7
1.8. LIMITACIONES.....	7
CAPITULO II.....	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.1.1. Internacional.....	8
2.1.2. NACIONAL.....	10
2.1.3. LOCAL.....	11
2.2. BASES TEÓRICAS	12
2.2.1. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CAFÉ EN EL PERU.	12
2.2.2. SELECCIÓN MANUAL DE CAFÉ.....	13
2.2.3. VISION ARTIFICIAL.....	15
CAPITULO III	27
METODOLOGIA	27
3.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACION.....	27
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACION.....	27
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACION	27

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	28
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	29
3.4. DEFINICIÓN OPERATIVA DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DATOS.....	29
3.5. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS.....	30
CAPITULO IV	31
RESULTADOS.....	31
4.1. RESULTADOS DE TRABAJO DE CAMPO.....	31
4.1.1. ESTADO INICIAL DE LOS GRANOS DE CAFÉ.....	31
4.1.2. RESULTADOS DESPUES DE LA PRUEBA POR EL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL UTILIZANDO WEBCAM.	33
4.1.1. RESULTADOS DESPUES DE LA PRUEBA POR EL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL UTILIZANDO CAMARA DE 1080.....	35
4.2. CONTRASTACIONDE HIPOTESIS.....	36
4.2.1. HIPOTESIS.....	36
4.2.2. DECISIÓN.....	36
4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS.....	37
CAPÍTULO V	38
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
5.1. DISCUCIONES	38
CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFIA.....	41
ANEXO.....	42

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

En los últimos años el café peruano está siendo reconocido a nivel mundial por ser un producto de calidad, hecho por el cual se está incrementando su producción, incrementando el tiempo del proceso de selección, haciendo difícil la disminución de los costos.

La selección consiste en que una vez tostado los granos de café, estos deben ser seleccionados para separar los granos con exceso de tiempo de tostado (muy tostado de color más oscuro), esta operación se realiza de manera manual, lo que implica la contratación de mano de obra extra, incrementando el costo de producción.

En el mercado existen actualmente sistemas de selección automatizadas denominados ojos electrónicos cuyos precios sobrepasan los montos que las empresas de la región puedan invertir, ocasionando una brecha entre la producción en masa y la producción artesanal que difícilmente podrá ser superada.

Esta problemática incentivó al desarrollo de una alternativa tecnológica económica y funcional para el proceso de selección utilizando la visión artificial.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el sistema de selección de granos de café aplicando visión artificial en la provincia de Huánuco 2016?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo se encuentra la situación actual del proceso de selección de granos de café en la provincia de Huánuco 2016?

¿Cuál es el estándar de color para la selección de café en la provincia de Huánuco?

¿Cuál es el estándar de tamaño para la selección de café en la provincia de Huánuco?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Proponer un sistema de selección de granos de café aplicando visión artificial en la provincia de Huánuco 2016.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el estándar de color para la selección de café en la provincia de Huánuco.

Determinar el estándar de tamaño para la selección de café en la provincia de Huánuco.

Determinar las características de la cámara para el proceso de selección por visión artificial.

1.4 HIPÓTESIS

HI: un sistema de selección de granos de café aplicando visión artificial permitirá incrementar la productividad del proceso de selección de granos tostados de café.

HO: un sistema de selección de granos de café aplicando visión artificial no permitirá incrementar la productividad del proceso de grano tostado de café.

1.5. VARIABLES

1.5.1. Variable dependiente

Sistema de selección de granos de café

1.5.2. Variable independiente

- Visión artificial
- Estándar de color para la selección de café en la provincia de Huánuco.
- Estándar de tamaño para la selección de café en la provincia de Huánuco.
- Determinación de la característica de la cámara para el proceso de selección por visión artificial.

1.5.3. Operacionalización de variables

Cuadro N 1: operacionalización de variables

VARIABLE	DIEMNSION	INDICADOR
Dependiente sistema de selección de granos de café aplicando visión artificial	cantidad de café para unidad de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • KG. / HORA
Independiente visión artificial	estándar de color para la selección de café	<ul style="list-style-type: none"> • VALOR DE LOS COMPONENTES RGB ¹ DEL GRANO
	estándar de tamaño para la selección de café	<ul style="list-style-type: none"> • MM²
	determinación de las características de la cámara para el proceso de selección	<ul style="list-style-type: none"> • FPS², resolución³

¹ RGB: se refiere al valor de los componentes principales de color de un punto r= red (rojo), g= Green (verde), b=blue(azul) cada valor puede ser desde cero hasta 255, la combinación posible de estos valores nos da una cantidad máxima de 16777216 colores posibles.

² FPS: se refiere a las imágenes por segundo que una cámara puede capturar, siendo que las cámaras que más imágenes por segundo capture, presentan una imagen más limpia, libre de borrones, lo cual es necesario para la captura de objetos en movimiento.

³ resolución: indica a la cantidad de detalles que puede observarse en una imagen. El termino es comúnmente utilizado en relación a imágenes de fotografía digital, pero también se utiliza para describir cuan nítida (como antónimo de granular).

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Justificación práctica, en el proceso de compra/venta y embolsado de los granos de café tanto en forma de fruto como en forma procesada (café tostado) se hace necesario seleccionar los granos en el caso del fruto, estos deben de cumplir con estándares de tamaño y color, estas características son importantes tanto para el vendedor y comprador.

En la actualidad solo se cuenta con un equipo en la ciudad de Tingo María en la cooperativa naranjillo, el cual es insuficiente para la cantidad de café que se produce, eso sumado al costo que supera los S/.20.000 nuevos soles los cuales son inaccesibles para cooperativas más pequeñas, así como los productores de café tostado.

La elaboración de café pasado sin la selección adecuada de los granos de café tostado hacen que el producto final sea no estándar, siendo los principales el color diferenciado, sabor diferenciado, ocasionando la incapacidad de garantizar productos con estándares lo suficiente altos como para vender el producto a un precio mayor que el actual a lo más importante, el ingreso a un mercado mayor.

Importancia

Con un sistema de selección de granos de café aplicando visión artificial se logrará reducir los costos de producción e incrementar la calidad.

1.7. VIABILIDAD

Es viable se cuenta con los conocimientos y recursos necesarios para su realización.

1.8. LIMITACIONES

El sistema solo funcionaria para granos del tamaño de los granos de café hacia más grande, con una producción máxima de 50 kg por hora.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacional

MEXICO:

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ÓPTICA:

ING. OTONIEL IGNO ROSARIO: “SISTEMA PARA CLASIFICACIÓN DE JITOMATES BASADO EN METODOLOGÍA LASER Y ALGORITMOS COMPUTACIONALES”- 2010.

Esta investigación consiste en la implementación de un prototipo de una línea de clasificación de tomate por tamaño y por color aplicando técnicas de metrología óptica, basada en la adquisición y procesamiento de imágenes en tiempo real. El tamaño está basado en el diámetro, que se calcula usando análisis de componentes principales (horizontal y vertical). Además, mediante la proyección

de una línea de luz láser sobre la fruta se determina el diámetro en el sentido vertical, para realizar la clasificación de acuerdo con las normas vigentes en México. La proporción de color se calculó en el espacio de color CIELCH, el tono H predominante se comparó con una referencia.

El prototipo consiste en una webcam, una caja con un sistema apropiado de iluminación, un láser como fuente de luz estructurada, una computadora, una cinta transportadora de fondo oscuro donde son desplazadas las frutas y otras partes mecánicas y electrónicas. Los algoritmos se pueden adaptar para el análisis de otras frutas.

COLOMBIA:

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA:

DIEGO MAURICIO BETANCOURT GUALTEROS: “SISTEMA DE VISIÓN POR COMPUTADOR PARA DETECTAR HIERBA NO DESEADA EN PROTOTIPO DE CULTIVO DE FRIJOL USANDO AMBIENTE CONTROLADO” – 2014.

Sistema de visión artificial por capturas y en tiempo real, como primera etapa de un macroproyecto para inspección visual automática de cultivos de frijol, el cual emplea métodos heurísticos para diferenciación entre los elementos de la imagen. El sistema consta principalmente de cuatro etapas las cuales son:

ambiente controlado, adquisición, procesamiento de imágenes y reconocimiento de patrones.

La etapa del ambiente controlado busca fijar una tasa de luz constante, el cual sería el entorno de trabajo ideal, el cual cuenta limitadas plantas para el experimento, sin elementos extras en un cultivo como lo serían las piedras, insectos, basuras entre otros elementos, resaltando así los elementos de más interés como la tierra, la planta de frijol y las malezas.

La integración del sistema se encuentra basada en el uso del software MATLAB. Este interactúa con conecta una cámara web para la obtención de imágenes en la etapa de adquisición, con la alternativa importar imágenes guardadas en el sistema. En MATLAB también se realizan las otras dos etapas, siendo el procesamiento de imágenes el verdadero plus del proyecto pues integra las funciones más importantes para el procesamiento de imágenes en una interfaz gráfica, integrando en ella un modo automático y un modo manual.

2.1.2. NACIONAL

Luego de haber indagado física y visualmente la única investigación que se acerca al tema es la siguiente.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

EDDIE ÁNGEL SOBRADO MALPARTIDA: "SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL RECONOCIENDO Y

MANIPULACIÓN DE OBJETOS UTILIZANDO UN BRAZO ROBOT” – 2003

Consta de un sistema basado en un brazo robot que permite seleccionar objetos (tornillos, tuercas, llaveros, etc.) que se encuentran en una mesa, independiente de la posición y orientación. el problema se aborda mediante un esquema de visión artificial consistente en 6 etapas:

Obtención de la imagen, pre procesamiento, segmentación, extracción de características, clasificación y manipulación con el brazo robot.

Se implementa técnicas de aprendizaje y clasificación automáticas para un sistema de visión. La clasificación en si se puede enfrentar en múltiples maneras, generalmente los clasificadores tradicionales, que se basan en métodos estadísticos y/o estructurales y otro esquema como la red neuronal el que presenta algunas ventajas frente a los métodos tradicionales y el cual será realizado.

2.1.3. LOCAL

Luego de haber indagado física y virtualmente no se encontró investigaciones semejantes a la propuesta en este proyecto.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CAFÉ EN EL PERU.

