

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**EFFECTOS DEL SISTEMA DE RIEGO CON MICROASPERSORES EN LA
PRODUCCIÓN DE FLORES DE GLADILO (GLADIOLUS SPP.) EN
JULIACA**

TESIS

PRESENTADO POR:

PERCY PANCCA PACOMPIA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**EFFECTOS DEL SISTEMA DE RIEGO CON MICROASPERORES EN LA
PRODUCCIÓN DE FLORES DE GLADIOLO (GLADIOLUS SPP.) EN
JULIACA**

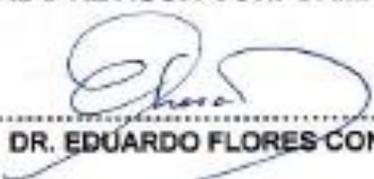
TESIS PRESENTADA POR:

PERCY PANCCA PACOMPIA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:


.....
DR. EDUARDO FLORES CONDORI

PRIMER MIEMBRO:

.....
MSC. OSCAR RAÚL MAMANI LUQUE

SEGUNDO MIEMBRO:


.....
MSC. AUDBERTO MILLONES CHAFLOQUE

DIRECTOR DE TESIS:


.....
ING. EDILBERTO VELARDE COAQUIRA

ASESOR DE TESIS:


.....
ING. TEÓFILO CHIRINOS ORTIZ



**PUNO - PERU
2014**

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Gestión de sistema de riego
LÍNEA: Recursos Hídricos

DEDICATORIA

A **Dios**, que siempre ha estado conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi querido padre **Juan Francisco Pancca Mamani**, de manera muy especial porque desde el cielo me iluminó para hacer realidad uno de mis mayores anhelos.

A mí querida y adorada madre Sra. **Leoncia Pacompía Quispe**, quien con amor, cariño y mucho esfuerzo me proporcionó los medios para culminar mis estudios y no abandonarme en los momentos tan difíciles de mi vida.

A mis hermanos, **Ornela, Gabriel, Wilson, Nardo y Laderson**, por su apoyo incondicional y aliento para seguir adelante a pesar de los tropiezos.

A mi esposa **Eufemia Humpiri Suaña**, por su amor, paciencia y comprensión.

A mis hijos, **Carlos Daniel, Sergio Andreé y Rafael Armando**, para que este logro les sirva de ejemplo y siempre tengan presente que solo estudiando se puede lograr lo que uno se propone.

AGRADECIMIENTO

A Dios, padre todo poderoso por darnos la vida la inteligencia, por hacer realidad uno de mis objetivos propuestos.

A la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional del Altiplano, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A todos los Docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNA PUNO por compartir sus conocimientos para nuestra formación académica.

A mi Director de Tesis Ing. Edilberto Velarde Coaquira por ser guía de mi proyecto de investigación.

A los miembros del jurado Dr. Eduardo Flores Condori, MSc. Oscar Raúl Mamani Luque y M.Sc. Audberto Millones Chafloque, por su gran apoyo en la culminación de esta tesis.

Al Ing. Teófilo Chirinos Ortiz por compartir sus experiencias y conocimientos.

Al Ing. Harvey Condori Luque por su apoyo incondicional.

A mis compañeros y amigos por su apoyo moral y material en la culminación de esta investigación.

INDICE

CAPITULO I INTRODUCCION.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Antecedentes.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivo específicos.....	5
CAPITULO II MARCO TEORICO E HIPOTESIS.....	7
2.1. Marco teórico.....	7
2.1.1. Aspectos generales del riego	7
2.1.2. Aspectos generales del suelo.....	11
2.1.3. Aspectos básicos de la producción de gladiolos.....	11
2.1.4. Producción en invernadero.....	15
2.1.5. Sistemas de riego en invernaderos	21
2.1.6. Diseño de riego por microaspersión.....	22
2.1.7. Evaluación económica de proyectos de inversión	39
2.2. Hipótesis	43
2.2.1. Hipótesis general.....	43
2.2.2. Hipótesis específicos	43
CAPITULO III METODO DE INVESTIGACION.....	44
3.1. Proceso metodológico	44
3.2. Definición y acondicionamiento unidad de producción	44
3.3. Diseño, construcción y calibración de microaspersores	45
3.3.1. Diseño de los microaspersores artesanales	45
3.3.2. Construcción de los microaspersores	47
3.3.3. Calibración de los microaspersores	49
3.4. Diseño e implementación sistema de producción y riego.....	52
3.4.1. Diseño e implementación del sistema de producción.....	52
3.4.2. Diseño e implementación del sistema de riego	52
3.5. Producción experimental con enfoque comercial	59
3.5.1. Selección y adquisición de cromos.....	59
3.5.2. Preparación del terreno	60
3.5.3. Siembra.....	60
3.5.4. Labores culturales	60
3.6. Cosecha, comercialización y determinación de la rentabilidad.....	60

3.6.1.	Cosecha y comercialización de la producción.....	60
3.6.2.	Determinación de la rentabilidad de la producción de flores.....	61
CAPITULO IV CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION		63
4.1.	Ubicación de la unidad de producción experimental	63
4.1.1.	Ubicación política	63
4.1.2.	Ubicación Geográfica.....	63
4.2.	Características climatológicas de la zona	64
4.3.	Características del suelo.....	66
4.4.	Fuentes de agua.....	67
4.4.1.	Aspectos generales.....	67
4.4.2.	Características y potencial de las aguas subterráneas.....	67
CAPITULO V EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS		69
5.1.	Definición y acondicionamiento unidad de producción	69
5.2.	Diseño, construcción y calibración de microaspersores	70
5.2.1.	Diseño de los microaspersores.....	70
5.2.2.	Construcción de los microaspersores	70
5.2.3.	Calibración de los microaspersores	71
5.2.4.	Diseño e implementación del sistema de producción.....	74
5.2.5.	Diseño e implementación del sistema de riego	75
5.3.	Producción experimental con enfoque comercial	81
5.3.1.	Selección y adquisición de cromos.....	81
5.3.2.	Preparación del terreno	81
5.3.3.	Siembra.....	82
5.3.4.	Labores culturales	82
5.4.	Cosecha, comercialización y determinación de la rentabilidad.....	82
5.4.1.	Cosecha y comercialización de la producción	82
5.4.2.	Determinación de la rentabilidad de la producción de flores.....	83
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		90
6.1.	Conclusiones.....	90
6.2.	Recomendaciones	91
BIBLIOGRAFIA		92
ANEXOS		95

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: PARAMETRO CLIMATICOS PROMEDIO DE JULIACA	65
CUADRO N° 2: COMPORTAMIENTO DE LA HELADAS.....	65
CUADRO N° 3: PARAMETROS AGROHIDROLOGICOS DE LOS SUELOS.....	66
CUADRO N° 4: CAUDAL Y DIAMETRO DE HUMEDECIMIENTO MEDIO DE LOS EMISORES.....	72
CUADRO N° 5: CAUDAL DE LOS EMISORES PARA DIFERENTES H	73
CUADRO N° 6: EVAPOTRANSPIRACION POTENCIA POR EL METODO DE HARGREAVES	75
CUADRO N° 7: INVERSIONES.....	84
CUADRO N° 8: CAPITAL DE TRABAJO	85
CUADRO N° 9: FLUJO DE CAJA ECONOMICO	87
CUADRO N° 10: FLUJO DE CAJA ECONOMICO.....	89

INDICE TABLAS

TABLA N° 1: VALORES DE K PARA DIFERENTES ACCESORIOS	36
TABLA N° 2: CALIFICACION DE LOS ELEMENTOS DISTRIBUIDORES EN FUNCIÓN DEL CV.....	51

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: COMPONENTES DE UN MICROASPERSOR FIJO TIPO SPRAY COMERCIAL	46
FIGURA N° 2: MAPA DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCION EXPERIMENTAL	64
FIGURA N° 3: ESQUEMA DEL MICROASPERSOR ARTESANAL	70
FIGURA N° 4: MICROASPERSOR ARTESANAL CONSTRUIDO.....	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación sobre los efectos del sistema de riego con microaspersores en la producción de flores de gladiolo (*Gladiolus spp*) en Juliaca, se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero y durante los meses de junio a diciembre del 2013, en la urbanización Néstor Cáceres Velásquez de la Ciudad de Juliaca, departamento de Puno. El objetivo fue determinar el efecto del sistema de riego con microaspersores en la producción comercial a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp*) en la ciudad de Juliaca, donde en condiciones normales no se producen este tipo de flores debido a la severidad del clima en la zona. Para ello, se definió y acondicionó la unidad de producción experimental de gladiolo; se diseñó, construyó y calibraron los microaspersores utilizados en la fase de producción; se diseñó e implementó el sistema de producción y riego; se llevó a cabo la producción experimental con enfoque comercial; y, por último, se llevó a cabo la cosecha, comercialización y determinación de la rentabilidad de la producción de flores en el mercado de la ciudad de Juliaca. Esto nos permitió seleccionar y poner una unidad de producción en un invernadero en la Mz Ñ 3 Lt 11 del III Sector Nuevo Milenio de la Urb. Néstor Cáceres Velásquez de la Ciudad de Juliaca; diseñar, construir y calibrar 40 microaspersores, de los cuales sólo fueron instalados 12; instalar tres sectores de producción de 12 m² cada uno, alimentados por un sistema de riego tecnificado con un pozo a tajo abierto y con 01 electro bomba de 0.5 HP, 01 línea principal de riego de 2.4 m., 02 líneas secundarias de 0.9 m. cada uno, 02 laterales paralelos de 8.7 m. cada uno y 06 microaspersores por cada lateral de riego; realizar la producción experimental con la instalación de 900 cormos durante 6 meses; cosechar 50

docenas de gladiolos de primera, 25 docenas de gladiolos de segunda y 900 unidades de cormo, los mismos que después de su comercialización generaron un ingreso total de Mil cien y 00/100 nuevos soles (S/. 1,100.00); y finalmente, la evaluación de la rentabilidad para uno y dos invernaderos, para un horizonte de evaluación de 10 semestres y un costo de oportunidad del capital de 7.94% semestral bajo condiciones de inflación controlada, generaron un VNA= S/.475.88 y S/.4,765.90 respectivamente. Por lo tanto, se concluye que la producción comercial a pequeña escala de las flores no sólo es posible, sino también rentable.

PALABRAS CLAVE. Riego por microaspersión, cultivo de gladiolo.

ABSTRACT

The present work of research on the effects of irrigation system with micro-sprinklers in the production of flowers gladiolus (*Gladiolus* spp) in Juliaca, was conducted under greenhouse conditions and during the months of June to December of the 2013, in the urbanization Néstor Cáceres Velásquez city of Juliaca, Department of Puno. The objective was to determine the effect of irrigation system with micro-sprinklers in commercial small-scale production of gladiolus flowers (*Gladiolus* spp) in the city of Juliaca, where under normal conditions no such flowers are produced due to the climate severity in the zone. For this purpose, was defined and prepared the unit experimental production of gladiolus; was designed, built and calibrated the micro-sprinklers used in the production phase; was designed and implemented of the system of production and irrigation; was carried out the production experimental with commercial focus; and finally, harvesting, marketing and determining the profitability of the production of flowers in the market town of Juliaca was performed. This allowed us to select and put up a production unit in a greenhouse in the Mz Ñ 3 Lt 11 of the III Sector New Millenio of the Urb. Nestor Cáceres Velásquez City Juliaca; to design, built and calibrate 40 micro-sprinkler, of which only 12 were installed; to install three sectors of production of 12 m² each, supplied by a technicized irrigation system, with a well open pit with 01 electro pump of 0.5 HP, 01 main line of 2.4 m., 02 secondary lines of 0.9 m. each, 02 parallel side of 8.7 m. each and 06 micro-sprinkler by each irrigation lateral; perform the experimental production with 900 corms installation during 6 months; to harvest 50 dozens of gladioli of first, 25 dozens of gladiolus of second and 900 units of corm, the same

as after being marketed we generated a total income of a eleven hundred and 00/100 Nuevos soles (S/. 1,100.00); and finally, assessment of profitability in one and two greenhouses, for one horizon of evaluation of 10 semesters and with an opportunity cost 7.94% semiannually under conditions controlled inflation, was generated a VNA= S/. 475.88 and S/. 4765.90 respectively. Therefore it is concluded that small-scale commercial production of flowers is not only possible, but also profitable.

KEYWORDS. Micro-sprinkler irrigation system, cultivation of gladiolus

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. Planteamiento del problema

La producción agrícola en el altiplano está limitada por la irregular distribución espacial y temporal del agua, y por la severidad climática de la zona; que inciden en el establecimiento de los cultivos, número de campañas y rendimiento de la actividad agrícola. Estas condiciones, son también restrictivas para la producción de flores, porque en normalmente solo se pueden producir algunas variedades, en períodos y zonas específicas. Es por ello que la mayor parte de la demanda local de flores, es cubierta por la producción proveniente de las regiones de Arequipa, Cuzco y Tacna, según orden de importancia.

En Juliaca, no se producen flores de corte a nivel comercial, sino solamente plantones para jardines o maceteros. Esto conlleva a que el precio de las flores sean relativamente alta durante todo el año y en especial las fechas especiales a nivel local. Esta situación es mucho más crítica en el caso de los gladiolos, que son uno de los más requeridos por la población y a la vez uno de los más caros, por los excesivos cuidados que requiere su traslado y preservación.

En vista de la gran demanda de flores durante todo el año en la ciudad de Juliaca, consideramos que la producción de gladiolos con microaspersores de

riego de tipo artesanal, en condiciones de invernadero y aprovechando el gran potencial de aguas subterráneas superficiales locales, son una alternativa para la creación de microempresas familiares en los barrios periféricos de la ciudad de Juliaca.

En base a ello, nuestro problema principal es ¿Cuál es el efecto del sistema de riego con microaspersores artesanales en la producción comercial a pequeña escala de flores de gladiolo (*Gladiolus Spp*) en la ciudad de Juliaca?

Los problemas específicos que no planteamos son los siguientes:

¿Cuáles son las características técnicas de los microaspersores artesanales, fácilmente replicables y manejables, para la producción a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) en la ciudad de Juliaca?

¿Cómo debe ser el sistema de producción y de riego por microaspersión para la producción a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) para las condiciones de la ciudad de Juliaca?

¿Cuán rentable económicamente es la producción a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*), para el mercado de Juliaca?

1.2. Justificación

La investigación nos permite plantear y validar soluciones de baja inversión para la producción agrícola a pequeña escala y en especial de flores como los gladiolos, a nivel comercial y de manera intensiva durante todo el año, aprovechando las oportunidades del mercado local, para zonas como la ciudad de Juliaca que está expuesto a un alto riesgo de heladas.

La tecnificación del riego es una condición necesaria para todos los proyectos de riego nuevos, dada la limitada disponibilidad de este recurso debido a la baja eficiencia del uso del agua en la actividad agrícola y la creciente contaminación de este elemento vital, que cada vez tienden a ser insuficientes para atender el acelerado crecimiento de la demanda poblacional e industrial, que además está influenciado significativamente por el cambio climático generado por el efecto invernadero y el calentamiento global. En este contexto, el diseño de dispositivos para el riego tecnificado de fácil construcción a partir de materiales reciclables y de fácil operación y mantenimiento por parte de los usuarios, como el presente caso, constituye una herramienta que al masificarse puede contribuir a mejorar la gestión de los recursos hídricos de un determinado espacio territorial.

El esquema de producción y riego que se plantea constituye una propuesta de producción replicable para cualquier actividad agrícola a nivel de pequeños productores, que además de generar empleo, permite mejorar los ingresos familiares e incrementar la cantidad de bienes agrícolas a precios competitivos en los mercados locales en el altiplano.

La propuesta de producción y riego que se propone, permite poner en el mercado de la ciudad de Juliaca, flores de primera, de bajo costo y durante todo el año, de tal manera que los productores locales sean competitivos en volumen y calidad con respecto a la producción de flores procedente de las regiones vecinas.

La presente propuesta de producción y riego es un adecuado instrumento de capacitación en producción agrícola a nivel pequeños productores agrícolas y de centros educativos en general, que permita generar capacidades y/o conciencia ambiental para el manejo y cuidado del agua.

1.3. Antecedentes

La ONG MINKA, en el informe técnico titulado Redes Empresariales: casos de asociatividad y negocios rurales exitosos (2007), señala que en la comunidad campesina de Chitapampa, del distrito de Taray y provincia de Calca, la productividad de la producción de rosas, claveles, gladiolos y crisantemos a nivel familiar, en condiciones de invernadero y bajo riego, se incrementaron en un 20% por hectárea, así también que el número de campañas anuales se triplicó respecto a la condiciones sin invernadero; lo cual incidió en un incremento de los ingresos por venta en un 30% por campaña; situación que permitió mejorar la calidad de vida de los productores de dicha comunidad.

En el trabajo de investigación titulado Rendimientos de dos variedades de gladiolo (*Gladiolus gandavensis*) a diferentes densidades en medio convencional e hidropónico a partir de “bulbillos”, realizado a 3824 m.s.n.m. en el invernadero tipo túnel de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano por Magallanes (2006), se determinó que la variedad rojo sangre es estadísticamente superior, con una altura de planta de 96.44 cm, con un número de flores por planta de 12.99 y una longitud promedio de espiga de 42.85 cm. En cuanto a su rentabilidad manifiesta que es alto siempre en cuando el cultivo de gladiolos sea de triple propósito (flores, bulbos y bulbillos). En la fase

experimental, ésta variedad se cultivó en condiciones hidropónicas con un distanciamiento de 15 x 20 cm., obteniéndose una relación Costo/Beneficio de 1.07 %.

En el trabajo de investigación titulado Efecto de fertilizantes foliares en el cultivo de gladiolos (*Gladiolus gandavensis* y *Gladiolus cardinales*) en Invernadero, efectuado por Hanco (2013) en el distrito de Ayaviri de la provincia de Melgar y a 3958 m.s.n.m., el sistema de riego empleado fue de aspersión, con 02 aspersores móviles de 3.2 m. de radio y un caudal de 0.029 l/seg. La especie (*Gladiolus gandavensis*) alcanzó una altura de planta con 1.48 m, con una longitud de inflorescencia con 0.59 m y 13 flores de inflorescencia, mientras que la especie (*Gladiolus cardinalis*) tuvo 1.47 m, 0.56 m y 11.67 para longitud de planta, longitud de inflorescencia y número de flores respectivamente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto del sistema de riego con microaspersores artesanales en la producción comercial a pequeña escala de flores de gladiolo (*Gladiolus spp.*) en la ciudad de Juliaca

1.4.2. Objetivo específicos

Diseñar, construir y calibrar los microaspersores artesanales, fácilmente replicables y manejables, para la producción a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) en la ciudad de Juliaca.

Establecer el sistema de producción y riego por microaspersión para la producción comercial y a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) en la ciudad de Juliaca.

Determinar la rentabilidad económica de la producción comercial y a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) para el mercado local de Juliaca.

CAPITULO II

MARCO TEORICO E HIPOTESIS

2.1. Marco teórico

2.1.1. Aspectos generales del riego

A. *El Riego*

Adlercreutz et al (2014, p. 52) definen el riego como una práctica cultural cuyo objetivo es proveer o complementar los requerimientos hídricos de los cultivos. Puede ser riego integral cuando se trata de cubrir la totalidad del agua ya que no hay aportes de precipitación, y riego complementario cuando en determinados momentos del ciclo del cultivo puede haber un déficit de agua.

El riego es la aplicación artificial del agua al perfil del suelo, en cantidades y oportunidades adecuadas, para proporcionar condiciones óptimas de humedad para el normal desarrollo del cultivo y producir cosechas rentables en el menor tiempo posible con el mínimo sacrificio humano. (Soto, 2002, p.20).

“El riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer en éste el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos” (Gurovich, 1985 p.14).

Medina (1993 p.15), define el riego “como un medio artificial de aplicar el agua a la zona radicular de los cultivos de forma que ésta pudiera ser Utilizada al máximo”.

B. Sistemas de riego

Playan y Mateo, (2006, citado por Billib et al, 2009 p. 15), mencionan que los sistemas de riego moderno a nivel predial implican la selección apropiada de los métodos de riego y de las estrategias relacionadas con la disponibilidad de agua, las características del clima, suelo y cultivo, las condiciones sociales y económicas y las restricciones de distribución del sistema.

Los sistemas de riego a adoptar depende de: la especie y superficie a cultivar, sistema de siembra o plantación (siembra al voleo, en líneas planas o camellones, etc.), cultivo al aire libre o bajo cubierta, características edáficas, disponibilidad y calidad de agua, nivel tecnológico, características económicas de las empresas Adlercreutz, et al. (2014 p. 54).

C. Riego por microaspersión

El sistema de riego por microaspersión tiene el mismo principio que los sistemas de riego por aspersión, pero en menor volumen. Son menos abundantes y son recomendables para suelos de textura arenosa. La gran diferencia con el sistema por aspersores es que el agua no emerge profusamente sino que queda casi a nivel del suelo utilizando una aspersión muy pequeña y casi localizada del agua, esta característica convierte al sistema de riego por microaspersores en los mejores para riego de macizos de flores, rosales pequeñas zonas (Sánchez, 2005 p. 59).

Microaspersor

El emisor típico de este sistema de riego se denomina microaspersor; a veces se hace una distinción entre microaspersor y difusor, que consiste en que el primero lleva un elemento giratorio que distribuye el agua mientras que en el segundo ese elemento no existe. En el presente caso consideraremos microaspersor a todos los emisores que pulverizan el agua. La diferencia fundamental con los demás emisores de riego localizado es que en los microaspersores, el agua una vez pulverizada, se distribuye por el aire hasta distancias variables y alcanza el suelo mojando una superficie considerable, mientras que en los demás emisores el agua cae en forma de gotas o chorro sobre una superficie pequeñísima, y la distribución de la humedad se produce a través del suelo. Los microaspersores trabajan normalmente a presiones de 10 a 20 m.c.a. más elevadas que las de los goteros, el radio de alcance es de 1 a 3 metros y los caudales de 20 a 150 l/h. Otra característica importante es puede ser afectado por las obturaciones, es el diámetro de la boquilla, que suele estar comprendido entre 0.8 y 1.6 mm, es decir mayores que el paso mínimo de los goteros (Pizarro, 1990 p. 229-230).

D. El concepto de uniformidad del riego

El primer concepto de uniformidad fue desarrollado en el año 1942, y comúnmente es conocido con el nombre de Coeficiente de Uniformidad de Christiansen (UCC).

$$UCC = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})}{n \bar{y}} \right]$$

Donde:

y_i = observaciones individuales de agua aplicada (mm)

\bar{y} = lamina promedio de agua aplicada (mm)

n = número de observaciones

– **Uniformidad de riego**

La uniformidad de riego es una magnitud que caracteriza todo sistema de riego e interviene en su diseño. El objeto de un sistema de riego es de tratar de obtener la mayor uniformidad posible, de manera que toda las plantas del cultivo reciban la misma cantidad de agua y nutrientes para alcanzar el desarrollo y la producción óptimos (Saldarriaga, 2007 p. 614).

– **Coefficiente de uniformidad (CU)**

La más popular media de la uniformidad de riego es el coeficiente de uniformidad de Christiansen, propuesto por su autor en 1942 y ampliamente utilizado en riego por aspersión. Sin embargo, en Riego Localizado de alta frecuencia se utiliza unos criterios más exigentes y se define un nuevo coeficiente de uniformidad, según la expresión. (Pizarro, 1990 p. 373).

$$CU = \frac{q_{25}}{q_a}$$

Donde:

q_a = caudal de todo los emisores de la instalación

q_{25} = caudal medio de los emisores que constituyen el 25 por 100 de más bajo caudal.

2.1.2. Aspectos generales del suelo

El suelo es un sistema heterogéneo conformado por elementos sólidos (minerales orgánicos), líquidos y gaseosos. Se caracteriza por las propiedades específicas adquiridas durante su evolución y por el manejo recibido. Todo ello le confiere la capacidad de poder satisfacer, en mayor o menor medida, las necesidades vitales de las plantas durante su crecimiento y desarrollo (Vásquez A., Vásquez I. y Vílchez (s.f. p. 7).

El suelo es el almacén del agua que se aplica al terreno de cultivo para las plantas, ya sea mediante la lluvia o el riego. Es almacenado por el suelo en el espacio poroso y la cantidad de agua que se almacena depende de muchos factores, principalmente de la distribución de las partículas sólidas de los suelos o textura (Mendoza, s.f. p. 2).

2.1.3. Aspectos básicos de la producción de gladiolos

A. *El Gladiolo*

– *Origen*

El gladiolo es una planta cultivada desde la época de los imperios griego y romano. Es originaria de la cuenca mediterránea y de África Austral. Comprende 180 especies nativas de África, Madagascar, Europa, Arabia y oeste de Asia, donde el gladiolo crece espontáneamente; aunque es de origen Africano.

Gladiolus es el diminutivo de gladius, que significa “espada”, que se refiere a la forma lanceolada de la hoja que termina en punta y también al hecho de que la flor en la época de los romanos era entregado a los gladiadores que triunfaban

en la batalla; por eso, la flor es el símbolo de la victoria según el (Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria Unidad Técnica Nacional, 2010 p, 4).

– **Clasificación botánica**

Los gladiolos se clasifican botánicamente como una angiosperma monocotiledónea de la clase Lilifloras, que pertenece a la familia de las Iridáceas y cuyo género *Gladiolus* comprende más de cien especies, unas de origen centro y sudafricano y otras europeas.

– **Cormo**

Tubérculo caulinar de orientación vertical, de estructura sólida, forma redondeada algo achatada, con el ápice de crecimiento en el centro de la zona superior. Puede durar uno o varios años, renovándose sobre el cormo anterior, cuyos restos permanecen en la base del nuevo. Esta estructura está formada por varios nudos, de cuyas yemas axilares se forman nuevos cormos (Buschman 1989; Cohat 1993, citado por González, 2011 p. 7).

Es un tallo subterráneo envuelto por hojas secas en forma de escamas denominadas comúnmente túnicas. El cormo de gladiolo está provisto de grandes reservas nutritivas en su interior, principalmente almidón. Comercialmente las flores de gladiolos se cultivan a partir de sus cormos. Dependiendo de la época del año y la variedad, la flor está lista para la recolección al cabo de 2-4 meses desde la siembra (Chahin et al, 1999 p. 50).

– **Hojas**

Las hojas son alargadas, paralelinervas y lanceoladas, y están recubiertas de una cutícula cerosa. Las hojas inferiores están reducidas a vainas y las

superiores son de lineares a estrechamente lanceoladas. Todas las hojas salen de la base y varían entre una y doce (Vidalie 2001, citado por González, 2011 p. 9).

– **Flores**

La inflorescencia es una espiga larga con 12 a 20 flores. Las flores son bisexuales, sésiles, cada una rodeada de una bráctea y una bractéola. Perianto simétrico bilateral con seis lóbulos algo desiguales. Androceo con tres estambres naciendo en el tubo del perianto y estilo trifido en el ápice (Larson 1992, citado por González, 2011 p. 9).

B. Requerimientos climáticos del Gladiolo

– **Temperatura**

Tratamiento de plantación: 20°C a 25°C por 1 a 2 semanas previas a la plantación para inducir el desarrollo de raíces. Respecto a la temperatura ambiental, las temperaturas óptimas para su desarrollo son de 10 a 15°C por la noche y de 20 a 25°C por el día. La formación del tallo floral tiene lugar desde los 12°C hasta los 22°C, la temperatura mínima biológica (cero de vegetación) es de 5 a 6°C. La temperatura ideal del suelo es de 10 a 12°C, las superiores a 30°C son perjudiciales para esta planta, para el almacenaje de los cormos: 3°C a 4°C (Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria Unidad Técnica Nacional, 2010 p. 9).

– **Luz**

Chahin, et al. (1999, p. 53) menciona “esta planta es de alto requerimiento de luz. El Gladiolo es una planta heliófila (amante al sol) y de fotoperiodo largo”.

– ***Humedad relativa***

La humedad ambiental deberá estar comprendida entre el 60-70%. Humedades inferiores al 50% provocan que el crecimiento sea más lento y favorecen el desarrollo de la plaga araña roja. Un exceso de humedad produce alargamiento en la planta y se presentan pudriciones por enfermedades (Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria Unidad Técnica Nacional, 2010, p. 11).

– ***Riego***

El riego es muy importante, ya que los gladiolos requieren mucha agua. Pueden emplearse tres sistemas de riego: manta, aspersión y goteo. El riego por aspersión es el preferido para grandes extensiones, además se evita tener que hacer caballones; aunque favorece la aparición de enfermedades criptogámicas en invierno.

Si el agua de riego es salina se emplea el riego por goteo y si las tuberías secundarias no se entierran se pueden transportar de un sitio a otro en las rotaciones.

– ***Propagación***

Se realiza a través de los cormos y de los cormillos (pequeños cormos que se forman alrededor del cormo madre después de cada floración). Los cormillos necesitan de uno o dos períodos de engorde para producir flores de calidad.

C. Calidad del gladiolo

Se dice que hay una buena calidad de las varas florales, cuando estas son vigorosas, rectas y largas, con gran número de flores sin deformaciones y adecuadamente distribuidas. El color de las flores debe ser limpio y si hay dos o más colores mezclados deben combinar bien.

Para concretar estos criterios se miden:

La longitud total de la vara, desde el corno hasta el extremo de la espiga floral.

La longitud de la espiga floral, desde la inserción de la primera flor al extremo de la espiga. El número de flores por espiga. (Verdeguer, 1981 p. 11)

2.1.4. Producción en invernadero

A. Definición

Un invernadero es una construcción cubierta y abrigada artificialmente con plástico u otros materiales, en cuyo interior es posible regular las condiciones medio ambientales para garantizar el desarrollo óptimo de hortalizas, frutales y plantas ornamentales, que en condiciones normales están expuestas a fuertes lluvias, vientos, temperaturas extremas, plagas y enfermedades.

B. Requerimientos básicos para la producción en invernaderos

- Alta inversión primaria (construcción) y secundaria (manejo)
- Conocimiento profundo del cultivo (a nivel botánico y fisiológico)
- Uso avanzado de técnicas de manejo agronómico, las cuales incluyen:
 - Adaptación de variedades y cultivares
 - Preparación y desinfección adecuada del suelo

- Cobertura de las camas
- Distancia de siembra adecuadas
- Prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades
- Sistemas de riego localizado
- Manejo preciso del fertirriego

C. Tipos de invernadero

Existen diversos tipos de invernaderos que se han diseñado, de acuerdo a las condiciones de clima y topografía de cada región:

- Invernadero tipo túnel o arco

Por su forma de arco ofrecen gran resistencia a los vientos. Es recomendable para regiones con velocidades de viento superiores a 60 km/hr. Se trata de invernaderos que tienen una altura y anchura variables.

- Invernadero semitúnel o semicilíndrico

Se denominan así por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. Su empleo se ha extendido por su mayor capacidad para el control de los factores climático, su gran resistencia a fuertes vientos y rapidez de instalación. El ancho de cada nave varía de 6 a 9 m., permitiendo el adosamiento de varias naves en batería. La ventilación es mediante ventanas cenitales que se abren hacia el exterior del invernadero.

- Invernadero tipo capilla

Los invernaderos tipo capilla simple tienen el techo formando uno o dos planos inclinados, sea a una agua o dos aguas. Funcionan bien en regiones con altas precipitaciones pero tienen poca resistencia a los vientos, por lo que se deben diseñar estructuras resistentes.

El ancho que suele darse a estos invernaderos es de 10 a 12 m. La altura de la cumbrera está comprendida entre 3.5 y 4 m. Si la inclinación de los planos del techo es mayor a 25° no tiene inconvenientes en la evacuación del agua de lluvia. La ventilación es por ventanas frontales y laterales. Cuando se trata de estructuras formadas por varias naves unidas, la ausencia de ventanas cenitales dificulta la ventilación.

– Invernadero plano o tipo parral

Se utiliza en zonas poco lluviosas. Su estructura se encuentra constituida por dos partes claramente diferenciadas, una vertical y otra horizontal. La estructura vertical son los soportes y los paneles de plástico (tanto los apoyos externos como internos pueden ser rollizos de pino o eucalipto y tubos de acero galvanizado); la estructura horizontal constituye el techo con su estructura y lámina de plástico.

– Invernadero tipo diente de sierra

La característica principal de este modelo es el diseño de la cubierta, semejante a los dientes de una sierra, siendo una de las eficientes en cuanto a ventilación. La instalación debe ser en el sentido de los vientos predominantes. Es un poco deficiente en cuanto al aprovechamiento de la luz del sol. Dependiente de la región, su uso está limitada a cultivos no muy exigentes de luz.