“el ministro de agricultura y riego, Juan Manuel Benites, dio conocer que las exportaciones de café cerraran este año en más de US\$ 700 millones.

Esto se dio después de hacer un reconociendo público a los productores cafetaleros que lograron 20 distinciones internacionales en París (Francia). el titular del Minagri señaló que las distinciones logradas en París ponen en vitrina la calidad del grano de café nacional.

Dijo que el café es el principal artículo de exportación agraria que permite dotar ingresos a más 223 mil familias que se dedican al cultivo en 17 regiones y 68 provincias. Las principales regiones productoras son Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco y Amazonas que representan el 86.68% de la superficie cafetalera.

Sin embargo, el titular de Minagri expresó que las mayores producciones de café se concentran en selva central como Chanchamayo y Satipo (Junín) y Oxapampa (Pasco). Además, el café genera más de 54 millones de formales directos y 5 millones indirectos en la cadena de valor.

Según el Minagri, el consumo per cápita de café en el Perú llega a penas a los 650 gramos, menor frente a Brasil (5.6 kilos),

Colombia (2kilos) y México (1.2 kilos) y la meta del sector es incrementar su consumo hasta un kilogramo per cápita anual al 2018. Pero lo mayores consumidores son: Finlandia con un consumo per cápita de 12 kilos, seguido de noruega (10 kilos), Suecia (8.4 kilos), Holanda (8.2 kilos), Alemania (6.4 kilos) e Italia (5,9 kilos).

Benites puntualizo la puesta en marcha desde el 2013 del programa nacional de renovación de café, que tiene como meta renovar 80 mil hectáreas de plantaciones que fueron azotadas por la plaga de la roya amarilla y por la vejes de la planta. Ala fecha, sea renovado 37 mil hectáreas, que implican una inversión/. 471 millones, de los cuales ya se ejecutaron S/.398 millones. Esto permitirá potenciar a 27,000 familias productores.”

Fuente: <http://elcomercio.pe>

2.2.2. SELECCIÓN MANUAL DE CAFÉ.

El proceso consiste en colocar el café en una hoja faja transportadora de unos 5 m de longitud por 1 de ancho donde e viajan los granos de café , y personal generalmente femenino se encargan de la separación de los granos de granos que no cu8mpañ las especificaciones de color y tamaño, este proceso es relativamente lento en función del costo en el que se incurre por la contratación de personal, y aun así no garantía de una selección 100% fiable

Imagen N 1: selección en planta

Por otra parte el proceso de selección en campo se realiza por trabajo comunal, donde se separan los granos verdes, muy maduros o pequeños, esto se hace para obtener en mayor costo a los acopiadores que de lo contrario disminuiría el precio pagado en función las selección de una muestra extraída al azar.

Imagen N 2: selección en campo

2.2.3. VISION ARTIFICIAL.

Se puede definir la “visión artificial” como un campo de la “inteligencia artificial” que, mediante la utilización de la técnica adecuada permite la obtención, procesamiento y análisis de cualquier tipo de información especial obtenida a través de imágenes digitales.

La visión artificial la componen un conjunto de procesos destinados a realizar el análisis de imágenes. Estos procesos son: captación de imágenes, memorización de la información, procesamiento e interpretación de los resultados.

CON LA VISIÓN ARTIFICIAL SE PUEDE:

- Automatizar tareas repetitivas de inspección realizadas por operadores
- Realizar controles de calidad de productos que no era posible verificar por métodos tradicionales.
- Realizar inspecciones de objetos sin contacto físico.
- Realizar la inspección del 100% de la producción (calidad total) a gran velocidad.
- Reducir el tiempo de ciclo en procesos automatizados.
- Realizar inspecciones en procesos donde existe diversidad de piezas con cambio frecuente de producción.

Métodos de captación de las imágenes.

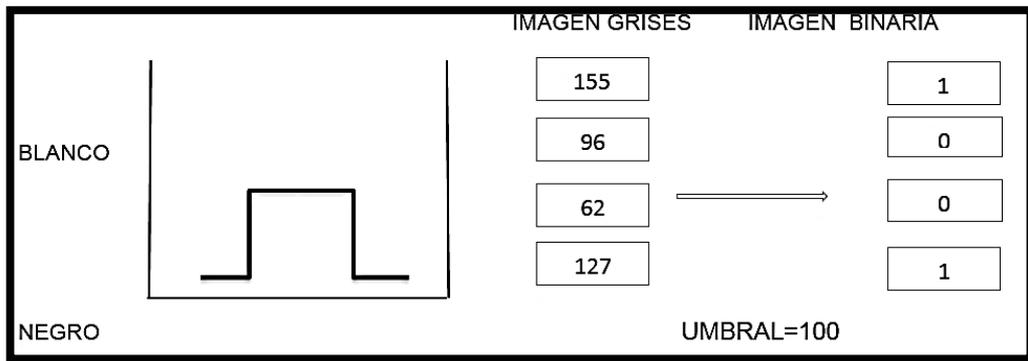
Digital. La función obtenida tras el resultado de la medida o muestreos realizados a intervalos de tiempo espaciados regularmente, siendo el valor de dicha función un número positivo y entero. Los valores que esta función toma en cada punto dependen del brillo que presenta en esos puntos la imagen original.

Pixel. Una imagen digital se considera como una cuadrícula. Cada elemento de esa cuadrícula se llama pixel (picture element). La resolución estándar de una imagen digital se puede considerar de 512x484 pixel.

Nivel de grises. Cuando una imagen es digitalizada, la intensidad del brillo en la escena original correspondiente a cada punto es cuantificada, dando lugar a un número denominado "nivel de grises".

Imagen binaria. Es aquella que solo tiene dos niveles de gris: negro y blanco. Cada pixel se convierte en negro o blanco en función de la llamada nivel binario o UMBRAL.

Imagen N 3: representación binaria de una imagen

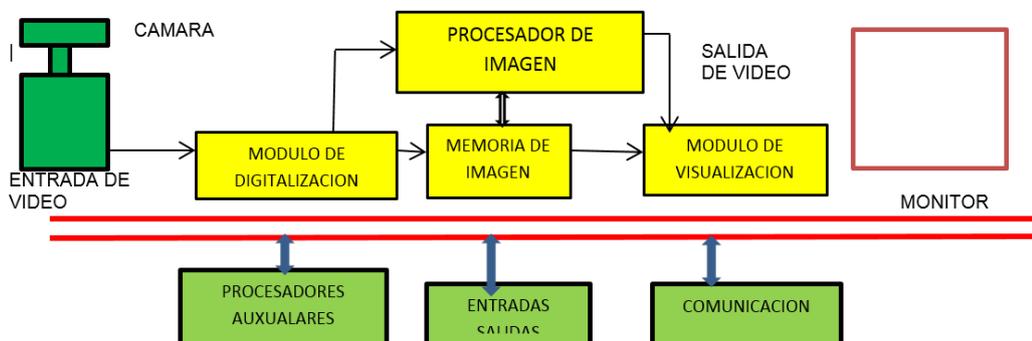


Escena. Es un área de memoria donde se guardan todos los parámetros referentes a la inspección de un objeto en particular: cámara utilizada, imágenes patrón memorizadas, tolerancias, datos visualizar, entradas y salidas de control, etc.

Windows (ventana de medida). Es el área específica de la imagen recogida que se requiere inspeccionar.

Diagrama de bloques

Imagen N 4: diagrama de bloques del proceso de tratamiento de imágenes



Módulo de digitalización. Convierte a la señal analógica proporcionada por la cámara a una señal digital (para su posterior procesamiento).

Memoria de imagen. Almacena la señal procedente del módulo de digitalización.

Módulo de visualización. Convierte la señal digital residente en memoria, en señal de video analógica para poder ser visualizada en el monitor de TV.

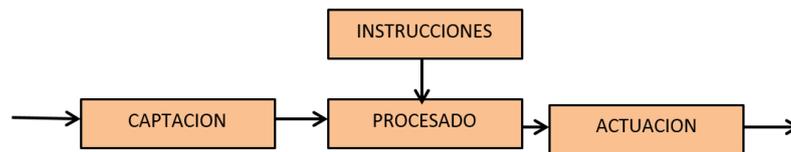
Procesador de imagen. Procesa e interpreta las imágenes captadas por la cámara.

Módulo de entradas/salidas. Gestiona la entrada de sincronismo de captación de imagen y la salida de control que actúan sobre dispositivos externos en función del resultado de la inspección.

Comunicaciones. Vía I/O, ethernet, RS232 (la más estándar).

La secuencia a seguir en el proceso operativo es:

Imagen N 5: secuencia del tratamiento de imágenes.



Captación. Obtención de la imagen visual del objeto a inspeccionar.

Instrucciones. Conjunto de operaciones a realizar para resolver el problema.

Procesado. Tratamiento de la imagen mediante las instrucciones aplicadas.

Actuación. Sobre el entorno (aparto, pieza, elemento) en función del resultado obtenido.

CAMARAS

Su función es capturar la imagen proyectada en el sensor, vía las ópticas, para poder transferirla aun sistema electrónico.

Las cámaras utilizadas en visión artificial requieren de una serie de características que permitan el control del disparo de la cámara para capturar piezas que pasan por delante de ella en la posición requerida. Son más sofisticadas que las cámaras convencionales, ya que tiene que poder realizar un control completo de: tiempos, señales, velocidad de obturación, sensibilidad, etc.

Se clasifica en función de:

La tecnología del elemento sensor.

Cámaras de tubo. Se basan en la utilización de un material foto sensible que capta la imagen, siendo leída por haz de electrones.

Cámaras de estado sólido CCD (charge – coupled – device). Se basan en materiales semiconductores fotosensibles para cuya lectura no es necesario un barrido electrónico (más pequeñas que las de tubo).

La disposición física.

Cámaras lineales. Se basan en un sensor CCD lineal.

Cámaras matriciales. Se basan en un sensor CCD matricial, lo que permite el análisis de imágenes bidimensionales.

Los pasos a seguir en un sistema de visión son:

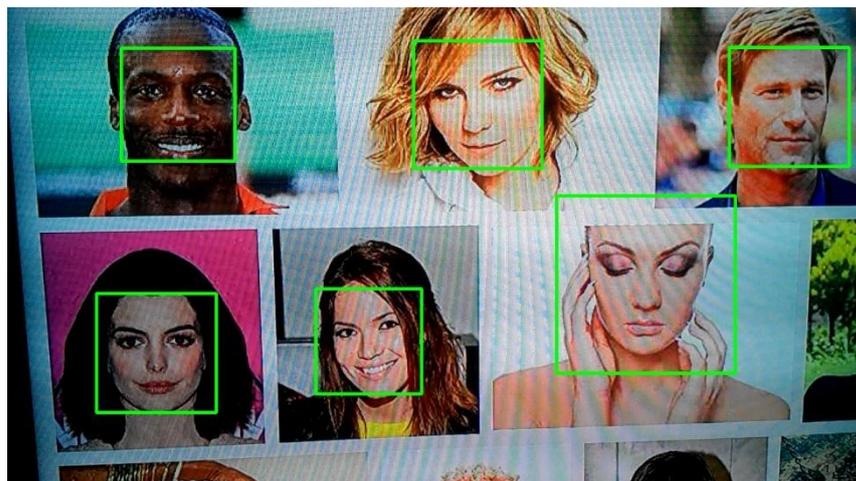
Captura de la imagen

Definición de la región de interés donde se realizarán las medidas
Inicialización de la tolerancia para determinar si la pieza a determinar es o no correcta

Ejecutar las medidas

Generar una salida apropiada

***Imagen N 6: ejemplo de reconociendo de imagen.
Ejemplo de reconocimiento de caras por zonas***



2.2.4. LIBRERÍA OPENCV.

openCV es una librería de visión por computador de código abierto, disponible en <http://courceforge.net/projects/opencvlibrari/>, la librería está escrita en los lenguajes C y C++ y es compatible con Linux, Windows y Mac OS X. cuenta con un desarrollo activo en interfaces para Python, Ruby, Matlab, y otros leguajes.

openCV ha sido diseñado para ser eficiente en cuanto a gasto de recursos computacionales y con un enfoque Asia las aplicaciones de tiempo real. openCV está escrito y optimizado en C y puede tomar ventaja de, los procesadores con múltiples núcleos.

Uno de los objetivos de openCV es proveer una infraestructura de visión por computador fácil de utilizar que ayuda a los programadores a desarrollar aplicaciones 'sofisticadas' de CV (computar visión) rápidamente.

La librería openCV contiene aproximada, ente 500 funciones que abarcan muchas áreas incluyendo inspección de productos de fábricas, escaneo médico, seguridad, interfaces de usuario, calibración de cámaras, robótica... etc., porque la visión por computador y el aprendizaje automático van de la mano.

Módulos de OpenCV

La librería openCV se subdivide en módulos con funcionalidades específicas, las cuales se enumeran a continuación.

opencv_core. - Contiene las funcionalidades principales de la librería, como son las estructuras de datos básicas y las funciones aritméticas.

opencv_imgproc. - Contiene las principales funciones para manipulación de imágenes.

opencv_highgui. - Contiene las funciones para la lectura y escritura tanto de imagen fija como de vídeo, así como otras funciones de interfaz de usuario.

opencv_features2d.- Es un módulo con el que se consigue la detección de puntos y descriptores y además posee un framework para la unión de esos puntos.

opencv_calib3d.- Módulo que se encarga de la calibración de la cámara, se encarga de la estimación de la geometría para vistas estereoscópicas.

opencv_video. - Contiene la estimación de movimiento y, funciones y clases para el seguimiento de objetos y la extracción de fondos.

opencv_objdetect. - Este módulo se encarga de la detección de objetos, como caras y personas.

Lenguaje de programación Python

Python es un lenguaje de programación poderoso y fácil de aprender. Cuenta con estructuras de datos eficientes y de alto nivel y un enfoque simple pero efectivo a la programación orientada a objetos. La elegante sintaxis de Python y su tipado dinámico, junto con su naturaleza interpretada, hacen de éste un lenguaje ideal para scripting y desarrollo rápido de aplicaciones en diversas áreas y sobre la mayoría de las plataformas.

El intérprete de Python y la extensa biblioteca estándar están a libre disposición en forma binaria y de código fuente para las principales plataformas desde el sitio web de Python, <https://www.python.org/>, y puede distribuirse libremente. El mismo sitio contiene también distribuciones y enlaces de muchos módulos libres de Python de terceros, programas y herramientas, y documentación adicional.

El intérprete de Python puede extenderse fácilmente con nuevas funcionalidades y tipos de datos implementados en C o C++ (u otros lenguajes accesibles desde C). Python también puede usarse como un lenguaje de extensiones para

Imagen N8: Logo de Python.



Raspberry pi

Es un computador de placa reducida, computador de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

Aunque no se indica expresamente si es hardware libre o con derechos de marca, en su sección de preguntas y respuestas frecuentes (FAQs) explican que disponen de contratos de distribución y venta con dos empresas, pero al mismo tiempo cualquiera puede convertirse en revendedor o redistribuidor de las tarjetas RaspBerry Pi: por lo que se entiende que es un producto con propiedad registrada pero de uso libre. De esa forma mantienen el control de la plataforma pero permitiendo su uso libre tanto a nivel educativo como particular. Tampoco deja claro si es posible utilizarlo a nivel empresarial u obtener beneficios con su uso, asunto que se debe consultar con la fundación.

En cambio el software sí es open source, siendo su sistema operativo oficial una versión adaptada de Debian, denominada Raspbian, aunque permite otros sistemas operativos, incluido una versión de Windows 10. El diseño incluye un System-on-a-chip Broadcom BCM2835, que contiene un procesador central (CPU) ARM1176JZF-S a 700 MHz (el firmware incluye unos modos "Turbo" para que el usuario pueda hacerle overclock de hasta 1 GHz sin perder la garantía), un procesador gráfico (GPU) VideoCore IV, y 512 MB de memoria RAM.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACION

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACION

El presente proyecto de tesis reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, en razón, que se utilizarán los conocimientos adquiridos a fin de aplicarlas en el diseño de sistema que en el presente proyecto de tesis se desarrolló.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACION

El nivel de la investigación es descriptiva ya que “pretenden medir y recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere, su objetivo no es indicar como se relacionan las variables medidas” (Sampieri, 2010).

- Para el desarrollo del proyecto, en primera instancia se realizó la recolección de información de una muestra de café separándolo de manera manual y clasificarlos en función de su color y tamaño, dentro del color se distinguieron 3 tipos los cuales son rojo, verde y marrón los cuales sirvieron de referencia para las comparaciones posteriores con el uso del sistema.
- Se determinó el color óptimo en base a un sistema de configuración inicial con lo cual se logró que se pueda configurar el color deseado sea cual fuese para ser utilizado durante el proceso de selección.
- Se determinó el tamaño óptimo en base a un sistema de configuración inicial con lo cual se logró que se pueda configurar el tamaño deseado sea cual fuese para ser utilizado durante el proceso de selección.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La investigación presenta un diseño cuasi experimental, ya que corresponde a realizar un análisis descriptiva en un tiempo dado; el cual presenta una observación antes de la aplicación artificial, luego se somete a la muestra al sistema visión artificial y finalmente se realiza una observación del resultado del análisis.

O → X → O

O = muestra de granos de café antes del ensayo.

X = aplicación de visión artificial para la selección.

O = muestra de granos de café después del ensayo.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Dadas las características y el tipo de investigación, la población – muestra serán 50 kg de café cerezo el cual se someterá a selección por medio del sistema planteado.

3.4. DEFINICIÓN OPERATIVA DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DATOS

Se empleará formato de registro a lo obtenido por el sistema para una evaluación del proceso de selección del sistema el cual se clarificará en función del porcentaje de granos correctamente seleccionados respecto a los posibles fallos en la selección.

Cuadro N2: definición operativa de instrumentos

TECNICAS	INSTRUMENTOS	ITEMS
1. registro inicial de granos	1.1. ficha de registro	para la obtención de datos
2. registro final de granos	2.1. ficha de registro	
4. análisis documental	3.1. ficha de resumen	Para el desarrollo de los objetivos y la obtención de información y el respectivo análisis.
	3.2. ficha de análisis	
	3.3. análisis de informes, etc.	
5. estadística	4.1. tablas y graficas	para el desarrollo del análisis de datos

3.5. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

Para esta investigación se utilizarán las siguientes técnicas:

Evaluación registral: técnica que permitirá recopilar en forma cuantitativa el estado de validación las muestras antes de su procesamiento y luego de la misma.

Observación: técnica que permitirá identificar casos relevantes para esta investigación.

CAPITULO IV

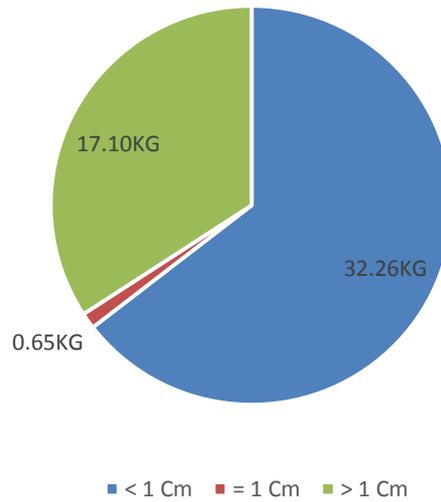
RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE TRABAJO DE CAMPO.

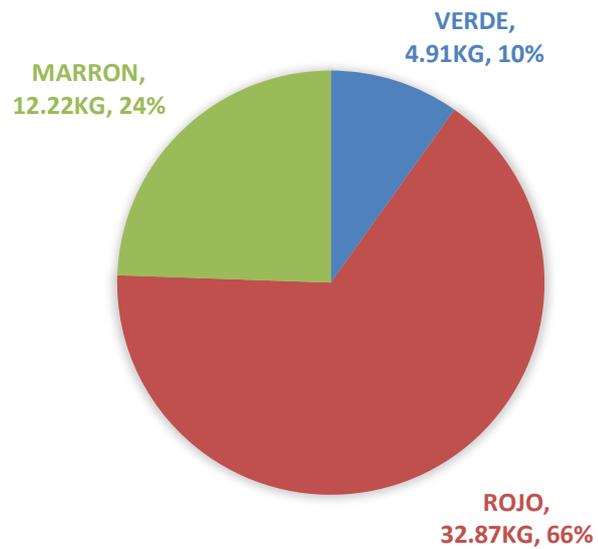
4.1.1. ESTADO INICIAL DE LOS GRANOS DE CAFÉ

De una muestra de 50kg de café cerezo se procedieron a contar y clasificar las muestras de manera manual y se obtuvieron los siguientes resultados.