– Invernadero de cristal o tipo venlo

Son de estructura metálica prefabricada con cubierta de vidrio. El techo está formado por paneles de vidrio que descansan sobre los canales de recogida

de pluviales y sobre un conjunto de barras transversales. El ancho de cada módulo es de 3.2 m.

D. Ventajas y desventajas de la producción en invernaderos

Ventajas

- Protección contra condiciones climáticas extremas, como lluvias excesivas, granizadas, bajas temperaturas, vientos, tempestades, etc.
- Obtención de cosechas fuera de época, porque es posible producir durante todo el año independiente de las condiciones climáticas externas.
- Mejor calidad de la cosecha, porque se obtienen productos similares en forma y tamaño, con madurez uniforme y excelente presentación.
- Ahorro de costos de producción, porque hay mayor eficiencia en el uso de insumo agrícolas.
- Uso racional del agua, porque además del uso de sistemas de riego localizado y hay una recirculación del agua evapotranspirada que luego de condensado en el techo retorna al suelo, para humedecerlo.

Desventajas

- Alta inversión inicial, que depende de los materiales con que se construya y que se incrementa aún más con las instalación de sistemas de riego y fertilización automatizados.
- Requiere personal capacitado en las diferentes labores del cultivo, manejo del clima y de fertilización.
- Requiere monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del invernadero para un mejor control de plagas y enfermedades y el desarrollo productivo del cultivo.

- puede aumentar conforme se implementen los sistemas fertirriego.
- Los productores de cultivos bajo invernadero dependen totalmente de la semilla para la siembra de sus cultivos en los invernaderos, lo cual aumenta los costos de producción
- Aumento en los costos de producción por el uso inadecuado de plaguicidas y fertilizantes, debido al desconocimiento de los problemas fitosanitarios más importantes.

E. Parámetros a tener en cuenta para la elección de un invernadero

- Tipo de cultivo (producción y calidad requeridos)
- Exigencias bioclimáticas de la especie en cultivo
- Tipo de suelo: se deben elegir suelos con buen drenaje y de alta calidad, aunque también se pueden utilizar suelos pobres con buen drenaje
- Topografía: Son preferibles lugares con pendiente pequeña.
- Vientos: Se toman en cuenta la dirección, intensidad y velocidad de los vientos dominantes.
- Mercado destino y demandas.
- Examen de la zona (temperatura, humedad, condiciones físicas y químicas del suelo, etc.)

F. Parámetros a tener en cuenta para la localización de un invernadero

- Sanidad del terreno: Considerar el historial de cultivos anteriores al que se va a producir y evitar en lo posible que hayan sido basureros u otras actividades que puedan haber causado contaminación.

- Fertilidad del terreno: Para determinar su condición física, composición química y microbiológica, que permita determinar si reúne las condiciones adecuadas para el cultivo.
- Drenaje del terreno: Seleccionar suelos con buen drenaje y fertilidad, porque un nivel freático alto puede afectar la producción.
- Disponibilidad y calidad de agua de riego: Es indispensable que el invernadero esté cerca a fuentes de agua de excelente calidad y libre de contaminantes.
- Orientación. Es importante ubicar el invernadero según los ángulos de radiación que permitan la máxima penetración de luz.

G. Característica de un invernadero

La estructura de los invernaderos es uno de los elementos constructivos que mejor se deben estudiar y general deben ser ligeras y resistentes, de materiales económicos y de fácil conservación, y ocupar poca superficie. Los materiales más utilizados para su construcción son la madera, acero, aluminio, alambre galvanizado, hormigón armado, adobes, que son los que predominan o son los más accesibles en cada lugar. En general, lo normal es que en su diseño se utilicen una combinación de dichos materiales.

El material de cobertura debe ser transparente, para asegurar que las plantas tengan suficiente luz para su crecimiento, de la cual una parte es utilizada en la fotosíntesis y el resto se convierte en calor. A excepción de las zonas climáticas con inviernos rigurosos, donde el material de cubierta es cristal o plástico rígido, el material más empleado es plástico flexible. Los materiales

utilizados para la cobertura son el propileno, vidrio y el polipropileno, sien el más difundido el primero por costos, versatilidad y peso.

H. Producción de gladiolos bajo invernadero

La producción de gladiolos en invernaderos es posible, pero en un sistema de rotación de cultivos adecuado con otras flores u hortalizas. En este caso, se deben usar bulbos “tratados” del calibre 14 ó más, para un espaciamiento que puede ser de 50 a 80 cormos por metro cuadrado.

Así también, se debe tener en cuenta el tipo de abonamiento y los rangos de temperatura más adecuados del suelo y del ambiente durante el día y la noche, para una producción óptima.

2.1.5. Sistemas de riego en invernaderos

Existen distintos tipos de sistemas de riego en invernaderos. Entre ellos, tenemos los de microaspersores, difusores y goteo con todas sus variantes.

Los microaspersores en son los más adecuados en muchos lugares por las siguientes razones:

- Son ideales para suelos de textura arenosa porque cubren más superficie.
- Son ideales para el riego de rosales, flores pequeñas y zonas reducidas, siempre que la calidad del agua sea adecuada.
- Trabajan a presión más bajas que la de aspersion, entre 7 y 30 m.c.a.
- Necesita poca mano de obra y menos cualificada que en riego localizado.

- Son aptas para cultivos densos como es el cultivo de hortalizas de bajo porte.

2.1.6. Diseño de riego por microaspersión

A. *Generalidades de riego por microaspersión*

El riego por microaspersión es un método presurizado de aplicación del agua, en donde el chorro es pulverizado, cayendo el agua al suelo en forma de pequeñas gotas, simulando una lluvia. Las principales características operativas de este método son:

- La velocidad de aplicación del agua debe ser menor que la velocidad de infiltración básica.
- En los laterales, las pérdidas de carga deben ser inferiores al 20%.
- En la línea principal, la pérdida de carga debe ser inferior al 15%.
- Los laterales se colocan perpendiculares a la dirección del viento.
- Los laterales se instalan el sentido de la pendiente para ahorrar energía.

La decisión de usar este método implicará una serie de ventajas y desventajas, respecto de otros métodos de riego, estas pueden resumirse en las siguientes:

Ventajas

- Se adapta a todo tipo de superficies y topografías.
- Es posible regular la tasa de aplicación de agua en el suelo.
- El sistema es de fácil operación.

- Tiene una alta eficiencia de riego.
- Es posible aplicar agroquímicos por la línea de riego.
- Se puede regular fácilmente el caudal aplicado.
- El sistema puede ser automatizado.

Desventajas

- El sistema requiere estar presurizado para funcionar, lo cual implica consumo de energía.
- El costo de tubería y accesorios.
- Las zonas con vientos fuertes disminuyen la eficiencia del riego.
- Se reduce la eficiencia de riego en los extremos de los terrenos, esto se agrava en terrenos muy irregulares.
- Se incrementan los riesgos fitosanitarios.
- Si el agua es de mala calidad, al quedar ésta sobre el follaje o tallos y evaporarse, deja en la superficie de la planta sales u otras sustancias que pueden ser tóxicas, tanto para la planta o para los animales, en caso de que el cultivo sea un forraje como la alfalfa.
- Cuando la textura del suelo es predominantemente arcillosa o limosa, puede haber problemas por sellamiento superficial del suelo, disminuyendo la infiltración del agua.

B. Diseño agronómico

Según Pizarro (1990, p. 163) el diseño agronómico es la parte del proyecto en la que se decide una serie de elementos de la instalación, tales como número de emisores, disposición de los mismos, etc. Además proporciona unos datos básicos para el posterior diseño hidráulico, como caudal por emisor y planta, duración de riego, etc.

Según Pascual (2008, p. 327) el Diseño agronómico “debe garantizar el suministro de las necesidades hídricas del cultivo (en el periodo de máximas necesidades) con una adecuada eficiencia de aplicación, asegurando un adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo”.

– Necesidades de agua de los cultivos

Las necesidades hídricas de los cultivos “expresan la cantidad de agua que es necesario aplicar para compensar el déficit de humedad del suelo durante un periodo vegetativo” (Mendoza, s.f. p. 16)

La Evapotranspiración

La evapotranspiración potencial ETP es “un valor que indica la evaporación del agua a través de un cultivo referencial, está relacionado a factores climáticos (en orden de importancia) insolación, temperatura promedio diaria, humedad relativa y viento y se expresa en mm/día” (Anten y willet, 2000, p. 20).

Según (Mendoza, s.f. p. 17) define la ETP “como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de

vegetación, que se desarrolla en óptimas condiciones, y en el supuesto, la magnitud de la ETP está regulada solamente por las condiciones climáticas”.

Método de Hargreaves en base a la radiación solar equivalente

Los datos climáticos necesarios para la aplicación de este método son la temperatura media mensual, radiación solar media y calculada, radiación extraterrestre equivalente, factor mensual de latitud, humedad relativa y altitud (Vásquez, et al. s.f. p. 122).

$$ETP = 0.0075 * RSM * TMF$$

$$RSM = 0.075 * RMM * S^{0.5}$$

Dónde:

ETP = Evapotranspiración potencial, (mm/mes).

RSM = Radiación solar equivalente en mm de evaporación mensual, (mm/mes).

TMF = Temperatura media mensual en grados Farenheith.

RMM = Radiación extraterrestre equivalente en mm de evaporación mensual, (mm/mes).

$$RMM = Ra * DM$$

Ra = Radiación extraterrestre equivalente en mm de evaporación diaria, (mm/día); se obtiene del Anexo N° 1.

DM = Número de días del mes que se analiza.

S = Porcentaje de horas de insolación (%).

$$S = \frac{n}{N} * 100$$

n = Horas de insolación fuerte promedio del lugar, media.

N = Horas de insolación fuerte, según mes y latitud del lugar; se obtiene del Anexo N° 1.

Coefficiente de cultivo

El coeficiente de cultivo k_c , describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la cosecha. El k_c presenta valores pequeños al inicio del desarrollo del cultivo y aumenta a medida que se incrementa la cobertura del suelo. El valor máximo se alcanza durante la floración, se mantienen durante la fase media y finalmente decrecen durante la maduración. (Mendoza, s.f. p. 17).

Evapotranspiración del cultivo

La evapotranspiración del cultivo ET_c se calcula como el producto de la evapotranspiración del cultivo de referencia ET_0 y el coeficiente del cultivo k_c (FAO, 2006, p. 89-90).

$$ET_c = ET_0 * k_c$$

Siendo:

ET_c = evapotranspiración del cultivo, en mm/día

ET_0 = Evapotranspiración del cultivo de referencia, en mm/día

K_c = coeficiente de transpiración del cultivo

– **Lámina de riego a reponer (L_r)**

Esta corresponde a la lámina de agua que se debe reponer en cada riego:

$$L_r = (CC - PMP) * Pr * f$$

L_r es la lámina de riego que se debe aplicar en cada riego (cm)

CC : Contenido volumétrico de humedad a capacidad de campo (cm^3/cm^3)

PMP : Contenido volumétrico de humedad a punto de marchitamiento permanente (cm^3/cm^3)

Pr : Profundidad de raíces (cm)

f : Factor de abatimiento (fracción decimal, depende del cultivo).

Lamina real

$$L_r = \frac{L_n}{E_a}$$

L_r = Lamina real (cm)

L_n = Lamina neta (cm)

E_a = Eficiencia de aplicación

Dosis total de riego (D_p)

$$D_p = \frac{\sum E_t * 10}{E}$$

D_p : Cantidad de agua requerida durante todo el desarrollo del cultivo (m^3/ha)

ΣEt : Evapotranspiración de todo el período de desarrollo del cultivo (mm)

E: Eficiencia de riego (adimensional)

Intervalo crítico de riego (Irc)

Este corresponde a la frecuencia de riego durante el período de mayor demanda de agua. El diseño de riego debe estar en función de esta frecuencia. Durante los meses cuando sea menor la evapotranspiración la frecuencia entre un riego y otro se puede alargar. El cálculo se hace a partir de la siguiente expresión:

$$Irc = \frac{Lr}{Et_{max}}$$

Irc : Intervalo crítico de riego (días)

Lr : Lámina de riego a reponer (cm)

Et_{max} : Evapotranspiración del mes más crítico (mes con mayor Et) (cm)

– ***Tiempo de riego (Tr)***

$$Tr = \frac{Lr}{Va * E}$$

Tr : Tiempo de riego sin cambio de posición de laterales (horas)

Lr : Lámina de riego a reponer (cm)

E: Eficiencia de riego (adim)

Va : Velocidad de aplicación (cm/h)

$$Tr1 = Tr + tc$$

Tr1: Tiempo de riego con cambio de posición de laterales (horas)

Tc: Tiempo de demora para cambiar un equipo de un sector a otro. Esto sólo es válido si se trata de equipos portátiles.

– **Superficie de riego diaria (Srd)**

Es la superficie más grande que podrá regarse de acuerdo con el diseño y condiciones del sector y del cultivo.

$$Srd = \frac{Sup * 7 * Tr1}{Irc * js * jd}$$

Srd: Area o superficie de riego diaria (m²)

Sup: Superficie del terreno (m²)

Tr1: Tiempo de riego para sistemas portátiles (horas)

Irc: Intervalo de riego crítico (días)

Js: Días de la semana que se trabajan (número)

Jd: Horas diarias que se trabaja (número).

– **Emisores**

El elemento más importante de un sistema de riego por goteo o microaspersión es el emisor ya que afectará directamente los posteriores criterios de diseño. Los emisores son estructuras que reducen la presión a cero, aplicando de esta manera el agua a la forma de gota en la superficie del suelo o asperjada en finas gotas con microjet y microaspersores. Los emisores varían en tipo y modelo, desde tubos perforados, microtubos y bandas perforadas, a

complicados diseños los microaspersores de tipo rotativo o de jet. En general la clasificación de los sistemas de riego localizado se basa en el tipo de emisor utilizado (Holzapfel, s.f. p. 13)

Ecuación característica del emisor

$$q = Kh^x$$

Dónde:

q = caudal del emisor (l/h).

K = coeficiente de descarga

h = presión a la entrada del emisor (m.c.a).

x = exponente de descarga.

$$x = \frac{\ln(q_1/q_2)}{\ln(h_1/h_2)}$$

$$k = \frac{q_1}{h_1^x}$$

– **Número de laterales**

Es el número de laterales que se requieren para regar la superficie de riego diaria (Am)

$$N = \frac{Srd}{L * Sl}$$

N: Número de laterales requeridos.

Srd: Superficie diaria de riego (m²)

L: Longitud de los laterales (m)

Sl: Separación entre laterales (m)

– **Número de microaspersores**

$$n = \frac{L}{Se} + 1$$

L: Longitud del lateral (m)

Se: Separación entre microaspersores (m)

– **Caudal requerido**

Se refiere a la cantidad de agua necesaria por unidad de riego.

$$Ql = Qe * N * n$$

Ql: Caudal requerido por unidad de riego (lps)

Qe: Caudal de cada emisor o aspersor (lps)

N: Número de laterales en operación

N: Número de aspersores por lateral

$$Qs = Ql * Tr * 3.6$$

Qs: Caudal necesario por jornada (diario) de riego (lps)

Ql: Caudal diario requerido (lps)

Tr: Tiempo de riego (horas)

C. Diseño hidráulico

El Diseño Hidráulico “Consiste en determinar las dimensiones de los diferentes componentes del sistema de tal manera que funcione adecuadamente con altos niveles de uniformidad. El dimensionamiento del sistema está determinado por las condiciones de operación previstas, en función de las características de la topografía, el suelo y el cultivo” (Mendoza, s.f. p.60).

Villafavila y Wyss (2009, p.17). Mencionan “Consiste en determinar con la mayor precisión posible, las características del equipo de riego, que pueda entregar el caudal y la presión necesaria, para el sistema, en las condiciones que exige el diseño agronómico”

– El número de Reynolds (*Re*)

En todo fluido en circulación existen unas fuerzas de inercia (según la ley de newton, masa x aceleración) y unas fuerzas de rozamiento interno entre las partículas del fluido. La relación entre ambas fuerzas es un numero adimensional, y en 1883 Osborne Reynolds comprobó que ese número permitía definir el régimen hidráulico (Pizarro, 1990, p. 212).

El número de Reynolds es la “relación de la fuerza de inercia sobre un elemento del fluido a la fuerza viscosa” (Mott, 2006, p. 231).

Si $NR < 2000$, el flujo es laminar.