DISTRIBUCION DE LAS MEDIDAS DE LOS GRANOS
RESPECTO A UNA MUESTRA DE 50KG



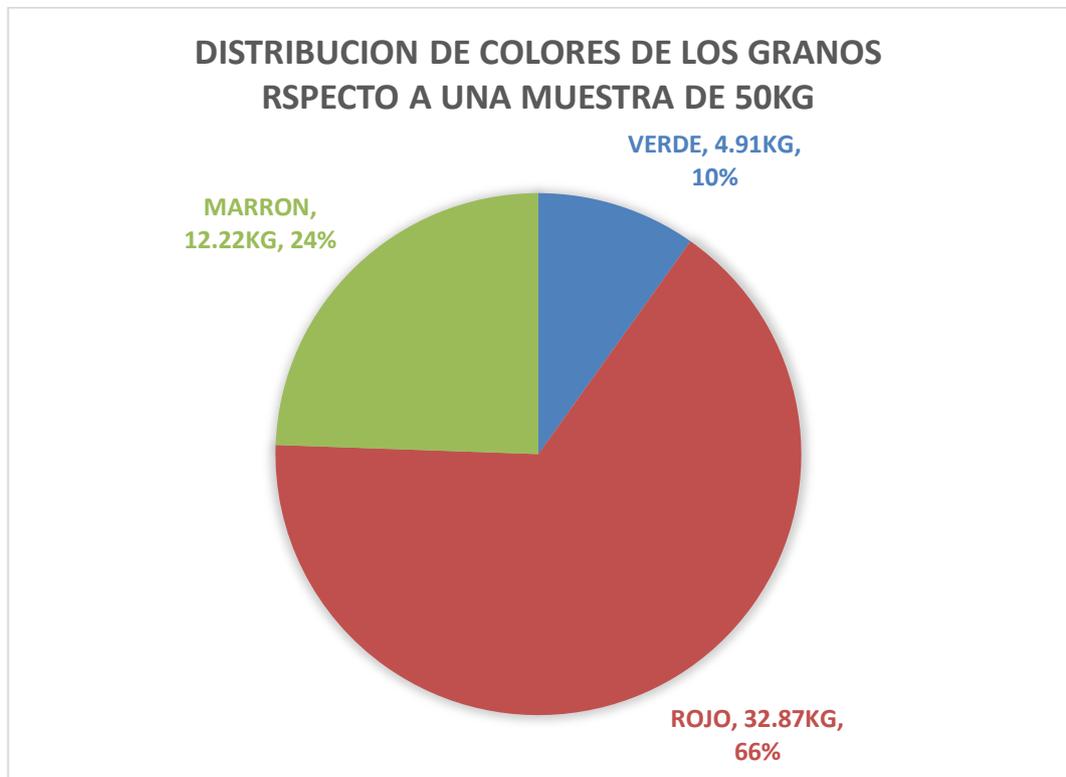
DISTRIBUCION DE COLORES DE LOS GRANOS
RESPECTO A UNA MUESTRA DE 50KG



4.1.2. RESULTADOS DESPUES DE LA PRUEBA POR EL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL UTILIZANDO WEBCAM.

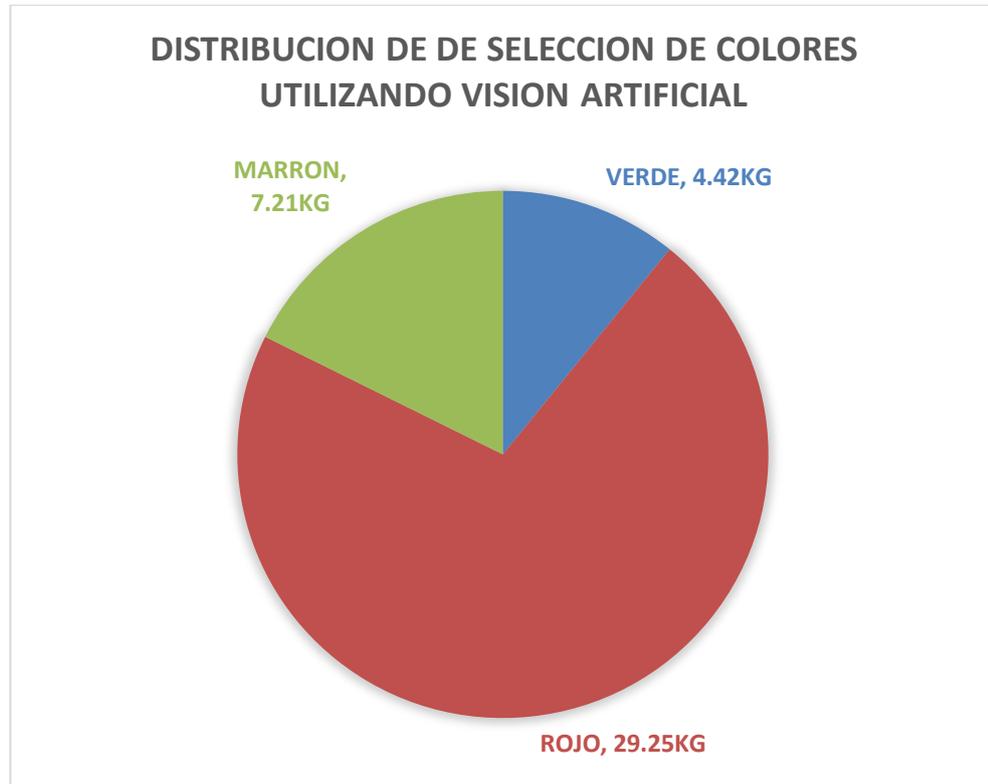
Muestra a procesar

MUESTRA INICIAL		
VERDE	ROJO	MARRON
4.91KG	32.87KG	12.22KG



Luego de aplicarle visión artificial con webcam

CON VISION		
VERDE	ROJO	MARRON
4.42KG	29.25KG	7.21KG



TIEMPO MEDIO DE SELECCIÓN = 5 horas

VELOCIDAD MEDIA DE SELECCIÓN = 15.4 GRANOS / SEGUNDO

Cuadro de error

ERROR		
ERDE	ROJO	MARRON
10%	11%	41%

4.1.1. RESULTADOS DESPUES DE LA PRUEBA POR EL SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL UTILIZANDO CAMARA DE 1080.

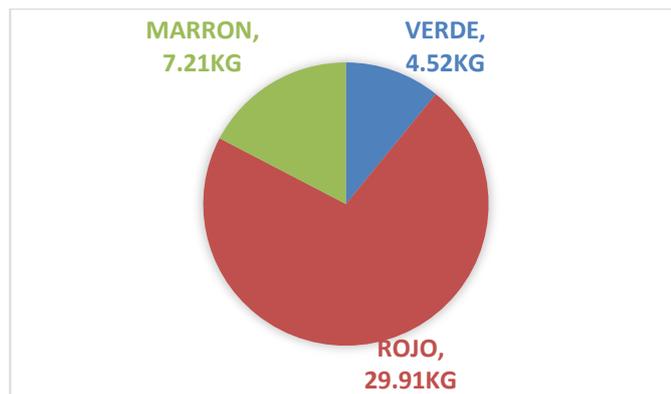
Se procedió a preparar la misma muestra que el experimento anterior

Muestra a procesar

MUESTRA INICIAL		
VERDE	ROJO	MARRON
4.91KG	32.87KG	12.22KG

Luego de aplicarle visión artificial con una cámara de 1080

CON VISION		
VERDE	ROJO	MARRON
4.52KG	29.91KG	7.21KG



TIEMPO MEDIO DE SELECCIÓN = 5 horas

VELOCIDAD MEDIA DE SELECCIÓN = 15.4 GRANOS / SEGUNDO

4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS.

4.2.1. HIPOTESIS

HI: un sistema de selección de granos de café aplicando visión artificial permitirá incrementar la productividad del proceso de selección de granos tostados de café.

HO: un sistema de selección de granos de café aplicando visión artificial no permitirá incrementar la productividad del proceso de grano tostado de café.

4.2.2. DECISIÓN

Ya que la naturaleza de la estadística en la investigación trata de una comparativa acerca de la implementación de un sistema no existente en el mercado local, la contratación de hipótesis viene dado por la comparación estadística de las muestras antes y después de usar el sistema de visión artificial.

4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS.

Ya que la naturaleza de la estadística en la investigación trata de una comparativa acerca de la implementación de un sistema no existente en el mercado local, la contratación de hipótesis viene dado por la comparación estadística de las muestras antes y después de usar el sistema de visión artificial.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DISCUSIONES

- **En la tesis titulada:** “sistema para clasificación de jitomates basado en metodología laser y algoritmos computacionales” desarrollada por el **ing. otoniel igno rosario:** - 2010, utilizan algoritmos de metrología, pero no aplican directamente la visión artificial, el cual sería mucho más práctico y no necesita una luz láser, solo una fuente de luz constante blanca.

- **De la misma forma la tesis titulada** “SISTEMA DE VISIÓN POR COMPUTADOR PARA DETECTAR HIERBA NO DESEADA EN PROTOTIPO DE CULTIVO DE FRIJOL USANDO AMBIENTE CONTROLADO” en el cual utiliza algoritmos computacionales desarrolladas en matlab para el procesamiento de las imágenes, lo cual implica un costo en su uso ya que es un software comercial en

comparación de la librería OPENCV que se usó en el presente trabajo el cual es open source.

CONCLUSIONES

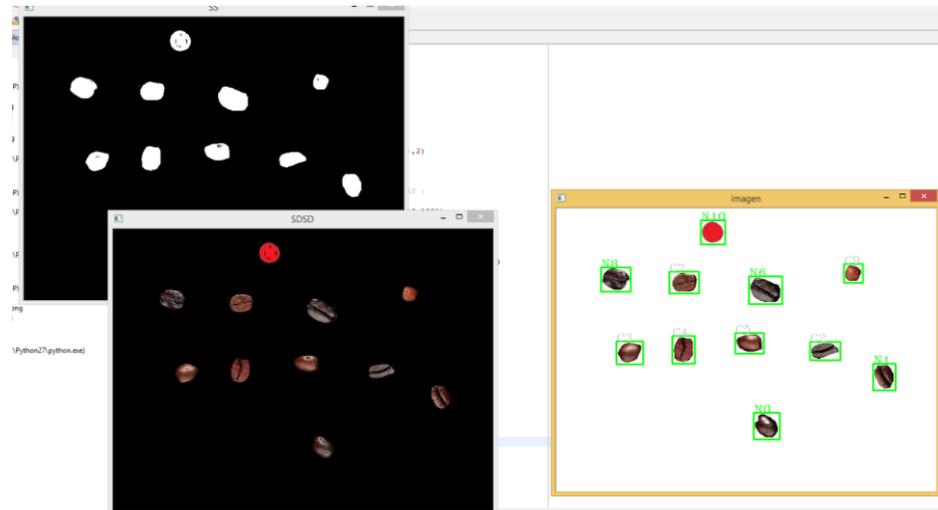
- La situación de selección de los granos de café de manera manual significa un incremento en el costo fijo dentro del proceso productivo en sí, que se vería disminuido con la aplicación de la visión artificial.
- El color estándar varía de acuerdo a factores como la luz, ubicación de instalación del sistema, estructura donde se aplicaría el sistema, por lo tanto, se desarrolló un procedimiento donde se selecciona el color de muestra para ser utilizado para el proceso de selección, lo cual serviría para la selección de otros frutos aparte del café.
- El tamaño estándar puede variar en función del tipo de selección a realizar, por lo tanto, se vio por conveniente la implementación de un procedimiento que permita configurar el tamaño de referencia a ser utilizado para el proceso de selección.

BIBLIOGRAFIA

4. **GARY R. BRADSKI: ADIAN KAEHLER, O REILLY & ASSOCIATES.**
Learning opencv:computer vision with the opencv library; 2008
5. **ADRIAN HAERLER. LEARNINGMOPENCV:** computer vision with the
opencv library: 2008
6. **PRATEEK JOSHI, DAVID MILLAN ESCRIBA,** vínicos godoy. Opencv by
example; 2016
7. **JOSEPH HOWSE ET AL.** Opencv 3 blueprints; 2015
8. **PRATEEK JOSHI.** Opencv with python by example; 2015
9. **KENNETH DAWSON – HOWE.** A practical introduction to computer vision
with opencv- 2014.

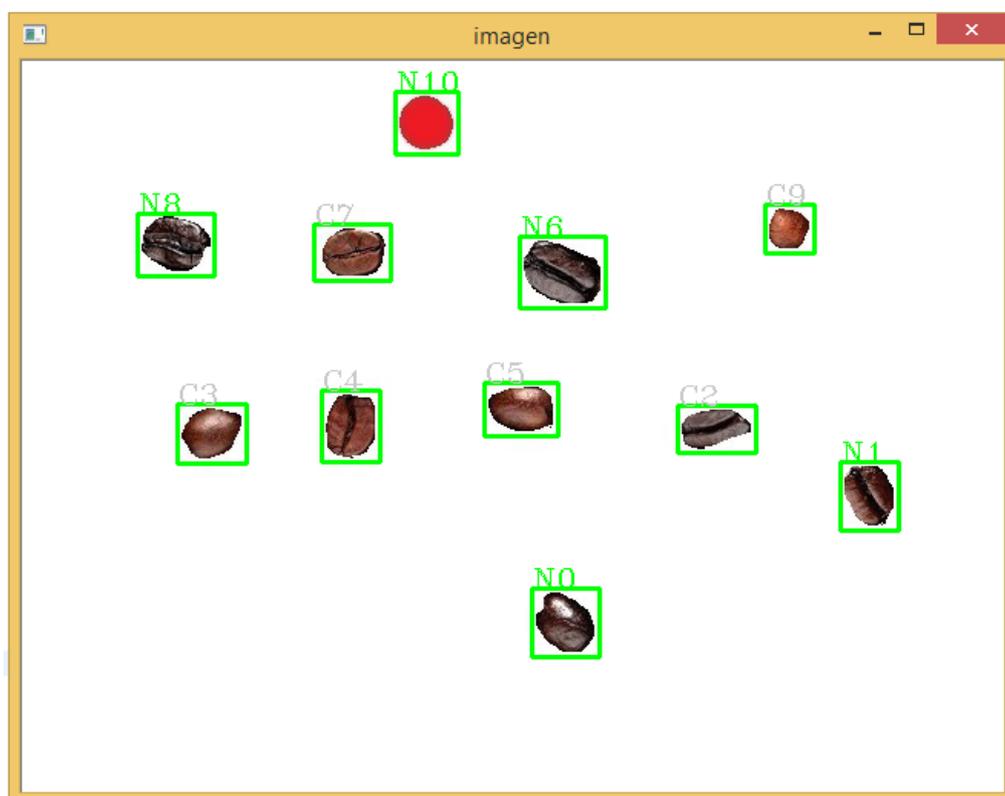
ANEXOS

Imagen de selection de granos de café, Mediante la resta de mascarar y seleccion de iluminacion para la deteccion de calidad de café



N=Negro

C=Claro



CODIFICACION EN PYTHON PARA LA DETECCION DE GRANOS DE CAFÉ UTILIZANDO OPENCV

```

import numpy as np
import cv2

orig = cv2.imread('test.jpg')

img = orig.copy()

hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)

b_bajo = np.array([0,0,0], )
b_alto = np.array([255,255,240], )
mask = cv2.inRange(hsv, b_bajo, b_alto)
res = cv2.bitwise_and(img,img, mask= mask)

imgray = cv2.cvtColor(res,cv2.COLOR_BGR2GRAY)

imgray = cv2.GaussianBlur(imgray, (7, 7), 5)
_,contours, hierarchy =
cv2.findContours(imgray,cv2.RETR_TREE,cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

granos=[]
font = cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX_SMALL

a=0
for cnt in contours:

    area = cv2.contourArea(cnt)

    if area>=500:

        x,y,w,h = cv2.boundingRect(cnt)
        cv2.rectangle(img, (x,y), (x+w,y+h), (0,255,0),2)

        roi = hsv[y:y+h, x:x+w]
        roi = cv2.GaussianBlur(roi, (5, 5), 4)
        #roi = cv2.cvtColor(roi, cv2.COLOR_RGB2GRAY )

        hist = cv2.calcHist([roi],[0],None,[200],[10,190])
        #cv2.normalize(hist,hist,0,255,cv2.NORM_MINMAX)

        if hist.mean()<6:
            cv2.putText(img, 'C'+str(a), (x,y), font, 1,(200,200,200),1)
        else:
            cv2.putText(img, 'N'+str(a), (x,y), font, 1,(0,255,0),1)

        granos.append((roi,round(hist.mean()),6),0))
        a+=1
    #print hist1

a=0
for gr in granos:
    print a,gr[1],gr[2]
    a+=1

cv2.imshow('imagen',img)
cv2.imshow('mascara',mask)

cv2.imshow('diferencia',res)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()

```


RESULTADO DE LA FICHA DE REGISTRO INICIAL

NUMERO	MEDIDAS	< 1 Cm	= 1 Cm	> 1 Cm
1	1.15Cm			X
2	0.53Cm	X		
3	0.81Cm	X		
4	0.83Cm	X		
5	0.73Cm	X		
6	1.15Cm			X
7	0.86Cm	X		
8	1.04Cm			X
9	0.92Cm	X		
10	0.57Cm	X		
11	0.65Cm	X		
12	0.62Cm	X		
13	0.55Cm	X		
14	1.13Cm			X
15	1.19Cm			X
16	0.53Cm	X		
17	0.65Cm	X		
18	0.62Cm	X		
19	0.56Cm	X		
20	1.12Cm			X
21	0.73Cm	X		
22	0.61Cm	X		
23	0.75Cm	X		
24	0.83Cm	X		
25	0.56Cm	X		
26	0.79Cm	X		
27	1.01Cm			X
28	0.50Cm	X		
29	0.79Cm	X		
30	1.08Cm			X
31	1.10Cm			X
32	1.17Cm			X
33	1.03Cm			X
34	0.71Cm	X		
35	0.92Cm	X		
36	1.01Cm			X
37	0.57Cm	X		
38	0.64Cm	X		
39	0.55Cm	X		
40	0.55Cm	X		
41	0.92Cm	X		
42	1.00Cm		X	

43	1.02Cm			X
44	0.92Cm	X		
45	1.05Cm			X
46	0.92Cm	X		
47	1.06Cm			X
48	0.64Cm	X		
49	1.21Cm			X
50	0.86Cm	X		
51	0.61Cm	X		
52	0.93Cm	X		
53	1.00Cm		X	
54	1.15Cm			X
55	0.71Cm	X		
56	0.72Cm	X		
57	0.94Cm	X		
58	0.63Cm	X		
59	1.15Cm			X
60	0.68Cm	X		
61	1.11Cm			X
62	1.01Cm			X
63	1.24Cm			X
64	0.82Cm	X		
65	0.88Cm	X		
66	1.00Cm		X	
67	0.88Cm	X		
68	1.20Cm			X
69	0.62Cm	X		
70	1.11Cm			X
71	0.51Cm	X		
72	0.78Cm	X		
73	0.58Cm	X		
74	1.09Cm			X
75	0.95Cm	X		
76	0.96Cm	X		
77	0.50Cm	X		
78	1.13Cm			X
79	1.20Cm			X
80	1.08Cm			X
81	0.63Cm	X		
82	1.25Cm			X
83	1.17Cm			X
84	0.80Cm	X		
85	0.60Cm	X		
86	0.82Cm	X		
87	0.97Cm	X		
88	1.22Cm			X