Si $NR > 4000$, el flujo es turbulento.

$$Re = \frac{dV}{\nu}$$

Re = número de Reynolds

d = diámetro en metros

v = velocidad del agua en m/s

ν = viscosidad cinemática del agua en m²/s

q = caudal en l/h

$$Re = 352.64 \frac{q}{d}$$

d = diámetro en mm.

q = caudal en l/h.

– ***Presión del sistema***

Pérdidas de carga en una tubería

Es aquella pérdida de energía del agua en su recorrido al interior de la tubería, desde la entrada hasta el final, provocando una disminución de la presión interna del sistema o un diferencial de presión. Esta diferencia de presión se conoce como pérdida de carga. La pérdida de carga en una conducción está estrechamente relacionada con el caudal conducido, diámetro, longitud y rugosidad de las tuberías (pérdidas por fricción). Otro factor que afecta la presión son las pérdidas por singularidades, que son producidas por uniones, válvulas, codos, bifurcaciones, etc. (Hurtado, s.f. p. 67).

La pérdida de carga en una tubería “es la perdida de energía del fluido, debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra de las paredes de la tubería que las contiene” (Villafavila y wyss, 2009 p. 19).

Pérdidas por fricción

La perdida por fricción se define como la perdida de energía producto de la resistencia que la tubería opone al paso de agua. La fórmula general tiene la siguiente expresión.

$$H_f = J * L$$

Donde:

H_f = perdida de energía o carga producto de la fricción (m)

J = perdida de carga unitaria por cada metro de tubería (m/m)

L = longitud de la tubería de conducción (m)

Ecuación de Darcy - Weisbach

$$h_l = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

h_l = perdida de energía debido a la fricción (m/m)

L = longitud de la corriente del flujo (m)

D = diámetro de la tubería (m)

v = velocidad promedio del flujo (m/s)

f = factor de fricción (adimensional)

Ecuación de Blasius

Dedujo para el régimen turbulento liso

$$J = 0.473 \frac{q^{1.75}}{d^{4.75}}$$

q= caudal (l/h)

d= diámetro (mm)

Perdidas de carga menores o localizadas

Las pérdidas de energía o carga menores se producen cuando la tubería induce al agua a cambiar de dirección. Estas se pueden producir por codos, reducciones de diámetro, válvulas o llaves, o cualquier obstrucción que encuentre el agua que le impida seguir circulando en línea recta.

$$H_s = \sum \left(\frac{K * V^2}{2 * g} \right)$$

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Siendo:

Hs = pérdidas singulares o menores (m).

V = velocidad de circulación del agua (m/s)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

K = constante adimensional de coeficiente de resistencia que depende de los accesorios que se contemplan en el diseño (tabla)

Q = caudal (m³/s).

D = diámetro interior de la tubería (m).

TABLA N° 1: VALORES DE K PARA DIFERENTES ACCESORIOS

ACCESORIOS	COEFICIENTE K
Codo de 90°	0.9
Válvula de pie	2.5
Válvula de globo abierta	10
Tee	1.8
Codo de 45°	0.42

FUENTE: Maldonado I. 2001

– ***Cálculo del coeficiente de salidas múltiples***

Cuando una tubería tiene muchas salidas, la pérdida de carga variará en la misma, ya que se produce una disminución del caudal. Mediante el coeficiente de Christiansen (F) se corrige la pérdida de carga considerando las n salidas que tenga:

$$F = \frac{0.351 + 1}{(2 * n)} + \frac{0.154}{n^2}$$

F: Factor de Christiansen

N: Número de salidas de la tubería, en el caso de tubería lateral será el número de microaspersores.

Pérdida de carga efectiva (hf_e)

$$hf_e = hf * F$$

– **Dimensionamiento equipo de bombeo**

Requerimientos de potencia en la bomba

La potencia requerida por la bomba se calcula con la ecuación:

$$HP_B = \frac{Q_s * H_T}{76 * E_B}$$

HP_B: Potencia requerida por la bomba (Caballos de Fuerza, HP)

Q_s: Caudal del sistema o en la subunidad de riego (lps)

HT: Carga total del sistema (m)

EB: Eficiencia de la bomba (0.80-0.85)

Requerimientos de potencia en el motor

$$HP_m = \frac{Q_s * H_T}{76 * E_B * E_m} = \frac{HP_B}{E_m}$$

Em: Eficiencia del motor (0.90 – 0.95)

– **Para convertir de HP a Kwatt/hora**

$$KWatt / hora = HP * 0.746$$

D. Uniformidad de funcionamiento de microaspersores

Al diseñarse un sistema de riego por aspersión, un buen funcionamiento del mismo requiere de las siguientes condiciones:

- Que los microaspersores estén operando dentro de los rangos de presión y gasto definidos por el fabricante

- Que exista entre ellos un traslape apropiado entre sus radios de mojado.
- **Coeficiente de uniformidad**

Si no existe un buen traslape se producirá un mojado disperejo del terreno, con lo cual disminuirá la eficiencia del riego. Una metodología usada para determinar la eficiencia del método de riego es a través del llamado Coeficiente de Uniformidad (CU) o Coeficiente de Christiansen. Este coeficiente se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$CU = 100 \left[1 - \left[\frac{\sum ABS(X - X_{prom})}{X_{prom} * n} \right] \right]$$

Abs(): Valor absoluto de lo contenido en el paréntesis.

X: Lámina de agua medida

X_{prom}: Lámina promedio del agua

n: Número de observaciones realizadas

En el terreno las mediciones se realizan en un conjunto de recipientes dispuestos en cuadrado y con una separación (máxima) de 1 metro entre ellos. Se considera que la CU es apropiada si es que alcanza valores iguales o mayores al 85%.

- **Coeficiente de Hart**

En forma práctica, el coeficiente de Hart (CH) corresponde al coeficiente de variación y que relaciona la desviación estándar con el promedio poblacional. Mientras mayor sea el CH, menos uniforme será el riego que se esté aplicando.

Este coeficiente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$CH = 100 * \frac{S}{X_{prom}}$$

S: Desviación estándar

El CH no debe sobrepasar los valores del 20-25%. Si el CH supera el límite superior, entonces implicaría que existe una alta desuniformidad entre los aspersores dispuestos en el terreno.

2.1.7. Evaluación económica de proyectos de inversión

La evaluación económica se orienta a determinar, en qué medida el proyecto contribuye al desarrollo de la economía en su conjunto y verificar si su aporte justifica la utilización de los recursos necesarios para su operación. En otras palabras, su objetivo es determinar la rentabilidad económica del proyecto, en base a los beneficios y costos económicos generados e incurridos por él.

A. Flujo de caja de un proyecto

Según Beltrán y Cueva (2005, p. 293) “el flujo de caja de un proyecto es un estado de cuenta que resume las entradas y salidas efectivas de dinero a lo largo de la vida útil del proyecto, por lo que permite determinar la rentabilidad de la inversión, la organización del flujo de caja se realiza en periodos iguales. Normalmente, se divide la vida del proyecto en años”.

B. Criterios de evaluación

Según Sapag (2007, p. 253) la evaluación del proyecto compara, mediante distintos instrumentos, si el flujo de caja proyectado permite al inversionista obtener la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión.

Los métodos más comunes corresponden a los denominados Valor Actual Neto más conocido como VAN y la Tasa Interna de Retorno o TIR.

– Valor actual neto (VAN)

Beltrán y Cueva (2005, p. 372) menciona que el Valor Actual Neto (VAN), también conocido como el Valor Presente Neto (VPN), es el valor actual de los beneficios netos que genera el proyecto. La tasa con la que se descuenta el VAN representa el costo de oportunidad de capital (COK), que es la rentabilidad que estaría ganando el dinero de utilizarlo en la mejor alternativa de inversión. En términos matemáticos, el valor actual neto se define como la diferencia entre la sumatoria del valor actual de los costos (hallados utilizando el COK), menos la inversión realizada en el periodo cero.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

BN_t = Beneficios netos del periodo (t).

i = Tasa de descuento (tasa de interés o costo de oportunidad del capital).

I_0 = Inversión en el periodo cero.

n = Vida útil del proyecto

– **Tasa interna de retorno (TIR)**

Según Beltrán y Cueva (2005, p. 384) la Tasa Interna de Retorno es una tasa porcentual que indica la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en el proyecto. Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

Donde:

B_t = Beneficios del periodo (t).

C_t = Costos de periodo (t)

I_0 = Inversión en el periodo cero.

n = Vida útil del proyecto

C. Criterio de decisión

– **Valor actual neto (VAN)**

Una vez obtenido el flujo de caja del proyecto (beneficios y costos), se puede calcular el VAN utilizando los beneficios netos de dicho flujo. La realización o no de un proyecto dependerá del valor que este obtenga. Los intervalos relevantes que puede tomar este indicador son las siguientes:

$VAN > 0$. Si el VAN es mayor que cero es recomendable realizar la inversión en el proyecto analizado. Un valor mayor que cero indica que se obtendrá una ganancia respecto a la inversión en la mejor alternativa.

$VAN = 0$. Si el Valor Actual Neto es igual a cero, para el inversionista es indiferente realizar la inversión en el proyecto u optar por la mejor alternativa.

$VAN < 0$. Si el Valor Actual Neto es menor que cero, el proyecto no resultara mejor que su alternativa, por lo que el inversionista deberá decidir no llevarlo a cabo (Beltrán y Cueva, 2005, p. 373)

– ***Tasa Interna de Retorno - TIR***

El criterio de decisión para la TIR consiste en aceptar un proyecto cuando este tenga una TIR mayor al costo de oportunidad del capital (COK); es decir cuando la rentabilidad que obtenga el capital en el proyecto sea mayor que la ofrecida por la mejor alternativa, tenemos tres intervalos relevantes.

$TIR > COK$. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor al costo de oportunidad del capital, el rendimiento sobre el capital que el proyecto genera es superior al mínimo aceptable para la realización de un proyecto. Entonces, el proyecto deberá ser aceptado.

$TIR = COK$. Si la TIR es igual al costo de oportunidad del capital, el rendimiento sobre el capital que el proyecto genera es igual al interés que recibirá al invertir dicho capital en la mejor alternativa. Por lo tanto, para el inversionista es indiferente entre invertir en el proyecto o en la mejor alternativa de inversión, pues ambos le generan igual rentabilidad.

$TIR < COK$. Si la TIR es menor al costo de oportunidad del capital, el proyecto se rechaza pues su rendimiento es menor al de la mejor alternativa posible (Beltrán y Cueva, 2005 p. 387)

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis general

El sistema de riego con microaspersores artesanales tiene un efecto directo y positivo en la producción comercial a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) en la ciudad de Juliaca.

2.2.2. Hipótesis específicos

Se dispone de un microaspersor artesanal fácilmente replicable y manejable para la producción comercial y a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) en la ciudad de Juliaca.

Se cuenta con un sistema de producción y riego por microaspersión para producir comercial a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) para las condiciones de la ciudad de Juliaca

La producción comercial y a pequeña escala de gladiolos (*Gladiolus spp.*) para el mercado de Juliaca es rentable.

CAPITULO III

METODO DE INVESTIGACION

3.1. Proceso metodológico

Por la naturaleza del trabajo realizado, el proceso metodológico seguido incluyó las siguientes fases:

- Definición y acondicionamiento de la unidad de producción experimental
- Diseño, construcción y calibración de los microaspersores artesanales
- Diseño e implementación del sistema de producción y riego
- Producción experimental con enfoque comercial de los gladiolos
- Cosecha, comercialización y determinación de la rentabilidad de la producción de flores

3.2. Definición y acondicionamiento unidad de producción

Las consideraciones establecidas para la ubicación de la unidad experimental de producción, en condiciones de invernadero y con riego tecnificado, fueron las siguientes:

- Ubicado en la periferie de la ciudad de Juliaca.
- Cercanía a una fuente de aguas superficiales
- Cercanía a una fuente de energía eléctrica para dotar al agua de la presión necesaria para que fluya por los microaspersores.

- Existencia de instalaciones para invernadero tipo túnel, semitúnel o capilla aprovechables, de tamaño mediano, cercada y con una vivienda para guardianía.
- Accesibilidad a las vías de acceso con fines abastecimiento de insumos, equipos y comercialización.

Así también, para la habilitación de la unidad de producción se consideraron las siguientes acciones para su acondicionamiento:

- Reparación de muros y acondicionamiento de ventanas frontales y laterales de ventilación
- Reforzamiento de los tijerales del techo
- Instalación del cobertor de plástico
- Instalación del equipo de bombeo para la dotación de energía.

3.3. Diseño, construcción y calibración de microaspersores

3.3.1. Diseño de los microaspersores artesanales

Para el diseño de los microaspersores artesanales se tomó como referencia los componentes, geometría y especificaciones de los microaspersores comerciales fijos, cuyos componentes principales y forma de instalación se muestran en las Figura N° 1.

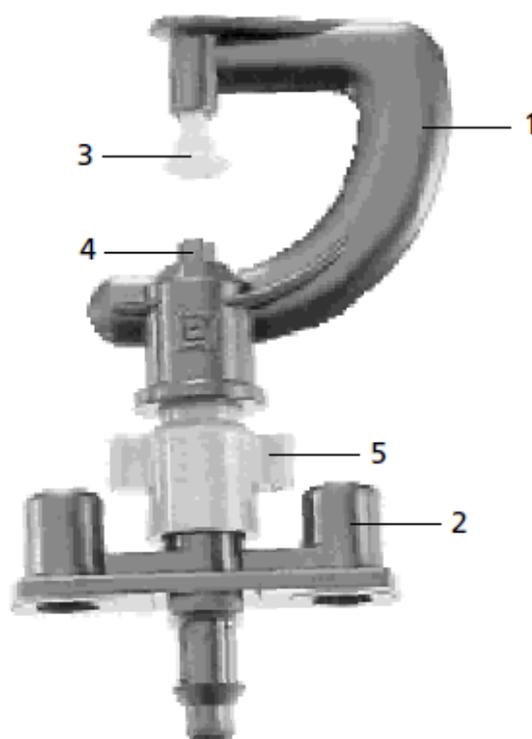
Las especificaciones técnicas referenciales establecidas para el microaspersor, corresponden al modelo que se muestra en el Anexo N° 1 y que a continuación se resumen:

- Modelo: Con lanza

- Tipo de difusor: Plano
- Angulo salida del chorro: de ángulo bajo a horizontal
- Diámetro de boquilla: 0.82 a 1.0 mm.
- Presión de operación: 10 a 20 m.c.a.
- Caudal: 25 a 130 l/h

FIGURA N° 1: COMPONENTES DE UN MICROASPERSOR FIJO TIPO SPRAY COMERCIAL

1. Puente
2. Base
3. Difusor
4. Boquilla
5. Antimist



Para el diseño ha primado el criterio de la simplicidad en la construcción, instalación y mantenimiento por parte de los usuarios finales. En base a ello, se ha propuesto al utilización de materiales reciclables y fácilmente accesibles, son: 01 Rayo de bicicleta de 2 mm de diámetro; 01 Lata de atún; 01 Aguja 16 x 1 ½"; 01 Jeringa de 1 ml. y 02 Tornillos de 2 mm x 0.5 cm.

Las herramientas utilizadas para ello, fueron: 01 prensa manual; 01 sierra para metal; 01 vernier; 01 escalímetro; 01 lima; 01 lijar; 01 cúter

3.3.2. Construcción de los microaspersores

El proceso de construcción del microaspersor artesanal se realizó de acuerdo a la siguiente secuencia:

- Selección de los rayos de las bicicletas

Se selecciona rayos de bicicleta en buen estado y de longitud apropiada, para que actúe como elemento estructural del microaspersor.

- Preparación del deflector y puente

En una prensa manual un extremo del rayo es acondicionado como deflector mediante un proceso de limado y lijado. Luego el resto del rayo es sometido a 4 dobleces, hasta conformar el puente del microaspersor, que incluye una extensión que permitirá que este elemento pueda ser integrado en una abrazadera.

- Preparación antimist

El extremo más delgado de la jeringa se lijó, manteniendo su forma circular y la longitud restante total, hasta que tenga un diámetro de 7 mm. para tener el antimist, que se conectará por su parte superior a la boquilla y por su parte inferior a la manguera de 4 mm. que permitirá conectar el microaspersor al lateral de riego.

- Preparación de la boquilla del emisor

El emisor se construyó a partir de la aguja de calibre 16G x 1 1/2", de diámetro interior de 1mm. Primero se realizó un corte de la aguja a 20 mm de su base cónica de la aguja y luego se procedió uniformizar mediante un limado, dicho corte.