89	0.59Cm	X		
90	0.64Cm	X		
91	0.59Cm	X		
92	0.93Cm	X		
93	0.57Cm	X		
94	0.73Cm	X		
95	0.61Cm	X		
96	0.93Cm	X		
97	0.99Cm	X		
98	0.83Cm	X		
99	0.99Cm	X		
100	0.82Cm	X		
101	0.60Cm	X		
102	0.99Cm	X		
103	0.90Cm	X		
104	1.07Cm			X
105	0.91Cm	X		
106	1.14Cm			X
107	0.53Cm	X		
108	0.82Cm	X		
109	0.84Cm	X		
110	1.16Cm			X
111	0.61Cm	X		
112	0.76Cm	X		
113	0.94Cm	X		
114	0.56Cm	X		
115	0.61Cm	X		
116	0.93Cm	X		
117	0.92Cm	X		
118	0.90Cm	X		
119	0.53Cm	X		
120	0.91Cm	X		
121	0.73Cm	X		
122	1.14Cm			X
123	1.05Cm			X
124	1.04Cm			X
125	1.04Cm			X
126	1.08Cm			X
127	0.55Cm	X		
128	0.65Cm	X		
129	1.20Cm			X
130	1.15Cm			X
131	0.62Cm	X		
132	1.24Cm			X
133	1.05Cm			X
134	0.79Cm	X		

135	0.74Cm	X		
136	0.98Cm	X		
137	0.62Cm	X		
138	1.20Cm			X
139	0.93Cm	X		
140	0.99Cm	X		
141	0.68Cm	X		
142	0.99Cm	X		
143	0.92Cm	X		
144	0.95Cm	X		
145	0.80Cm	X		
146	0.60Cm	X		
147	1.22Cm			X
148	0.78Cm	X		
149	1.22Cm			X
150	1.19Cm			X
151	0.67Cm	X		
152	0.94Cm	X		
153	1.18Cm			X
154	1.09Cm			X
155	1.02Cm			X
156	0.76Cm	X		
157	0.94Cm	X		
158	1.03Cm			X
159	1.00Cm		X	
160	1.17Cm			X
161	0.90Cm	X		
162	0.73Cm	X		
163	0.96Cm	X		
164	1.15Cm			X
165	0.55Cm	X		
166	1.09Cm			X
167	0.77Cm	X		
168	0.74Cm	X		
169	0.62Cm	X		
170	1.08Cm			X
171	1.19Cm			X
172	0.51Cm	X		
173	0.91Cm	X		
174	0.68Cm	X		
175	1.25Cm			X
176	1.01Cm			X
177	1.23Cm			X
178	1.13Cm			X
179	0.69Cm	X		
180	0.85Cm	X		

181	1.17Cm			X
182	0.58Cm	X		
183	0.71Cm	X		
184	0.51Cm	X		
185	0.89Cm	X		
186	0.62Cm	X		
187	0.88Cm	X		
188	0.83Cm	X		
189	0.79Cm	X		
190	1.21Cm			X
191	0.78Cm	X		
192	1.24Cm			X
193	0.86Cm	X		
194	0.87Cm	X		
195	0.71Cm	X		
196	1.11Cm			X
197	0.99Cm	X		
198	1.25Cm			X
199	0.95Cm	X		
200	1.17Cm			X
201	1.11Cm			X
202	0.60Cm	X		
203	0.95Cm	X		
204	1.17Cm			X
205	0.98Cm	X		
206	1.24Cm			X
207	0.67Cm	X		
208	0.84Cm	X		
209	0.56Cm	X		
210	0.92Cm	X		
211	1.04Cm			X
212	0.88Cm	X		
213	0.63Cm	X		
214	0.81Cm	X		
215	0.83Cm	X		
216	0.65Cm	X		
217	0.88Cm	X		
218	0.76Cm	X		
219	0.57Cm	X		
220	0.71Cm	X		
221	0.92Cm	X		
222	1.10Cm			X
223	0.95Cm	X		
224	0.67Cm	X		
225	0.72Cm	X		
226	1.22Cm			X

227	0.90Cm	X		
228	0.97Cm	X		
229	0.83Cm	X		
230	1.17Cm			X
231	0.87Cm	X		
232	0.75Cm	X		
233	0.98Cm	X		
234	0.87Cm	X		
235	1.03Cm			X
236	0.75Cm	X		
237	0.83Cm	X		
238	1.25Cm			X
239	0.99Cm	X		
240	0.66Cm	X		
241	1.00Cm		X	
242	0.59Cm	X		
243	1.05Cm			X
244	1.03Cm			X
245	0.74Cm	X		
246	0.55Cm	X		
247	0.65Cm	X		
248	0.90Cm	X		
249	1.12Cm			X
250	1.03Cm			X
251	1.21Cm			X
252	0.89Cm	X		
253	0.85Cm	X		
254	1.10Cm			X
255	0.97Cm	X		
256	0.84Cm	X		
257	0.80Cm	X		
258	0.91Cm	X		
259	1.01Cm			X
260	1.14Cm			X
261	1.04Cm			X
262	1.11Cm			X
263	0.84Cm	X		
264	0.96Cm	X		
265	0.76Cm	X		
266	0.95Cm	X		
267	0.58Cm	X		
268	1.10Cm			X
269	0.62Cm	X		
270	0.81Cm	X		
271	0.72Cm	X		
272	1.13Cm			X

273	0.59Cm	X		
274	0.52Cm	X		
275	1.08Cm			X
276	0.95Cm	X		
277	1.09Cm			X
278	1.02Cm			X
279	0.63Cm	X		
280	0.82Cm	X		
281	0.90Cm	X		
282	0.64Cm	X		
283	1.18Cm			X
284	0.96Cm	X		
285	0.91Cm	X		
286	0.84Cm	X		
287	1.23Cm			X
288	1.13Cm			X
289	0.61Cm	X		
290	1.18Cm			X
291	0.75Cm	X		
292	0.71Cm	X		
293	1.00Cm		X	
294	0.89Cm	X		
295	1.02Cm			X
296	0.97Cm	X		
297	0.64Cm	X		
298	0.86Cm	X		
299	1.07Cm			X
300	0.90Cm	X		
301	0.85Cm	X		
302	0.64Cm	X		
303	0.52Cm	X		
304	1.24Cm			X
305	0.78Cm	X		
306	0.96Cm	X		
307	0.56Cm	X		
308	0.96Cm	X		
309	1.10Cm			X
310	0.78Cm	X		
311	1.15Cm			X
312	1.19Cm			X
313	0.61Cm	X		
314	1.09Cm			X
315	0.81Cm	X		
316	1.10Cm			X
317	0.61Cm	X		
318	0.76Cm	X		

319	0.66Cm	X		
320	1.15Cm			X
321	1.03Cm			X
322	0.95Cm	X		
323	0.76Cm	X		
324	1.12Cm			X
325	0.99Cm	X		
326	0.55Cm	X		
327	0.54Cm	X		
328	0.60Cm	X		
329	1.07Cm			X
330	1.07Cm			X
331	0.99Cm	X		
332	0.66Cm	X		
333	0.82Cm	X		
334	1.01Cm			X
335	1.12Cm			X
336	1.06Cm			X
337	0.60Cm	X		
338	1.05Cm			X
339	0.99Cm	X		
340	0.81Cm	X		
341	1.07Cm			X
342	1.04Cm			X
343	0.78Cm	X		
344	0.75Cm	X		
345	0.73Cm	X		
346	0.65Cm	X		
347	1.25Cm			X
348	0.97Cm	X		
349	0.97Cm	X		
350	0.84Cm	X		
351	0.73Cm	X		
352	0.88Cm	X		
353	1.07Cm			X
354	0.82Cm	X		
355	1.19Cm			X
356	1.21Cm			X
357	1.23Cm			X
358	0.74Cm	X		
359	1.21Cm			X
360	0.52Cm	X		
361	1.22Cm			X
362	0.61Cm	X		
363	0.88Cm	X		
364	0.98Cm	X		

365	0.93Cm	X		
366	1.18Cm			X
367	0.84Cm	X		
368	0.78Cm	X		
369	1.08Cm			X
370	0.80Cm	X		
371	0.76Cm	X		
372	1.04Cm			X
373	0.51Cm	X		
374	1.11Cm			X
375	1.03Cm			X
376	0.59Cm	X		
377	1.15Cm			X
378	0.53Cm	X		
379	0.75Cm	X		
380	1.18Cm			X
381	0.80Cm	X		
382	0.71Cm	X		
383	1.16Cm			X
384	0.59Cm	X		
385	0.92Cm	X		
386	0.79Cm	X		
387	1.12Cm			X
388	0.67Cm	X		
389	1.11Cm			X
390	1.04Cm			X
391	0.96Cm	X		
392	1.11Cm			X
393	1.09Cm			X
394	0.50Cm	X		
395	0.64Cm	X		
396	1.02Cm			X
397	0.74Cm	X		
398	0.91Cm	X		
399	1.01Cm			X
400	0.65Cm	X		
401	1.18Cm			X
402	0.94Cm	X		
403	1.17Cm			X
404	0.87Cm	X		
405	0.80Cm	X		
406	1.13Cm			X
407	0.88Cm	X		
408	0.76Cm	X		
409	0.66Cm	X		
410	1.14Cm			X

411	0.59Cm	X		
412	0.93Cm	X		
413	0.70Cm	X		
414	0.67Cm	X		
415	0.86Cm	X		
416	0.76Cm	X		
417	0.92Cm	X		
418	0.80Cm	X		
419	0.94Cm	X		
420	0.92Cm	X		
421	1.01Cm			X
422	1.25Cm			X
423	0.98Cm	X		
424	0.82Cm	X		
425	1.10Cm			X
426	0.85Cm	X		
427	0.67Cm	X		
428	0.94Cm	X		
429	1.12Cm			X
430	0.64Cm	X		
431	0.87Cm	X		
432	0.58Cm	X		
433	1.18Cm			X
434	0.57Cm	X		
435	1.21Cm			X
436	0.74Cm	X		
437	0.76Cm	X		
438	0.72Cm	X		
439	0.58Cm	X		
440	1.02Cm			X
441	0.90Cm	X		
442	0.72Cm	X		
443	0.71Cm	X		
444	0.73Cm	X		
445	0.91Cm	X		
446	1.01Cm			X
447	0.57Cm	X		
448	1.11Cm			X
449	0.64Cm	X		
450	1.03Cm			X
451	0.67Cm	X		
452	1.00Cm		X	
453	1.24Cm			X
454	0.69Cm	X		
455	1.02Cm			X
456	0.77Cm	X		

457	1.02Cm			X
458	0.65Cm	X		
459	0.84Cm	X		
460	0.99Cm	X		
461	1.05Cm			X
462	0.87Cm	X		
463	0.57Cm	X		
464	1.08Cm			X
465	1.09Cm			X
466	1.07Cm			X
467	0.58Cm	X		
468	0.56Cm	X		
469	1.06Cm			X
470	1.05Cm			X
471	0.81Cm	X		
472	0.80Cm	X		
473	0.52Cm	X		
474	0.55Cm	X		
475	0.60Cm	X		
476	1.19Cm			X
477	1.20Cm			X
478	0.55Cm	X		
479	1.25Cm			X
480	0.97Cm	X		
481	1.09Cm			X
482	1.20Cm			X
483	0.85Cm	X		
484	1.05Cm			X
485	0.98Cm	X		
486	1.24Cm			X
487	1.23Cm			X
488	0.58Cm	X		
489	0.75Cm	X		
490	0.58Cm	X		
491	1.22Cm			X
492	0.65Cm	X		
493	0.90Cm	X		
494	0.95Cm	X		
495	0.81Cm	X		
496	1.13Cm			X
497	0.69Cm	X		
498	1.12Cm			X
499	0.52Cm	X		
500	0.66Cm	X		
501	1.07Cm			X
502	1.01Cm			X

503	1.04Cm			X
504	0.95Cm	X		
505	0.51Cm	X		
506	0.64Cm	X		
507	0.64Cm	X		
508	0.53Cm	X		
509	0.88Cm	X		
510	0.80Cm	X		
511	0.71Cm	X		
512	1.14Cm			X
513	0.80Cm	X		
514	0.85Cm	X		
515	1.05Cm			X
516	1.25Cm			X
517	1.03Cm			X
518	0.52Cm	X		
519	0.59Cm	X		
520	1.01Cm			X
521	0.53Cm	X		
522	0.83Cm	X		
523	1.06Cm			X
524	1.16Cm			X
525	0.63Cm	X		
526	0.68Cm	X		
527	1.02Cm			X
528	1.15Cm			X
529	0.68Cm	X		
530	0.57Cm	X		
531	0.89Cm	X		
532	0.80Cm	X		
533	0.50Cm	X		
534	0.55Cm	X		
535	0.87Cm	X		
536	1.06Cm			X
537	0.79Cm	X		
538	0.54Cm	X		
539	1.23Cm			X
540	0.60Cm	X		
541	1.11Cm			X
542	1.11Cm			X
543	0.80Cm	X		
544	0.70Cm	X		
545	0.95Cm	X		
546	1.16Cm			X
547	0.85Cm	X		
548	0.76Cm	X		

549	0.99Cm	X		
550	1.06Cm			X
551	0.73Cm	X		
552	0.75Cm	X		
553	1.02Cm			X
554	0.83Cm	X		
555	0.56Cm	X		
556	1.19Cm			X
557	0.91Cm	X		
558	1.11Cm			X
559	1.10Cm			X
560	0.90Cm	X		
561	1.17Cm			X
562	1.11Cm			X
563	1.11Cm			X
564	0.98Cm	X		
565	1.19Cm			X
566	1.16Cm			X
567	1.25Cm			X
568	0.69Cm	X		
569	0.88Cm	X		
570	0.87Cm	X		
571	0.66Cm	X		
572	0.92Cm	X		
573	0.64Cm	X		
574	0.80Cm	X		
575	0.57Cm	X		
576	0.86Cm	X		
577	0.69Cm	X		
578	1.04Cm			X
579	1.20Cm			X
580	0.85Cm	X		
581	0.82Cm	X		
582	0.72Cm	X		
583	1.04Cm			X
584	1.23Cm			X
585	0.96Cm	X		
586	0.78Cm	X		
587	0.64Cm	X		
588	0.62Cm	X		
589	0.77Cm	X		
590	1.15Cm			X
591	0.88Cm	X		
592	0.64Cm	X		
593	1.14Cm			X
594	1.13Cm			X

595	0.54Cm	X		
596	0.64Cm	X		
597	0.99Cm	X		
598	1.15Cm			X
599	0.76Cm	X		
600	1.19Cm			X
601	0.51Cm	X		
602	0.60Cm	X		
603	0.53Cm	X		
604	1.22Cm			X
605	0.62Cm	X		
606	1.09Cm			X
607	1.01Cm			X
608	1.01Cm			X
609	0.51Cm	X		
610	0.71Cm	X		
611	1.22Cm			X
612	0.94Cm	X		
613	0.72Cm	X		
614	0.76Cm	X		
615	1.18Cm			X
616	1.12Cm			X
617	1.06Cm			X
618	0.51Cm	X		
619	1.07Cm			X
620	0.73Cm	X		
621	1.11Cm			X
622	1.05Cm			X
623	1.21Cm			X
624	1.07Cm			X
625	0.67Cm	X		
626	0.61Cm	X		
627	1.22Cm			X
628	1.06Cm			X
629	0.72Cm	X		
630	0.60Cm	X		
631	0.81Cm	X		
632	0.67Cm	X		
633	1.11Cm			X
634	0.68Cm	X		
635	1.19Cm			X
636	1.07Cm			X
637	1.23Cm			X
638	0.60Cm	X		
639	0.56Cm	X		
640	0.86Cm	X		

641	0.70Cm	X		
642	1.15Cm			X
643	1.14Cm			X
644	0.67Cm	X		
645	1.02Cm			X
646	0.58Cm	X		
647	1.20Cm			X
648	0.88Cm	X		
649	1.17Cm			X
650	1.23Cm			X
651	1.08Cm			X
652	0.96Cm	X		
653	0.53Cm	X		
654	0.75Cm	X		
655	0.90Cm	X		
656	1.19Cm			X
657	1.09Cm			X
658	1.00Cm		X	
659	0.90Cm	X		
660	0.63Cm	X		
661	1.20Cm			X
662	1.19Cm			X
663	0.62Cm	X		
664	1.20Cm			X
665	1.19Cm			X
666	0.94Cm	X		
667	1.13Cm			X
668	0.65Cm	X		
669	1.10Cm			X
670	1.18Cm			X
671	0.83Cm	X		
672	1.15Cm			X
673	0.87Cm	X		
674	0.50Cm	X		
675	0.52Cm	X		
676	1.21Cm			X
677	0.80Cm	X		
678	0.69Cm	X		
679	1.05Cm			X
680	0.89Cm	X		
681	0.80Cm	X		
682	1.15Cm			X
683	0.67Cm	X		
684	1.04Cm			X
685	1.20Cm			X
686	1.20Cm			X

687	0.54Cm	X		
688	0.77Cm	X		
689	0.94Cm	X		
690	0.65Cm	X		
691	0.66Cm	X		
692	1.06Cm			X
693	0.69Cm	X		
694	1.03Cm			X
695	0.64Cm	X		
696	0.71Cm	X		
697	1.07Cm			X
698	1.10Cm			X
699	0.50Cm	X		
700	1.11Cm			X
701	0.87Cm	X		
702	1.15Cm			X
703	0.59Cm	X		
704	0.50Cm	X		
705	0.65Cm	X		
706	0.82Cm	X		
707	0.79Cm	X		
708	1.00Cm		X	
709	0.68Cm	X		
710	0.68Cm	X		
711	1.11Cm			X
712	0.73Cm	X		
713	1.13Cm			X
714	0.52Cm	X		
715	1.24Cm			X
716	0.70Cm	X		
717	0.50Cm	X		
718	0.88Cm	X		
719	0.64Cm	X		
720	1.06Cm			X
721	1.22Cm			X
722	0.58Cm	X		
723	0.92Cm	X		
724	0.56Cm	X		
725	0.68Cm	X		
726	0.96Cm	X		
727	1.05Cm			X
728	1.12Cm			X
729	0.90Cm	X		
730	0.88Cm	X		
731	0.99Cm	X		
732	0.92Cm	X		

733	0.89Cm	X		
734	1.03Cm			X
735	1.25Cm			X
736	1.10Cm			X
737	0.76Cm	X		
738	0.67Cm	X		
739	0.51Cm	X		
740	0.71Cm	X		
741	0.52Cm	X		
742	1.04Cm			X
743	0.85Cm	X		
744	0.85Cm	X		
745	0.70Cm	X		
746	1.13Cm			X
747	0.79Cm	X		
748	0.54Cm	X		
749	0.57Cm	X		
750	0.73Cm	X		
751	0.68Cm	X		
752	1.23Cm			X
753	1.11Cm			X
754	1.08Cm			X
755	0.93Cm	X		
756	0.81Cm	X		
757	0.99Cm	X		
758	0.80Cm	X		
759	1.13Cm			X
760	0.79Cm	X		
761	0.92Cm	X		
762	0.91Cm	X		
763	0.83Cm	X		
764	1.23Cm			X
765	1.22Cm			X
766	0.96Cm	X		
767	1.00Cm		X	
768	0.90Cm	X		
769	0.51Cm	X		
770	0.73Cm	X		
771	0.70Cm	X		
772	0.96Cm	X		
773	0.66Cm	X		
774	0.58Cm	X		
775	1.06Cm			X
776	1.06Cm			X
777	0.57Cm	X		
778	0.69Cm	X		

779	0.52Cm	X		
780	1.01Cm			X
781	0.97Cm	X		
782	0.76Cm	X		
783	1.23Cm			X
784	1.08Cm			X
785	1.08Cm			X
786	0.61Cm	X		
787	0.98Cm	X		
788	0.59Cm	X		
789	0.60Cm	X		
790	0.80Cm	X		
791	0.83Cm	X		
792	0.91Cm	X		
793	1.21Cm			X
794	1.03Cm			X
795	0.58Cm	X		
796	0.82Cm	X		
797	0.66Cm	X		
798	0.83Cm	X		
799	0.79Cm	X		
800	1.12Cm			X
801	0.65Cm	X		
802	1.00Cm		X	
803	0.65Cm	X		
804	1.15Cm			X
805	1.05Cm			X
806	0.88Cm	X		
807	0.57Cm	X		
808	0.91Cm	X		
809	1.00Cm		X	
810	0.56Cm	X		
811	0.74Cm	X		
812	0.68Cm	X		
813	1.21Cm			X
814	1.25Cm			X
815	1.19Cm			X
816	1.00Cm		X	
817	1.23Cm			X
818	1.11Cm			X
819	1.15Cm			X
820	0.91Cm	X		
821	0.62Cm	X		
822	1.15Cm			X
823	0.59Cm	X		
824	0.96Cm	X		