- Fabricación de la abrazadera

Se cortó un rectángulo de 3.2 cm x 2 cm en la lata de atún, al cual en sus extremos se realizó cuatro agujeros de 0.5 mm. de diámetro, ubicados a 5 mm. del lado mayor y a 4 mm. del lado menor. Luego, a 1.6 mm del lado menor se trazó una línea recta, a partir del cual se procedió a doblar en los dos extremos del elemento rectangular, con el fin de darle la forma cilíndrica a la parte media de la lata, con la ayuda de la jeringa.

- Ensamblado del microaspersor fijo

La boquilla se integró al amisit y ambos a la extensión del puente, mediante una abrazadera ubicada a 2.5 mm de la parte cónica del amisit. Finalmente el microaspersor acoplado, se conectó a la manguera de 4 mm a través del amisit.

- Construcción de la estaca

La estaca se construyó a partir de una botella descartable de gaseosa de 3 litros. Para ello se realizó un corte a la botella, obteniendo una lámina rectangular de 36cm por 20 cm que se enrolló formando por termofusión un cilindro de 16 mm de diámetro aproximadamente. A un extremo del tubo se

colocó una manguera de polietileno de 8 mm y 3 cm de longitud para que se asiente el amisit del microaspersor y al otro extremo se realizó el chaflanado del elemento.

3.3.3. Calibración de los microaspersores

A. Caudal del emisor

El caudal de los microaspersores se determinó a partir del tiempo promedio que demoran en llenar una probeta graduada de 50 mililitros, 25 emisores instalados con un espaciamiento de 0.40 m en una línea de riego de 20 mm. de diámetro y 15 m. de longitud, y que funcionaron simultáneamente con una presión de 16 metros de columna de agua proporcionada por una bomba de 0.5 HP. La medición se realizó una continuación del otro.

La expresión utilizada para la determinación del caudal promedio fue la siguiente:

$$q = \frac{v}{t}$$

Siendo:

q= caudal promedio (l/hr); v= volumen promedio (l); y t= tiempo promedio (hr)

B. Diámetro de humedecimiento

El diámetro de humedecimiento promedio se determinó a partir de los círculos de humedecimiento generados por 25 microaspersores que funcionaron simultáneamente a una presión de 16 metros de columna, por espacio de 1 hora.

C. Coeficiente de variación de fabricación (CV)

El Coeficiente de variación de fabricación se determinó a partir de los caudales generados por los emisores a la presión de 16 metros de columna de agua.

Las expresiones matemáticas utilizadas fueron las siguientes:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - q_a)^2}{n}};$$

$$CV = \frac{\sigma}{q_a}$$

Donde:

σ = desviación típica

q_i = caudal del emisor

n = número de emisores

q_a = caudal medio

D. Calificación del emisor

La calificación del desempeño del emisor se realizó en función al valor del coeficiente de variación, de acuerdo a la escala que se consigna en la Tabla N° 2.

TABLA N° 2: CALIFICACION DE LOS ELEMENTOS DISTRIBUIDORES EN FUNCIÓN DEL CV

CV	CALIFICACIÓN
Emisores y difusores	
CV ≤ 0.04	Excelente
0.04 < CV ≤ 0.07	Medios
0.07 < CV ≤ 0.11	Marginales
0.11 < CV ≤ 0.15	Deficientes
0.15 < CV	Generalmente inaceptables
Tuberías- emisoras	
CV ≤ 0.10	Buenos
0.10 < CV ≤ 0.20	Medios
0.20 < CV	De deficientes a inaceptables

FUENTE: Pascual E. 2008

E. Modelo de gasto de los microaspersores artesanales

El modelo de gasto del microaspersor se determinó a partir del caudal promedio de 12 microaspersores sometidos a una presión de 10 y 16 metros de columna de agua respectivamente, mediante las siguientes ecuaciones:

$$q = Kh^x$$

$$x = \frac{\ln(q_1/q_2)}{\ln(h_1/h_2)};$$

$$k = \frac{q_1}{h_1^x}$$

Donde:

q = caudal del emisor (l/h).

K = coeficiente de descarga

h = presión a la entrada del emisor (m.c.a).

x = exponente de descarga.

3.4. Diseño e implementación sistema de producción y riego

3.4.1. Diseño e implementación del sistema de producción

El diseño e implementación del sistema de producción de gladiolos en invernadero, se realizó de acuerdo a la geometría y dimensiones del invernadero, la ubicación de la fuente de agua, el método de aplicación del agua y las áreas de circulación necesarias para el manejo agronómico del cultivo.

Para ello, se consideró necesario adecuar las líneas de sembrío en el sentido de la mayor longitud de la infraestructura y acorde la ubicación de la fuente de agua, así también establecer unidades de riego dotadas de caminos peatonales perimetrales para las labores culturales y de la cosecha.

3.4.2. Diseño e implementación del sistema de riego

A. Diseño agronómico

– Cálculo de la evapotranspiración

La evapotranspiración se determinó mediante el método de Hargreaves en base a datos de radiación solar equivalente, a partir de los datos promedio de la Estación meteorológica de Llachahui correspondiente al período 2004. Las tablas requeridas para la aplicación del método, se consignan en el Anexo 2.

El Coeficiente de reajuste de la Evapotranspiración K es igual a 0.8 para condiciones de invernadero.

– **Coeficiente de cultivo**

El coeficiente Kc del cultivo ha sido tomado de la bibliografía disponible, porque no existen datos de dicho parámetro para la zona.

– **Calculo de la evapotranspiración del cultivo**

Una vez obtenido la evapotranspiración potencial se procedió a calcular el uso consuntivo del cultivo aplicando la formula siguiente.

$$ET_c = ET_o * kc$$

– **Lamina neta**

La fórmula utilizada fue:

$$Ln = \left(\frac{(CC - PMP) * Da * Pr}{100} \right) * 0.5$$

Donde:

CC = Capacidad de campo

PMP = Punto de marchites permanente

Da = Densidad aparente

Pr = Profundidad de raíz

– **Lamina bruta de riego**

$$Lb = \frac{ln}{Ef}$$

Donde:

Lb = Lámina bruta

L_n = Lámina neta

E_f = Eficiencia de aplicación

– ***Frecuencia de riego***

Se tomó en cuenta las recomendaciones que hacen los especialistas, quienes recomiendan una frecuencia de 1 a 3 días

– ***Tiempo de riego***

$$Tr = \frac{L_b * Ah}{Q_a}$$

Donde:

Tr = Tiempo de riego

L_b = Lámina bruta

A_h = Area de humedecimiento del suelo en m^2

Q_a = descarga del microaspersor

B. Diseño hidráulico

El diseño del sistema de riego se realizó teniendo en cuenta las características del microaspersor artesanal diseñado, construido y calibrado.

– ***Calculo del lateral***

Para dimensionar los laterales, primeramente se determinó el régimen hidráulico de la tubería, mediante el Número de Reynolds:

$$Re = 352.64 \frac{q}{d}$$

q = caudal que circula por la tubería (litros /hora)

d = diámetro interior de la tubería (mm)

Re = número de Reynolds

Para calcular el diámetro de tubería se utilizó la siguiente ecuación.

$$Di = 2 * \sqrt{\frac{Q}{\pi * V}}$$

Di = diámetro interior, en m.

Q = caudal m^3/s

V = Velocidad del agua, en m/s

Las pérdidas de carga por fricción se han determinaron mediante la siguiente ecuación.

$$Hf = J * L$$

Donde:

Hf = pérdida de energía o carga producto de la fricción (m)

J = pérdida de carga unitaria por cada metro de tubería (m/m)

L = longitud de la tubería (m)

Para calcular la pérdida de carga unitaria se utilizó la fórmula deducida por Blasius.

$$J = 0.473 * \frac{q^{1.75}}{d^{4.75}}$$

Donde:

J = pérdida de carga unitaria por cada metro de tubería (m/m)

q = Caudal (Lt/hr)

d : Diámetro (mm.)

Para determinar las pérdidas de carga unitaria incluida el efecto de las conexiones se ha utilizado la siguiente expresión.

$$J' = J * \frac{S_e + f_e}{S_e}$$

$$Hl = J' * F * L$$

S_e = separación entre emisores, en m

f_e = longitud equivalente de tubería, del conector en m

F = coeficiente de Christiansen

Para determinar la pérdida de carga total en el lateral se determinó mediante la siguiente expresión.

$$Hf = Hl + Ht$$

Hf = Pérdida de carga total en el lateral, en m

Hl = Pérdida de carga en el lateral, en m.

Ht = Pérdida de carga en el tubito, en m.

– ***Presión en el origen del lateral***

La presión en el origen se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Hm = ha + 0.733 * Hf + A$$

hm = presión en el origen del lateral

ha = presión de trabajo del emisor

Hf = pérdida de carga del lateral

A = altura del microaspersor sobre el lateral, en m.

– **Calculo de tuberías secundarias**

El Caudal del origen de la secundaria es igual a:

$q = \text{número de laterales} * \text{caudal del lateral}$

La pérdida de carga en las tuberías secundarias se determinó con la siguiente expresión

$$J = 0.473 * \frac{q^{1.75}}{d^{4.75}}$$

$$Hf = J * l$$

Donde:

J = pérdida de carga unitaria por cada metro de tubería (m/m)

q= Caudal (Lt/hr)

d= Diámetro (mm.)

Hf= Pérdida de carga en el secundario

l= Longitud del secundario

– **Presión en el origen del secundario**

$$hs = hm + 0.733 * hf$$

Donde:

hs: Presión en el origen del secundario

hm: Presión en el origen del lateral

hf: Pérdida de carga en el secundario.

– **Calculo hidráulico de tubería principal**

Pérdida de carga

$$J = 0.473 * \frac{q^{1.75}}{d^{4.75}}$$

$$H_f = J * l$$

Donde:

J = pérdida de carga unitaria por cada metro de tubería (m/m)

q= Caudal (Lt/hr)

d= Diámetro (mm.)

H_f= Pérdida de carga en el principal

l= Longitud del principal

– ***Presión en el origen de la tubería principal***

$$h_p = h_s + 0.733 * H_f$$

Donde:

h_p: Presión en el origen del principal

h_a: Presión en el origen del secundario

h_f: Pérdida de carga en el principal

– ***Pérdidas de carga por accesorios en la secundaria y principal***

Las pérdidas de carga por accesorios en la secundaria y principal se determinaron con la siguiente expresión.

$$H_s = \sum \left(\frac{K * V^2}{2 * g} \right)$$

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Siendo:

H_s = pérdidas singulares o menores (m).

V = velocidad de circulación del agua (m/s)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

K = constante adimensional de coeficiente de resistencia que depende de los accesorios que se contemplan en el diseño

Q = caudal (m^3/s).

D = diámetro interior de la tubería (m).

– ***Presión necesaria para el funcionamiento del sistema***

Para determinar la presión necesaria para el funcionamiento del sistema se utilizó la siguiente expresión.

Hf = presión en el origen de la tubería principal + perdidas secundarias

C. Instalación del sistema de riego

La instalación del sistema de riego incluyó el acondicionamiento de una electrobomba en las inmediaciones de la fuente de agua, como fuente de energía del sistema, una tubería principal corta, dos secundarios cortos de siguen trayectorias opuestas y dos laterales que siguen trayectorias paralelas y nacen de cada uno de los secundarios. El marco de riego adoptado para la instalación de los microaspersores es el cuadrado.

3.5. Producción experimental con enfoque comercial

La producción comercial con enfoque comercial, comprendió las siguientes fases:

3.5.1. Selección y adquisición de cromos

Previamente se procedió a indagar la calidad sanitaria y disponibilidad de los cromos en los mercados regionales vecinos, en base al cual se consideró que el más aparente era el de Cuzco, así también que la variedad más idónea era la Ben Trovato, por lo que se dispuso su adquisición.

3.5.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno comprendió el desmenuzamiento del suelo hasta una profundidad de 0.40 m, el mullido de la capa superficial y la nivelación del terreno.

3.5.3. Siembra

La plantación se realizó manualmente a una profundidad de 0.12 m y a una distancia de 0.20 metros entre planta y de 0.20 metros entre hileras.

3.5.4. Labores culturales

Las principales labores culturales previstas durante el ciclo vegetativo del cultivo son:

- El riego de acuerdo al diseño agronómico.
- La limpieza de las malezas, en promedio cada 30 días después de brotada las plantas.
- El control de plagas y enfermedades, dentro de los 90 días después de la plantación con productos químicos.

3.6. Cosecha, comercialización y determinación de la rentabilidad

3.6.1. Cosecha y comercialización de la producción

Concluido el ciclo vegetativo de la producción de gladiolos, se procedió a su cosecha y posterior comercialización a nivel de minoristas del mercado de la ciudad de Juliaca.

3.6.2. Determinación de la rentabilidad de la producción de flores

Para determinar la rentabilidad, se construyó el flujo de caja y la determinación del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) a partir de las inversiones y costos incurridos durante la producción y comercialización de una campaña agrícola experimental, para un horizonte de evaluación de 5 años.

En los costos del flujo de caja se consideró la inversión inicial, que incluía los costos de acondicionamiento de la infraestructura de producción, el acondicionamiento de pozo de agua, la adquisición de una electrobomba e instalación del sistema de riego por aspersión; así también, el capital de trabajo, los gastos administrativos y los costos de producción y comercialización de dos campañas agrícolas por año. Entre tanto, entre los ingresos de la producción de gladiolos se consideró los ingresos por la venta de las flores, como producto principal, y los ingresos por la venta de cormos, como producto secundario.

La determinación del VAN y TIR se hizo para un costo de oportunidad (COK) igual a la tasa de interés comercial para microempresarios y pequeños productores.

El Valor actual neto (VAN) y la Tasa interna de retorno (TIR) se calcularon mediante las siguientes expresiones.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

BN_t = Beneficios netos del periodo (t).

i = Tasa de descuento (tasa de interés o costo de oportunidad del capital).

I_0 = Inversión en el periodo cero.

n = Vida útil del proyecto

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

Donde:

B_t = Beneficios del periodo (t).

C_t = Costos de periodo (t)

I_0 = Inversión en el periodo cero.

n = Vida útil del proyecto

CAPITULO IV

CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION

4.1. Ubicación de la unidad de producción experimental

4.1.1. Ubicación política

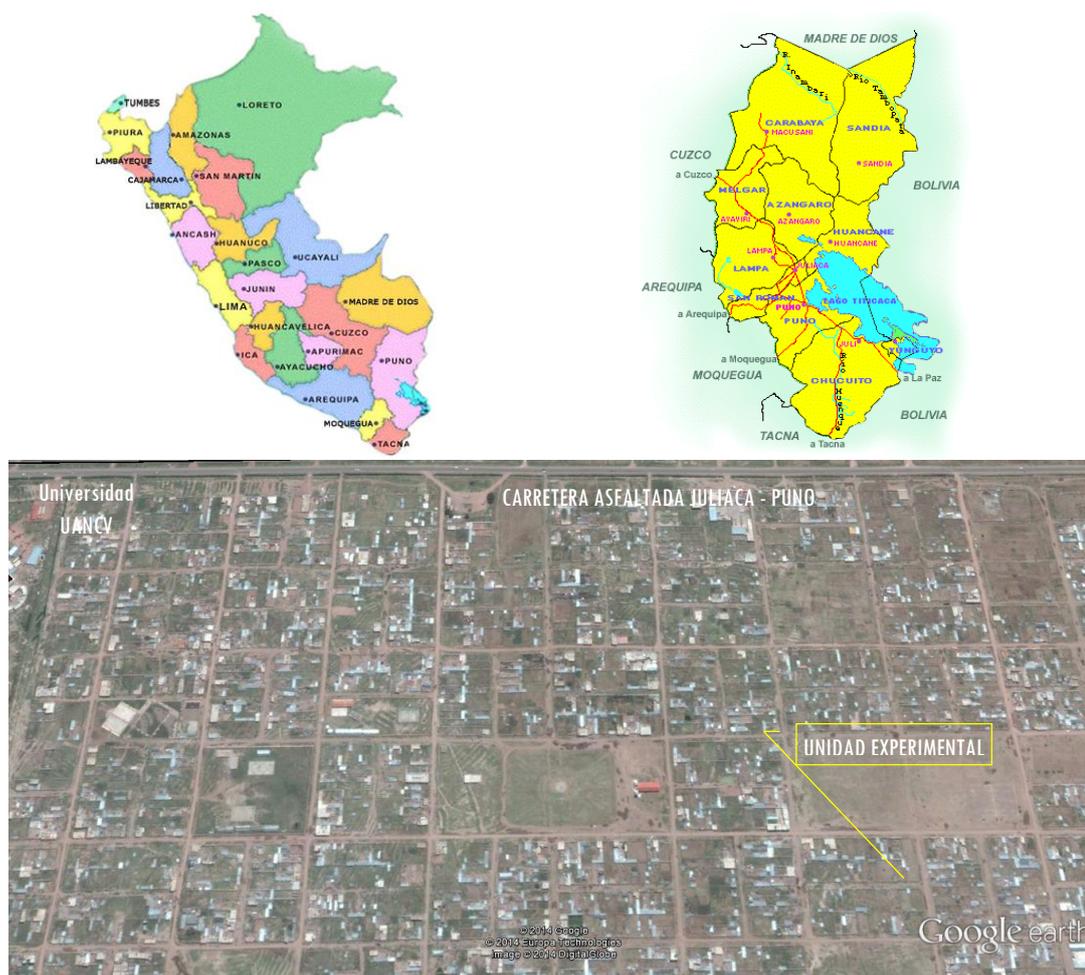
- Departamento : Puno
- Provincia : San Román
- Distrito : Juliaca
- Urbanización : Néstor Cáceres Velásquez
- Sector : III Sector Nuevo Milenio
- Lugar : Ñ 3 – LT 11

En la Figura N° 2 se muestra la localización, áreas circundantes y vías de acceso a la unidad de producción experimental.

4.1.2. Ubicación Geográfica

- Longitud : 380410.7074 O
- Latitud : 8281186.8941 S
- Altitud : 3825 m.s.n.m.

FIGURA N° 2: MAPA DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCION EXPERIMENTAL



4.2. Características climatológicas de la zona

En general, el clima de la ciudad de Juliaca es frío, moderadamente lluvioso y con una amplitud térmica moderada.

La temperatura media varía de 4 a 10°C a lo largo del año, la máxima se mantiene uniforme con un promedio de 17.3 °C, y la mínima es poco uniforme y tiene un promedio de -0.7 °C. La precipitación, principalmente se concentra entre diciembre y marzo, donde varía entre 82.76 a 183.3 mm. Esto se muestra en el

Cuadro N° 1, que corresponde a los principales parámetros climáticos de la ciudad de Juliaca del período 1956 – 2006.

CUADRO N° 1: PARAMETRO CLIMATICOS PROMEDIO DE JULIACA

ESTACION:	CO.115060	LATITUD	15°26'39,02"	DEPARTAMENTO	PUNO									
	JULIACA	LONGITUD	70°12'28.32"	PROVINCIA	SAN ROMAN									
		ALTITUD	3826	DISTRITO	JULIACA									
TEMPERATURA MAXIMA, MEDIA Y MINIMA (°C)														
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom	
Tmed	10.2	10.3	10.0	9.0	6.6	4.9	4.4	5.9	7.7	9.4	10.1	10.4	8.3	
Tmax	16.8	16.9	16.8	17.2	17.1	16.5	16.3	17.1	17.7	18.6	18.8	17.9	17.3	
Tmin	3.5	3.5	3.1	0.8	-4.1	-6.6	-7.6	-5.2	-2.0	0.8	2.0	3.2	-0.7	
HUMEDAD RELATIVA (%)														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM	
	64.1	64.6	64.4	57.0	48.0	45.3	44.8	44.8	46.6	47.6	48.6	55.9	52.6	
EVAPORACION TOTAL MENSUAL (mm)														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM	
	141.4	127.2	135.4	127.9	126.7	113.7	126.0	141.7	160.0	181.3	181.8	163.0	0.0	
HORAS DE SOL (HR.) - ESTACION JULIACA														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom	
Prom	5.74	6.52	6.28	7.33	9.32	9.26	9.24	8.97	8.64	8.10	8.34	7.57	7.94	
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)														
	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT
PROM	132.6	102.8	89.92	42.58	8.723	5.739	2.203	7.84	21	46.41	52.95	82.76	595.5	

FUENTE: INTENDENCIA DE RECURSOS HÍDRICOS/INRENA, 2007.

La ciudad de Juliaca está expuestas a las heladas, dado el relieve predominante en la zona, la cual es mucho más intenso en las zonas marginales. Esto se puede evidenciar en el Cuadro N° 2.

CUADRO N° 2: COMPORTAMIENTO DE LA HELADAS

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
TEMP MINIMA MEDIA (°C)	3.6	3.5	3.2	0.6	-3.8	-7.0	-7.5	-5.4	-1.4	0.3	1.5	3.0	-0.8
TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA (°C)	2.0	1.7	-3.1	-7.5	-12.0	-10.0	-13.5	-12.6	-11.7	-6.0	-6.6	-1.7	-13.5

FUENTE: WIKIPEDIA.

Según el Cuadro N° 2 se observa que entre mayo y setiembre se presentan con bastante frecuencia las heladas nocturnas severas, así también excepcionalmente se pueden presentar en los meses de octubre a diciembre.

4.3. Características del suelo

La zona donde se ha realizado el trabajo de investigación pertenece a la unidad fisiográfica una planicie aluvial, que se caracteriza por estar compuesta por materiales holocénicos, de granulometría heterométrica (arenas, limo, arcillas y fracciones gruesas) aportados por el actual riachuelo “canal” y eventualmente por algunos desbordes extraordinarios del río Cabanillas, ocurridos muchos antes del crecimiento de la ciudad de Juliaca.

Los suelos predominantes pertenecen a la serie Calapuja, que está constituido por dos capas perfectamente definidos. La primera capa es franco arenosa de 0.40 m. de espesor, que está sobre otra de textura arenosa de 30 cm. de espesor. Estos suelos presentan gravilla fina subredondeada y redondeada en todo el perfil, acentuándose ésta con la profundidad. Así también, tienen un bajo nivel de fertilidad y de nitrógeno.

Los principales parámetros agrohidrológicos de estos suelos se muestran en el Cuadro N° 3.

CUADRO N° 3: PARAMETROS AGROHIDROLOGICOS DE LOS SUELOS

HORIZONTE	PROFUNDIDAD CM	DENSIDAD APARENTE	CAPACIDAD DE CAMPO	COEFICIENTE DE MARCHITEZ	PROCENTAJE DE GRAVA
AP	0 – 40	1.40	10.00	4.00	1
AC	40 – 70	1.38	9.84	3.95	10

FUENTE: INFORMACION DE LA AGENCIA AGRARIA SAN ROMAN, 2013.

4.4. Fuentes de agua

4.4.1. Aspectos generales

La principal fuente de agua de la ciudad de la Juliaca lo constituyen el río Coata, uno de los afluentes principales del Lago Titicaca, las aguas subterráneas libres que están prácticamente por debajo de toda la ciudad, y algunos riachuelos estacionales que cruzan transversalmente la ciudad.

En la zona donde se ubica la unidad de producción experimental, la principal fuente de agua lo constituyen las aguas subterráneas superficiales y excepcionalmente un cauce de escorrentía pluvial denominado el canal, que cruza transversalmente la Urb. Néstor Cáceres Velásquez de Sur Oeste a Nor Este.

4.4.2. Características y potencial de las aguas subterráneas

Según el Proyecto Ampliación de la Frontera Agrícola y Tecnificación de Riego - AFATER (1983), en toda la ciudad de Juliaca existe una gran manto de aguas subterráneas libres y superficiales, cuyo nivel freático fluctúa de 2 en períodos lluviosos a 4.5 metros en estaciones secas. Este cuerpo de agua tiene como principal fuente de recarga, la pluviosidad local, así también fluye en el sentido de oeste a este con un gradiente hidráulico promedio es de 0.08%.

El potencial de aprovechamiento de este recursos es bueno, dada las características físico químicas adecuadas para el consumo poblacional y uso agrícola. Hecho que se puede evidenciar por el alto número de pozos a tajo abierto instalados en todo el III Sector nuevo milenio de la Urbanización Néstor

Cáceres Velásquez y urbanizaciones vecinas, que no cuentan con instalaciones de los servicios de abastecimiento de agua potable.

CAPITULO V

EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. Definición y acondicionamiento unidad de producción

La unidad de producción experimental se ubicó en la Mz Ñ – 3 Lote 11 del III Sector Nuevo Milenio de la Urbanización Néstor Cáceres Velásquez, debido a que contaba con un invernadero tipo semitúnel y de adobe de 55 m² en desuso, con muros en regular estado de conservación y estructura del techo y cobertura de plástico parcialmente deteriorados. Además, se disponía de un pozo a tajo abierto en buen estado de conservación e implementado para la extracción manual de agua.

El acondicionamiento de la unidad de producción incluyó las siguientes acciones:

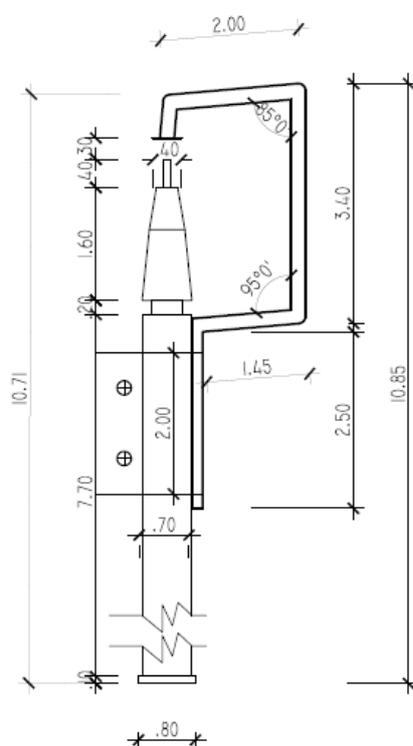
- Relleno con torta de barro de las uniones de adobe de los muros, en las que tenían cierto grado de deterioro.
- Cambio total de la estructura de madera del invernadero.
- Cambio total cobertor del invernadero, con plástico para invernadero calibre 10.
- Adquisición, instalación e interconexión a la red domiciliaria de energía eléctrica de 01 electrobomba de 0.5 HP.

5.2. Diseño, construcción y calibración de microaspersores

5.2.1. Diseño de los microaspersores

La geometría y especificaciones técnicas de los microaspersores artesanales fijos del estudio, se detallan en el Plano N° 1 y se esquematizan la Figura N° 3.

FIGURA N° 3: ESQUEMA DEL MICROASPIERSOR ARTESANAL



5.2.2. Construcción de los microaspersores

El total de microaspersores construidos manualmente, uno a uno, con la finalidad seleccionar los que utilizarán en las pruebas de calibración y de determinar el grado de destrezas que se va adquiriendo conforme se fabrican, fue de 40 unidades. En la Figura N° 4 se muestra un microaspiersor construido.

FIGURA N° 4: MICROASPERSOR ARTESANAL CONSTRUIDO



a) Microaspersor construido



b) Microaspersor acoplado a microtubo, conector y estaca

5.2.3. Calibración de los microaspersores

A. Caudal del emisor

El caudal promedio del emisor es de 37.30 litros /hora, tal como se muestra en el Cuadro N° 4.

B. Diámetro de humedecimiento

En base a los resultados del Cuadro N° 4, se tiene que el diámetro de humedecimiento promedio de los microaspersores es de 2.60 m.

CUADRO N° 4: CAUDAL Y DIAMETRO DE HUMEDECIMIENTO MEDIO DE LOS EMISORES

EMISOR N°	VOLUMEN (L)	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (L/h)	DIAMETRO DE HUMEDECIMIENTO (m)
1	0.05	5.22	34.48	2.60
2	0.05	5.07	35.50	2.61
3	0.05	5.17	34.81	2.55
4	0.05	5.05	35.64	2.61
5	0.05	5.13	35.08	2.61
6	0.05	4.71	38.21	2.59
7	0.05	4.57	39.38	2.59
8	0.05	4.81	37.42	2.56
9	0.05	4.81	37.42	2.51
10	0.05	4.73	38.05	2.63
11	0.05	4.79	37.57	2.58
12	0.05	4.46	40.35	2.60
13	0.05	5.09	35.36	2.62
14	0.05	4.56	39.47	2.63
15	0.05	4.81	37.42	2.64
16	0.05	4.93	36.51	2.59
17	0.05	4.70	38.29	2.60
18	0.05	4.84	37.19	2.61
19	0.05	4.86	37.03	2.57
20	0.05	4.72	38.13	2.60
21	0.05	4.79	37.57	2.64
22	0.05	4.67	38.54	2.61
23	0.05	4.85	37.11	2.63
24	0.05	4.65	38.70	2.59
25	0.05	4.83	37.26	2.62
PROMEDIO		4.83	37.30	2.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. Coeficiente de variación de fabricación (CV)

Los estadísticos más representativos de los 25 datos de caudal estimados a partir de pruebas de campo, son los siguientes y han sido determinados en una hoja Excel.

- Caudal medio : 37.30
- Error Típico : 0.05
- Coeficiente de variación : 0.04

D. Calificación del emisor

En base al Coeficiente de variación calculado y la Tabla de calificación de la Tabla N° 2, el nivel del desempeño del emisor es Excelente

E. Modelo de gasto de los microaspersores artesanales

El modelo de gasto se determinó a partir de las descargas promedio para presiones de 10 y 16 m.c.a., así también los valores de x y K respectivamente.

El detalle de los cálculos se muestra en el Cuadro N° 5.

CUADRO N° 5: CAUDAL DE LOS EMISORES PARA DIFERENTES H

EMISOR N°	H= 10 m.c.a.			H=16 m.c.a.		
	V (L)	T (Seg)	q(L/hr)	V (L)	T (Seg.)	q(L/hr)
1	0.05	6.00	30.00	0.05	5.22	34.48
2	0.05	6.18	29.12	0.05	5.07	35.50
3	0.05	5.95	30.25	0.05	5.17	34.81
4	0.05	5.88	30.61	0.05	5.05	35.64
5	0.05	5.74	31.35	0.05	5.13	35.08
6	0.05	5.79	31.08	0.05	4.71	38.21
7	0.05	5.75	31.30	0.05	4.57	39.38
8	0.05	5.90	30.50	0.05	4.81	37.42
9	0.05	5.84	30.82	0.05	4.81	37.42
10	0.05	5.85	30.76	0.05	4.73	38.05
11	0.05	5.98	30.10	0.05	4.79	37.57
12	0.05	5.82	30.92	0.05	4.46	40.35
13	0.05	5.97	30.15	0.05	5.09	35.36
14	0.05	6.00	30.00	0.05	4.56	39.47
15	0.05	5.82	30.92	0.05	4.81	37.42
16	0.05	6.84	26.31	0.05	4.93	36.51
17	0.05	6.60	27.27	0.05	4.70	38.29
18	0.05	6.56	27.43	0.05	4.84	37.19
19	0.05	6.50	27.69	0.05	4.86	37.03
20	0.05	5.92	30.40	0.05	4.72	38.13
21	0.05	5.80	31.03	0.05	4.79	37.57
22	0.05	5.78	31.14	0.05	4.67	38.54
23	0.05	5.87	30.66	0.05	4.85	37.11
24	0.05	5.88	30.61	0.05	4.65	38.70
25	0.05	5.45	33.02	0.05	4.83	37.26
PROMEDIO		5.98	30.14		4.83	37.30
x	0.45			K	10.61	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El modelo del gasto resultante es:

$$q = 10.61h^{0.45}$$

5.2.4. Diseño e implementación del sistema de producción

El resultado del diseño e implementación del sistema de producción de gladiolos en invernadero, se muestra en el Plano N° 2. En él se muestra, los siguientes elementos:

- El pozo ubicado a 2.4 m. fuera de la unidad de producción experimental
- El punto de instalación de la motobomba
- El trazo de la red principal, secundaria y de las líneas de riego.
- La ubicación de los microaspersores
- Las 03 Unidades de riego de 12 m² cada uno.
- Los caminos peatonales perimetrales
- La ubicación de las ventanas de ventilación
- La ruta de circulación interna a partir de la puerta principal
- El área destinada para almacenar insumos y herramientas

El Esquema hidráulico propuesto para el sistema de producción se muestra en el Plano N°3 y comprende:

- 01 Sistema de bombeo integrado al pozo de agua
- 01 Línea principal de 2.4 m.
- 02 Laterales móviles de 8.7 m.
- 06 microaspersores por cada lateral

5.2.5. Diseño e implementación del sistema de riego

A. Diseño agronómico

– Calculo de la evapotranspiración Potencial

Los resultados de la determinación de la evapotranspiración potencial por el método de Hargreaves se muestran en el Cuadro N°6

CUADRO N° 6: EVAPOTRANSPIRACION POTENCIA POR EL METODO DE HARGREAVES

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
n	4.98	7.10	7.61	7.87	9.55	8.18	8.17	7.87	8.98	9.36	9.28	8.22
N	12.90	12.60	12.20	11.80	11.40	11.20	11.30	11.60	12.00	12.50	12.80	13.00
S	38.61	56.34	62.38	66.67	83.76	73.02	72.30	67.83	74.84	74.86	72.49	63.22
Ra	16.80	16.40	15.25	13.60	11.90	11.00	11.40	12.75	14.40	15.80	16.60	16.65
DM	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
RMM	520.80	459.20	472.75	408.00	368.90	330.00	353.40	395.25	432.00	489.80	498.00	516.15
RSM	7.83	9.23	9.03	8.33	8.17	7.05	7.27	7.88	9.34	10.25	10.60	9.93
TMC	7.39	8.36	8.87	8.37	5.47	3.75	3.73	7.02	7.82	10.74	11.13	11.00
TMF	45.30	47.05	47.97	47.06	41.84	38.75	38.71	44.63	46.07	51.34	52.04	51.80
ETP1	2.66	3.26	3.25	2.94	2.56	2.05	2.11	2.64	3.23	3.95	4.14	3.86
K	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
ETP	3.32	4.07	4.06	3.67	3.20	2.56	2.64	3.30	4.04	4.93	5.17	4.82

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

– Coeficiente de cultivo

El coeficiente de Kc adoptado para el presente trabajo es de 0.6, que corresponde a la fase fenológica media del cultivo.