825	0.76Cm	X		
826	0.64Cm	X		
827	1.19Cm			X
828	0.93Cm	X		
829	0.91Cm	X		
830	0.60Cm	X		
831	0.71Cm	X		
832	0.93Cm	X		
833	1.13Cm			X
834	0.65Cm	X		
835	1.09Cm			X
836	1.09Cm			X
837	0.65Cm	X		
838	0.92Cm	X		
839	0.92Cm	X		
840	0.70Cm	X		
841	1.01Cm			X
842	0.99Cm	X		
843	0.63Cm	X		
844	0.81Cm	X		
845	0.54Cm	X		
846	1.21Cm			X
847	1.23Cm			X
848	1.00Cm		X	
849	1.19Cm			X
850	0.93Cm	X		
851	1.22Cm			X
852	1.16Cm			X
853	0.64Cm	X		
854	0.53Cm	X		
855	0.50Cm	X		
856	0.97Cm	X		
857	0.99Cm	X		
858	0.83Cm	X		
859	0.82Cm	X		
860	0.68Cm	X		
861	1.09Cm			X
862	1.20Cm			X
863	1.05Cm			X
864	0.68Cm	X		
865	0.63Cm	X		
866	1.16Cm			X
867	0.58Cm	X		
868	1.03Cm			X
869	1.15Cm			X
870	1.19Cm			X

871	1.10Cm			X
872	0.57Cm	X		
873	0.83Cm	X		
874	0.53Cm	X		
875	0.62Cm	X		
876	1.06Cm			X
877	0.74Cm	X		
878	0.77Cm	X		
879	1.22Cm			X
880	1.03Cm			X
881	0.75Cm	X		
882	0.80Cm	X		
883	1.24Cm			X
884	0.73Cm	X		
885	1.17Cm			X
886	1.23Cm			X
887	1.05Cm			X
888	0.99Cm	X		
889	0.55Cm	X		
890	1.07Cm			X
891	1.15Cm			X
892	0.75Cm	X		
893	1.07Cm			X
894	0.55Cm	X		
895	0.92Cm	X		
896	0.78Cm	X		
897	0.73Cm	X		
898	0.71Cm	X		
899	0.70Cm	X		
900	0.53Cm	X		
901	0.95Cm	X		
902	0.64Cm	X		
903	1.12Cm			X
904	0.90Cm	X		
905	0.63Cm	X		
906	1.16Cm			X
907	0.87Cm	X		
908	0.72Cm	X		
909	1.03Cm			X
910	0.55Cm	X		
911	1.19Cm			X
912	0.50Cm	X		
913	1.01Cm			X
914	0.79Cm	X		
915	0.53Cm	X		
916	1.15Cm			X

917	1.09Cm			X
918	1.07Cm			X
919	1.24Cm			X
920	1.09Cm			X
921	0.51Cm	X		
922	1.16Cm			X
923	0.65Cm	X		
924	0.97Cm	X		
925	0.72Cm	X		
926	0.70Cm	X		
927	0.91Cm	X		
928	0.74Cm	X		
929	1.05Cm			X
930	1.18Cm			X
931	0.57Cm	X		
932	1.24Cm			X
933	1.11Cm			X
934	0.65Cm	X		
935	0.83Cm	X		
936	1.14Cm			X
937	0.65Cm	X		
938	0.92Cm	X		
939	0.96Cm	X		
940	0.81Cm	X		
941	0.51Cm	X		
942	0.82Cm	X		
943	0.81Cm	X		
944	1.09Cm			X
945	0.51Cm	X		
946	1.15Cm			X
947	1.07Cm			X
948	1.09Cm			X
949	1.08Cm			X
950	0.93Cm	X		
951	0.91Cm	X		
952	1.14Cm			X
953	0.93Cm	X		
954	1.11Cm			X
955	1.04Cm			X
956	0.52Cm	X		
957	0.76Cm	X		
958	0.76Cm	X		
959	1.02Cm			X
960	0.57Cm	X		
961	0.75Cm	X		
962	0.91Cm	X		

963	1.03Cm			X
964	0.57Cm	X		
965	0.87Cm	X		
966	0.83Cm	X		
967	0.72Cm	X		
968	0.51Cm	X		
969	0.62Cm	X		
970	1.20Cm			X
971	0.91Cm	X		
972	0.94Cm	X		
973	0.66Cm	X		
974	1.09Cm			X
975	1.10Cm			X
976	1.24Cm			X
977	0.89Cm	X		
978	1.20Cm			X
979	0.75Cm	X		
980	0.92Cm	X		
981	0.74Cm	X		
982	1.04Cm			X
983	0.91Cm	X		
984	0.93Cm	X		
985	0.95Cm	X		
986	0.54Cm	X		
987	0.85Cm	X		
988	0.79Cm	X		
989	0.94Cm	X		
990	1.22Cm			X
991	0.51Cm	X		
992	0.86Cm	X		
993	0.80Cm	X		
994	0.72Cm	X		
995	0.53Cm	X		
996	0.80Cm	X		
997	0.88Cm	X		
998	0.99Cm	X		
999	0.58Cm	X		
1000	0.67Cm	X		
1001	0.81Cm	X		
1002	0.62Cm	X		
1003	0.73Cm	X		
1004	0.63Cm	X		
1005	0.67Cm	X		
1006	1.05Cm			X
1007	0.99Cm	X		
1008	0.67Cm	X		

1009	0.82Cm	X		
1010	0.50Cm	X		
1011	1.16Cm			X
1012	1.06Cm			X
1013	0.56Cm	X		
1014	0.72Cm	X		
1015	0.87Cm	X		
1016	0.90Cm	X		
1017	0.93Cm	X		
1018	0.77Cm	X		
1019	0.88Cm	X		
1020	0.62Cm	X		
1021	0.79Cm	X		
1022	0.79Cm	X		
1023	0.89Cm	X		
1024	1.11Cm			X
1025	1.11Cm			X
1026	0.52Cm	X		
1027	1.05Cm			X
1028	0.66Cm	X		
1029	0.73Cm	X		
1030	0.83Cm	X		
1031	1.04Cm			X
1032	0.78Cm	X		
1033	1.01Cm			X
1034	1.24Cm			X
1035	0.99Cm	X		
1036	0.81Cm	X		
1037	0.77Cm	X		
1038	0.61Cm	X		
1039	1.07Cm			X
1040	1.09Cm			X
1041	0.90Cm	X		
1042	1.04Cm			X
1043	0.95Cm	X		
1044	0.79Cm	X		
1045	0.92Cm	X		
1046	0.94Cm	X		
1047	1.01Cm			X
1048	1.19Cm			X
1049	0.65Cm	X		
1050	0.81Cm	X		
1051	1.12Cm			X
1052	0.80Cm	X		
1053	0.74Cm	X		
1054	0.69Cm	X		

1055	1.00Cm		X	
1056	0.52Cm	X		
1057	0.80Cm	X		
1058	0.71Cm	X		
1059	1.08Cm			X
1060	1.13Cm			X
1061	1.21Cm			X
1062	0.50Cm	X		
1063	0.70Cm	X		
1064	1.15Cm			X
1065	0.84Cm	X		
1066	0.61Cm	X		
1067	1.01Cm			X
1068	0.98Cm	X		
1069	0.59Cm	X		
1070	0.64Cm	X		
1071	0.94Cm	X		
1072	1.23Cm			X
1073	0.69Cm	X		
1074	0.56Cm	X		
1075	0.50Cm	X		
1076	0.95Cm	X		
1077	0.84Cm	X		
1078	0.65Cm	X		
1079	0.75Cm	X		
1080	0.81Cm	X		
1081	1.21Cm			X
1082	1.25Cm			X
1083	0.57Cm	X		
1084	0.83Cm	X		
1085	0.56Cm	X		
1086	0.57Cm	X		
1087	1.10Cm			X
1088	0.50Cm	X		
1089	0.67Cm	X		
1090	0.96Cm	X		
1091	0.95Cm	X		
1092	0.98Cm	X		
1093	1.19Cm			X
1094	1.22Cm			X
1095	0.90Cm	X		
1096	0.91Cm	X		
1097	0.77Cm	X		
1098	0.68Cm	X		
1099	0.99Cm	X		
1100	0.94Cm	X		

1101	0.72Cm	X		
1102	0.99Cm	X		
1103	0.87Cm	X		
1104	1.02Cm			X
1105	1.05Cm			X
1106	0.65Cm	X		
1107	0.60Cm	X		
1108	1.12Cm			X
1109	1.13Cm			X
1110	1.05Cm			X
1111	0.70Cm	X		
1112	0.56Cm	X		
1113	0.54Cm	X		
1114	0.55Cm	X		
1115	1.06Cm			X
1116	0.51Cm	X		
1117	0.55Cm	X		
1118	1.14Cm			X
1119	0.95Cm	X		
1120	0.96Cm	X		
1121	0.64Cm	X		
1122	1.04Cm			X
1123	0.72Cm	X		
1124	0.86Cm	X		
1125	0.85Cm	X		
1126	0.72Cm	X		
1127	0.67Cm	X		
1128	1.09Cm			X
1129	1.22Cm			X
1130	0.59Cm	X		
1131	0.76Cm	X		
1132	0.65Cm	X		
1133	0.93Cm	X		
1134	1.16Cm			X
1135	0.85Cm	X		
1136	1.11Cm			X
1137	1.21Cm			X
1138	1.12Cm			X
1139	0.83Cm	X		
1140	1.11Cm			X
1141	0.99Cm	X		
1142	0.78Cm	X		
1143	1.05Cm			X
1144	0.90Cm	X		
1145	0.90Cm	X		
1146	0.67Cm	X		

1147	0.76Cm	X		
1148	0.77Cm	X		
1149	0.94Cm	X		
1150	1.15Cm			X
1151	0.97Cm	X		
1152	1.15Cm			X
1153	0.62Cm	X		
1154	1.16Cm			X
1155	0.60Cm	X		
1156	1.23Cm			X
1157	0.55Cm	X		
1158	0.72Cm	X		
1159	0.76Cm	X		
1160	1.14Cm			X
1161	0.54Cm	X		