– Calculo de la evapotranspiración del cultivo

Para una Evapotranspiración potencial de 5.17 mm/día para el mes de noviembre y un Kc de 0.6, la Evapotranspiración del cultivo de gladiolo para dicho mes es de 3.10 mm/día.

– **Lamina neta**

Para un suelo son: $CC= 10\%$, $PMP= 4\%$ y $Da= 1.4$, la lámina de riego para el período de máximo desarrollo del cultivo (profundidad radicular efectiva= 40 cm.), con un nivel de agotamiento máximo del 50% de la humedad del suelo, será de 1.68 cm.

– **Lamina bruta de riego**

La lámina de riego para el mes máxima demanda del cultivo, considerando una eficiencia del 85%, debido a que el método de riego adoptado es por microaspersión, es de 1.98 cm.

– **Frecuencia de riego**

La frecuencia de riego adoptada es de dos días para todo el período vegetativo. Para la frecuencia de riego adoptada, la lámina neta de riego será:

$$Ln = Fr * ETc = 2 * 3.1 = 6.2 \text{ mm} \quad y$$

$$Lb = Ln/Efa = 6.2/0.85 = 7.3 \text{ mm}$$

Donde:

Ln: Lámina neta

ETc: Evapotranspiración del cultivo en el mes de máxima demanda.

Ef: Eficiencia de aplicación del agua

Lb: Lámina bruta o Lámina de riego

– **Tiempo de riego**

Para un marco de riego rectangular de 1.45 * 1.80 m, adoptado en función al diámetro de humedecimiento, traslape mínimo requerido y geometría de la unidad de producción, el tiempo de riego requerido para aplicar una lámina de 6.2 mm para el período de máximo desarrollo, es de:

$$Tr = \frac{Lb * Ah}{Qa} = \frac{6.2 \text{ mm} * 1.45 \text{ m} * 1.80 \text{ m}}{37.30 \text{ l/h}} = 0.4338 \text{ hrs}$$

B. Diseño Hidráulico

– **Calculo del lateral**

El caudal de cada lateral, según el esquema hidráulico adoptado, es $q=223.8 \text{ l/h}$, que es producto del caudal de cada microaspersor por el número de microaspersores instalados por lateral.

El Número de Reynolds correspondiente al flujo de agua por un lateral, de Polietileno de baja densidad de 16 mm. de diámetro interior, es $Re= 4,932.55$, que corresponde a un régimen turbulento liso.

La pérdida de carga unitaria en los laterales, para una tubería de 16 mm de diámetro y un caudal de 223.8 l/hr, es de $J=0.01168 \text{ m/m}$ aplicando la fórmula de Blasius.

La pérdida de carga unitaria corregida por efecto de las conexiones es $J'=0.01257 \text{ m}$, que resulta de ajustar con $Se=1.45$ y $fe=0.11$ a la pérdida de carga unitaria J .

El factor de corrección F , correspondiente a la disminución del caudal a lo largo de los 6 emisores del lateral es de 0.45. Por lo que, la pérdida de carga total en un lateral, de longitud $L=8.70$ m., será $Hl=0.04932$ m., tal como se indica en la siguiente expresión:

$$Hl = J' * F * L = 0.01257 * 0.451 * 8.70 = 0.04932;$$

La pérdida de carga en el tubo de 4 mm. de diámetro y 50 cm. de longitud que conecta el lateral con el microaspersor, es $Ht= 0.1830$ m. para un caudal de 37.30 l/h del emisor.

Por lo tanto la pérdida total de carga en el lateral es $Hf=0.2323$ m., tal como se indica en la siguiente expresión:

$$Hf = Hl + Ht = 0.04932 + 0.1830 = 0.23232 \text{ m}$$

– ***Presión en el origen del lateral***

La presión requerida en el origen del lateral es $Hm=16.69$ m. que corresponde a una condición de terreno plano, y que ha sido determinado para una altura y presión de operación del microaspersor de $A=0.30$ m. y $h=16$ m.c.a. respectivamente, así como para una pérdida de carga total en el lateral de $Hf=0.2323$, tal como se ilustra en la siguiente expresión matemática.

$$Hm = ha + 0.733 * Hf + A = 16 + 0.733 * 0.23232 + 0.30 = 16.69$$

– ***Calculo de tuberías secundarias***

El caudal del secundario es igual al caudal del lateral, tal como se puede deducir del esquema hidráulico del sistema de riego de la unidad de la

producción experimental. Por lo indicado el caudal del secundario es de $q_s=223.8$ l/h

La pérdida de carga unitaria del secundario, aplicando la fórmula de Blasius y para un diámetro interior de 16 mm, será de $J=0.01168$ m/m; por lo que, la pérdida de carga total en el secundario será de $H_{fs}=0.0105$ m para una tubería secundaria de 0.9 m.

– ***Presión en el origen del lateral secundario***

La presión en el origen del secundario es $H_s=16.77$ m., en condiciones de terreno plano, y que ha sido determinado teniendo en cuenta la presión requerida por el lateral en el origen ($H_l=16.69$) y las pérdidas por fricción en el secundario, tal como se observa en la siguiente expresión.

$$h_s = h_m + 0.733 * h_f = 16.69 + 0.733 * 0.0105 = 16.77 \text{ mca}$$

– ***Calculo de tubería principal***

El caudal en la tubería principal es $q_p= 447.6$ l/h, que resulta de la sumatoria de los caudales de los dos secundarios.

La pérdida de carga unitaria en el principal, para una tubería de 16 mm. aplicando la fórmula de Blasius, es $J=0.03929$ m., con lo que la pérdida de carga total para una tubería de 2.4 m es $H_t=0.094296$ m.c.a.

– ***Presión en el origen de la tubería principal***

La presión en el origen del principal es $H_s=16.84$ m., en condiciones de terreno plano, y que ha sido determinado teniendo en cuenta la presión requerida por el secundario en el origen ($H_s=16.77$) y las pérdidas por fricción en el secundario, tal como se observa en la siguiente expresión.

$$h_p = h_s + 0.733 * H_f = 16.77 + 0.733 * 0.094296 = 16.84;$$

– ***Pérdidas de carga por accesorios***

Línea secundaria

La pérdida de carga por un codo de 90° es $H_s=0.0043$ m, que ha sido determinado para $k=0.90$ m. y una velocidad de flujo de 0.30718 m/seg. en el lateral secundario, tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$H_s = \sum \left(\frac{K * V^2}{2 * g} \right) = \frac{0.9 * 0.30718^2}{2 * 9.81} = 0.0043 \text{ m}$$

Línea principal

La pérdida de carga por una Tee es $H_s=0.03509$ m, que ha sido determinado para $k=1.80$ m. y una velocidad de flujo de 0.61822 m/seg. en la tubería principal, tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$H_s = \sum \left(\frac{K * V^2}{2 * g} \right) = \frac{1.80 * 0.61822^2}{2 * 9.81} = 0.03509 \text{ m}$$

– ***Presión necesaria para el funcionamiento del sistema***

La presión en el origen del sistema es $H_s=16.88$ m., y que ha sido determinado teniendo en cuenta la presión requerida por el principal en el origen ($H_s=16.84$) y las pérdidas por accesorios en el principal y el secundario, tal como se observa en la siguiente expresión.

$$h_p = 16.84 + 0.0087 + 0.03509 = 16.88 \text{ m}$$

En estas condiciones se requiere adquirir una electrobomba para bombear una altura dinámica de 20 m.c.a. y un caudal de 450 litros/hora, que con creces es cubierto por una electrobomba comercial de 0.5 hp.

C. Instalación del sistema de riego

La instalación del sistema de riego incluyó las siguientes acciones:

- El acondicionamiento de una electrobomba de 0.5 HP en el pozo de agua.
- La instalación de una tubería principal de PEB de 16 mm. de diámetro y 2.4 m. de longitud que termina en una T.
- El tendido de 02 tuberías secundarias de PEB de 16 mm. y 0.9 m. de longitud, así como la conexión de uno de sus extremos a la T del principal y la conexión de su otro extremo a un codo de 90°.
- La fabricación de 12 microaspersores con un diámetro de boquilla de 1 mm. y un presión de operación de 16 m.c.a
- El tendido de 02 tuberías laterales de PEB de 16 mm. y 8.7 m. de longitud, así como la instalación de los microaspersores artesanales prefabricados.

5.3. Producción experimental con enfoque comercial

5.3.1. Selección y adquisición de cromos

El total de cormos de la variedad Ben Trovato, certificados sanitariamente, que se adquirió con el aval de la Agencia Agraria de Cuzo fue de 20 kg., las mismas que al ser evaluados en la unidad de producción arrojaron que el 95% son de buena calidad agronómica.

5.3.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno comprendió las siguientes acciones

- Riego con manguera de las unidades de producción del terreno
- Rotura del terreno con lampa y pico

- Mullido y nivelado de la capa superficial del terreno
- Construcción de surcos en corrugación

5.3.3. Siembra

En esta fase se instalaron 900 cormos, en un marco de plantación de 0.20 *0.20 m, con un porcentaje prendimiento del 90%; por lo que después de 20 días se realizó el resiembra.

Conjuntamente con la plantación se hizo el abonamiento del suelo, que comprendió la incorporación de un golpe de abono orgánico por cormo.

5.3.4. Labores culturales

Riego

El riego se realizó de acuerdo al diseño agronómico, tiempo de riego de 1 hora con una frecuencia de 2 día.

Control de malezas

La limpia de las malezas se realizó cada 30 días después de brotada las plantas.

Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades se realizó dentro de los 90 días después de la plantación con productos químicos.

5.4. Cosecha, comercialización y determinación de la rentabilidad

5.4.1. Cosecha y comercialización de la producción

La cosecha se realizó a los 120 y 150 días después de la siembra, en forma manual. En la primera se cosechó 50 docenas de gladiolos de primera y

en la segunda 25 docenas que gladiolos de segunda. A los 180 días se cosecharon 900 unidades de corno de 4.4 cm. de diámetro en promedio, que corresponden a cormos de primera.

La comercialización de gladiolos se realizó directamente a un solo minorista del mercado de flores de la ciudad de Juliaca, previo regateo de precios con otros minoristas, a un precio de S/. 9.00 los de primera y S/. 8.00 los de segunda. Los cormos se vendieron al público en general, en una sola fecha, en la feria dominical de Juliaca, a un precio S/. 0.50 por unidad.

5.4.2. Determinación de la rentabilidad de la producción de flores

A. Inversiones

El total de inversiones requeridos para la implementación del proyecto ascienden a Dos mil seiscientos treinta y 30/100 Nuevos Soles (S/. 2,630.30), tal como se detalla en el Cuadro N° 7.

CUADRO N° 7: INVERSIONES

RUBRO	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO (S/.)	MONTO (S/.)
1. ACTIVO FIJOS TANGIBLES				1852.00
Infraestructura				1550.00
Mejoramiento del invernadero	Glb	1	1500.00	1500.00
Instalación del Sistema de Riego	Glb	1	50.00	50.00
Maquinas y Equipos				200.00
Electrobomba	Unid.	1	200.00	200.00
Materiales				102.00
Tubería PVC SAP 1"	Unid.	1	17.00	17.00
Manguera Polietileno 16 mm	m	20	1.50	30.00
Manguera polietileno de 8mm	m	3	0.50	3.00
Válvula de esférica 1"	Unid.	1	8.00	8.00
Válvula de Pie	Unid.	1	5.00	5.00
Codo 90° PVC SAP 1"	Unid.	2	2.00	4.00
Unión Universal 1"	Unid.	1	3.00	3.00
Enlace mixto rosco - macho 1" x 20mm	Unid.	1	3.00	3.00
Codo polietileno 90° 20mm escamado	Unid.	3	2.00	6.00
Tee polietileno 20 mm escamado	Unid.	1	2.00	2.00
Toma de micro tubo	Unid.	12	0.50	6.00
Cinta teflón	Unid.	3	1.00	3.00
Cable eléctrico N° 14	m	10	0.50	5.00
Interruptor	Glb	1	7.00	7.00
2. CAPITAL DE TRABAJO	Glb	1	778.30	778.30
TOTAL				2630.30

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el Cuadro N° 7, se observa que las inversiones en infraestructura, máquinas y equipos, y materiales asciende a S/. 1852.00, asimismo que el capital de trabajo requerido para una campaña fue de S/. 778.30. Este último incluye los recursos necesarios para financiar toda una campaña completa, cuyo detalle de muestra en el Cuadro N°8.

CUADRO N° 8: CAPITAL DE TRABAJO

RUBRO	UNIDAD	UNIDADES REQUERIDAS	VALOR UNITAR	MONTO (S/.)
1. FABRICACION DEL MICROASPIERSOR				35.50
Jeringa 10ml	unidad	12	0.50	6.00
Aguja N° 14	unidad	12	0.20	2.40
Rayo de diametro 2mm	unidad	12	0.20	2.40
Lata de atun	cm2	6	0.05	0.30
Tornillos	unidad	24	0.10	2.40
Conector y microtubo	unidad	12	1.00	12.00
Mano de obra	Hh	2	5.00	10.00
2. PRODUCCIÓN DE GLADIOLOS				570.80
Insumos				
Cormos	kg	20	10.00	200.00
Insecticidas	MI	8	0.10	0.80
Fertilizantes	Kg	30	1.00	30.00
Mano de obra				
Preparacion de terreno	Hh	4	5.00	20.00
Siembra	Hh	4	5.00	20.00
Control de malezas	Hh	4	5.00	20.00
Cosecha	Hh	4	5.00	20.00
Riego	Hh	52	5.00	260.00
3. GASTOS DE VENTA				100.00
Vendedor	Hh	16	5.00	80.00
Transporte	viajes	2	10.00	20.00
4. GASTOS ADMINISTRATIVOS				72.00
Servicio de energia domiciliaria (1)	Mes	6	12.00	72.00
TOTAL				778.30

(1): EL CONSUMO DE ENERGIA DOMESTICA SE ENGLOBA EN EL CONSUMO DE ENERGIA DOMICILIARIA

FUENTE ELABORACION

B. Construcción del flujo

Para la construcción del flujo de caja se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Horizonte de evaluación: 5 años
- Número de campañas por año: 2
- Número de invernaderos por campaña: 1
- Producto principal y precios de venta:
 - Gladiolos de primera: S/. 9.00/Docena
 - Gladiolos de segunda: S/ 8.00/Docena

- Producto secundario:
 - Cromos: S/. 0.50/Unidad
- Producción de flores y cromos en el primer semestre
 - 50 docenas de gladiolo de primera
 - 25 docenas de gladiolo de segunda
 - 900 unidades de cormo
- Reinversiones: Solo mejoramiento de infraestructura cada dos años.
- Recursos requeridos para inversiones y capital de trabajo: Sin interés
- El área de producción se incrementa en 4.10 m², a partir del segundo semestre, por un mejor aprovechamiento del área total. Lo cual obliga a incrementar el capital de trabajo en S/. 20.00

Esto aunado a la mayor destreza adquirida para el manejo de cultivo, permitirá tener los siguientes resultados:

- 80 docenas de gladiolo de primera
 - 5 docenas de gladiolo de segunda
 - 1020 unidades de cormo
- Condición tributaria: No se ha considerado transferencia de IGV, ni impuesto a la renta porque el nivel de ingresos brutos anuales solo asciende a S/. 2,540.00.

En base a las consideraciones indicadas el flujo de caja económico construido es tal como se muestran en el Cuadro N° 9.

CUADRO N° 9: FLUJO DE CAJA ECONOMICO

CONCEPTO	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
INGRESOS	1100	1270	1270	1270	1270	1270	1270	1270	1270	1270
Produccion gladiolos primera	50	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Precio gladiolos primera	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Produccion gladiolos de segunda	25	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Precio gladiolos segunda	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Producción comos	900	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020
Precio comos	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
COSTOS	778.30	798.30	798.30	798.30	798.30	798.30	798.30	798.30	798.30	798.30
Costos de producción	606.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30
Costos de venta	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Gastos administrativos	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00
INVERSIONES	2630.30	20.00	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00
Activos fijos tangibles	1852.00									
Capital de trabajo	778.30	20								
Reinversiones en infraestructura				400				400		
RECUPERACION CAPITAL TRABAJO										798.30
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	-2308.60	451.70	471.70	71.70	471.70	471.70	471.70	71.70	471.70	1270.00

FUENTE: ELABORACION PROPIA

C. Evaluación de la rentabilidad del proyecto para un invernadero

La evaluación de la rentabilidad se ha realizado con una Tasa Efectiva Semestral 7.94%, que se ha determinado para condiciones de inflación controlada a partir de una Tasa Activa en Moneda Nacional (TAMN) de 15.37% y teniendo en cuenta que el principal se capitaliza mensualmente.

El VAN y TIR del flujo de caja construido son como sigue:

$$VAN= S/. 475.88$$

$$TIR= 12.1\%$$

Los mismos, que según el criterio de decisión del VAN y de la TIR, son rentables, para las condiciones analizadas

D. Rentabilidad del proyecto para un módulo con dos invernaderos

En vista de que un proyecto de gladiolos con un invernadero no genera los suficientes ingresos como para desarrollar microempresas familiares, se ha evaluado la rentabilidad de la producción con un módulo de dos invernaderos.

Para la construcción del flujo de caja para ese nuevo escenario, se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los invernaderos se alinearán a la fuente de agua y se ubicarán a ambos lados de la fuente de agua, para un aprovechamiento óptimo del sistema de bombeo y la red principal de riego
- El mayor consumo de energía no incidirá en los costos de producción, porque el costo total del consumo total de energía de la bomba y la instalación domiciliaria, es menor que la tarifa básica de energía eléctrica.
- La instalación de un nuevo invernadero de las mismas dimensiones que el invernadero inicial, implicará un incremento de la inversión en activos fijos tangibles, capital de trabajo a partir del segundo semestre, costos de producción y ventas.
- La instalación del nuevo invernadero no implicará la instalación de un nuevo sistema de bombeo, tampoco generará mayores gastos administrativos.
- La producción esperada a partir del segundo semestre en la producción es como sigue:
 - 165 docenas de gladiolo de primera

- 5 docenas de gladiolo de segunda
- 2040 unidades de corno

En base a las consideraciones indicadas el flujo de caja económico construido es tal como se muestran en el Cuadro N° 10.

CUADRO N° 10: FLUJO DE CAJA ECONOMICO

CONCEPTO	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
INGRESOS	1100	2545	2545	2545	2545	2545	2545	2545	2545	2545
Produccion gladiolos primera	50	165	165	165	165	165	165	165	165	165
Precio gladiolos primera	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Produccion gladiolos primera	25	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Precio gladiolos segunda	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Producción comos	900	2040	2040	2040	2040	2040	2040	2040	2040	2040
Precio comos	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
COSTOS	798.30	818.30	818.30	818.30	818.30	818.30	818.30	818.30	818.30	818.30
Costos de producción	606.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30	626.30
Costos de venta	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Gastos administrativos	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00
INVERSIONES	2630.30	3627.90	0.00	400.00	400.00	0.00	0.00	400.00	400.00	0.00
Activos fijos tangibles	1852.00	3001.60								
Capital de trabajo	778.30	626.30								
Reinversiones en infraestructura				400	400			400	400	
RECUPERACION CAPITAL TRABAJO										1404.60
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	-2328.60	-1901.20	1726.70	1326.70	1326.70	1726.70	1726.70	1326.70	1326.70	3131.30

FUENTE: ELABORACION PROPIA

La evaluación de la rentabilidad se ha realizado con una Tasa Efectiva Semestral 7.94%, a partir del cual el VAN y TIR son como sigue:

$$VAN= S/. 4765.90$$

$$TIR= 28.2\%$$

Los mismos, que según el criterio de decisión del VAN y de la TIR, son rentables, para las condiciones analizadas

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

– El sistema de riego con microaspersores artesanales tiene un efecto directo y positivo en la producción comercial a pequeña escala de gladiolos en la ciudad de Juliaca, porque en condiciones de invernadero y con riego tecnificado no solo se puede producir hasta 165 docenas de gladiolo de primera y 2040 unidades de cormos en dos invernaderos, sino que ésta actividad además es rentable tanto con uno como dos invernaderos, situación que no es posible en condiciones normales.

– Es posible construir microaspersores artesanales fácilmente replicables y manejables, para la producción comercial a pequeña escala de gladiolos en la ciudad de Juliaca, a partir de materiales caseros reciclables.

– Es posible el establecimiento de sistemas de producción en base a invernaderos y sistemas de riego tecnificado con microaspersores artesanales, fácilmente replicables y manejables, para la producción comercial a pequeña de gladiolos en la ciudad de Juliaca.

– La producción comercial a pequeña escala de gladiolos para el mercado de Juliaca, para un horizonte de evaluación de 5 año y una Tasa activa en

moneda nacional (TAMN) de 15.37% es rentable para uno y dos invernaderos. Esto porque en ambos casos el valor del VAN es de S/. 475.88 y de S/. 4,765.90 respectivamente.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda evaluar el sistema de producción y riego propuesto con el fin de optimizar espacios para incrementar la producción y productividad y hacer más eficiencia el uso del agua.

- Evaluar el desempeño, durabilidad, costos y grado aceptabilidad de los microaspersores artesanales por parte de los potenciales usuarios, con fines de rediseño o sustitución.

- Evaluar la implementación de un sistema de rotación con hortalizas con el fin de mejorar la fertilidad natural, sin perder de vista la posible contaminación que se podría generar por efecto del contacto de las boquillas y antimist con diversos de cultivos.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, R.; Pereira, L.; Raes, D. y Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del Cultivo* Estudio FAO Riego y Drenaje 56. Roma: FAO
- Anten, M.; willet, H. (2000). *Diseño de Pequeños Sistemas de Riego por Aspersión en Laderas*. Cajamarca: PRONAMACHCS.
- Arqueros, A. A. (1978). *Costos de operación del riego por aspersión*. Memoria de Título, Ing. Agron. Chillán: Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Barrientos, C. (1999). *Manual de pequeñas obras de riego*. Santiago: INDAP. Ministerio de Agricultura.
- Beltrán, A.; Cueva, H. (2005). *Evaluación Privada de Proyectos*. Lima: Universidad del Pacifico Centro de Investigación.
- Benites, C. (s.f.) *Sistemas Hidráulicos de Riego Diseño y Construcción*. Arequipa: Editorial UNAS.
- Chahin, M.; Andrade, O.; Cuevas, H. y Tima, P. (1999). *Curso producción de Tulipan, Liliun y Gladiolos*: INIA Carillanca.
- Espinoza, S. J. (1999). *Análisis de riego en papas sector Toltén, IX Región. Proyecto de Título*. Chillán: Universidad Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola. Depto. Riego y Drenaje.
- Fernández, A.; Holzapfel, E.; Del Collejo, I. y Billib, M. (2009). *Manejo Sostenible del Agua para Riego en Sudamérica*. América Latina: KASWARMÍ.
- Gonzales, E. (2011). *Fenología, Programación in Vitro y Enfermedades del Gladiolo en San Martin Texmelucan, Puebla*. Tesis de Doctorado publicada. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México. Consultado el 10 de abril del 2014, de http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/598/Gonzalez_Perez_E_DC_Produccion_Semillas_2011.pdf?sequence=1

- Hanco, V. (2013). *Efecto de Fertilizantes Foliareos en el Cultivo de Gladiolos (Gladiolus gandavensis y Gladiolus cardinalis) en Invernadero [Tesis]. Universidad Nacional del Altiplano - Puno*
- Heermann, D. F.; Duke, H. R.; Serafim, A. M.; Dawson, L. L. (1992). *Distribution functions to represent center-pivot water distribution*. Transaction of the ASAE, St. Joseph, v.35, n.5, p.1465-1472.
- Jara, J.; Holzapfel, E. A. (2000). *Riego presurizado*. Curso Formulación de Proyectos de Aspersión para la Ley nº 18.450. Temuco: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Magallanes, C. (2006). *Rendimiento de Dos Variedades de Gladiolo (Gladiolus gandavensis) [Tesis]. Universidad Nacional del Altiplano - Puno*
- Maldonado, I. (2001). *Riego y Drenaje*. Chillan, Chile: Comisión Nacional de Riego
- Medina, J. (1993). *Riego por Goteo Teoría y práctica*. Madrid: Mundi –Prensa.
- Mendoza, A.E. (s.f.). *Riego por Goteo*. El Salvador: CENTA.
- Moraga, G. J. (1996). *Evaluación de un sistema de riego por aspersión*. Proyecto de Título, Chillán: Universidad Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola. Riego y Drenaje.
- Mott, R. (2006). *Mecánica de Fluidos*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Peri, G.; Hart, W. E.; Norum, D. I. (1979). *Optimal irrigation depths - a method of analysis*. *Journal of Irrigation and Drainage Division*. ASCE, New York, v.105, n.4, p.341-355.
- Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria Unidad Técnica Nacional. (2010). *Cultivo de Gladiolo*. Chiapas. Consultado el 10 de abril del 2014, de

http://www.utn.org.mx/docs_pdf/novedades/LECTURA_MANUAL_FLORI_CULTURA_CULTIVO_DE_GLADIOLO.pdf

- Pascual, E. (2008). *Riegos de Gravedad y a Presión*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Saldarriaga, J. (2007). *Hidráulica de Tuberías Abastecimiento de Agua, Redes, Riego*. Colombia: Alfaomega.
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Soto, J. (2002). *Manual para el Diseño y Gestión de Pequeños Sistemas por Aspersión en Laderas*. Cusco: MASAL.
- Szczesny, A. (2014). *Producción Hortícola Bajo Cubierta*. Buenos Aires: INTA.
- Tarjuelo, M. J. (1999). *El riego por aspersión y su tecnología*. Segunda Edición., Madrid: Mundi-Prensa.
- Vásquez, A.; Vásquez, I.; Vílchez, G. (s.f.). *Principios Básicos de Riego*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina
- Verdeguer, A. (1981). *Variedades de Gladiolo para Flor Cortada*. Madrid: Ministerio de Agricultura. Consultado el 10 de abril del 2014, de http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_0-06.pdf
- Villafavila, E.; Wyss, F. (2009). *Riego en Horticultura*. Villa Lanus: INTA.
- Walker, E. R. (1979) *Explicit sprinkler irrigation uniformity: Efficiency model*. Journal of Irrigation and Drainage Division, New York, v.105, n.2, p.129-136.
- Zazueta, F. R. (1992) *Sistemas fijos y portátiles de riego por aspersión*. México: ICFA Internacional.

ANEXOS

ANEXO N° 1

MICROASPERSOR COMERCIAL DE REFERENCIA

MICROJET 7755

Microjet con salida de agua horizontal o ángulo bajo, según sea el difusor de color amarillo o color naranja.

Descargas según cuadro, obtenidas con sólo colocar la correspondiente boquilla, claramente diferenciada por su código de colores, estando el microjet a una altura de 20 cm del suelo.

Para riego de frutales, hortalizas, flores, etc.

Nebulización

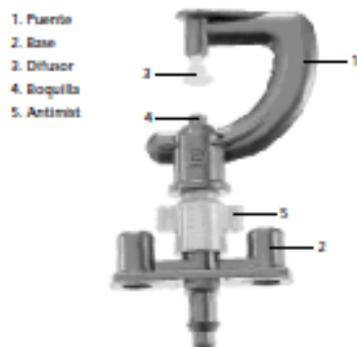
Utilizando el difusor violeta se consigue una buena nebulización a partir de 1,2 atm de presión, es aconsejable trabajar entre 1,5 y 2 atm. Se recomienda asimismo el uso de la boquilla de color gris.

Antigoteo

Accesorio que se intercala entre el puente y la base. Su función es evitar que el agua de la tubería descargue a través del micro-aspersor.

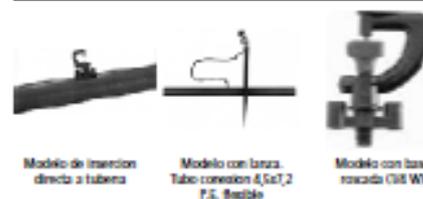
Requiere una presión de apertura de 17 mca y cierra a una presión de 13 mca. La pérdida de carga que provoca es de 1 mca. Puede acoplarse en microjets y microaspersores.

Varilla de fibra de vidrio: Standard: 40 cm
Opcional: 60 cm



Boquilla	Presión atm	Caudal l/h	Diámetro de cobertura en m		
			Difusor amarillo	Difusor naranja	Difusor sectorial 90°
Violeta 0,82 mm	1,0	25	2,4	0,8	1,5
	1,5	30	2,8	0,8	1,5
	2,0	35	2,8	0,9	1,7
	2,5	39	2,8	0,9	2,0
	3,0	43	2,8	0,9	2,0
Marrón 0,94 mm	1,0	32	2,8	0,8	1,5
	1,5	39	3,0	0,8	1,7
	2,0	45	3,4	0,9	1,7
	2,5	50	3,4	0,9	2,0
	3,0	55	3,6	0,9	2,0
Gris 1,16 mm	1,0	49	3,0	0,8	2,0
	1,5	61	3,0	0,8	2,3
	2,0	70	3,4	0,9	2,5
	2,5	78	3,4	0,9	2,5
	3,0	86	3,6	0,9	2,5
Verde 1,41 mm	1,0	74	3,0	0,8	3,0
	1,5	91	3,2	0,8	3,0
	2,0	105	3,4	0,9	3,5
	2,5	117	3,4	0,9	3,7
	3,0	129	3,6	0,9	4,0
Naranja 1,50 mm	1,0	85	3,5	0,8	4,0
	1,5	104	3,5	0,8	4,0
	2,0	120	4,0	0,9	4,5
	2,5	134	4,4	0,9	4,5
	3,0	147	4,5	1,0	5,0
Verde 1,41 mm Antígoteo 0,94 mm	1,0	32	3,0	0,8	1,0
	1,5	37	3,0	0,8	1,2
	2,0	40	3,5	0,8	1,2
	2,5	43	3,5	0,8	1,5
	3,0	46	3,5	0,8	1,5
Naranja 1,50 mm Antígoteo 1,16 mm	1,0	50	3,0	0,8	1,5
	1,5	61	3,5	0,8	2,0
	2,0	70	3,5	0,8	2,2
	2,5	76	3,5	0,8	2,5
	3,0	82	3,5	0,9	2,5
Amarilla 1,73 mm Antígoteo 1,40 mm	1,0	65	3,0	0,8	1,8
	1,5	79	3,5	0,9	2,0
	2,0	90	4,0	0,9	2,5
	2,5	99	4,0	0,9	2,7
	3,0	106	4,0	1,0	2,7
Azul 1,92 mm Antígoteo 1,50 mm	1,0	87	3,0	0,8	2,0
	1,5	107	3,5	0,9	2,5
	2,0	120	4,0	1,0	2,7
	2,5	130	4,5	1,0	2,7
	3,0	139	4,5	1,0	2,7

Opcionalmente pueden suministrarse además: difusor de 12 jets, difusor sectorial de 180° y difusor de franja.



Barcelona Tel. 93 753 87 00 - Valencia Tel. 96 166 70 12 - Murcia Tel. 968 35 01 02 - Málaga Tel. 95 238 86 28 - Sevilla Tel. 95 639 50 58 - Madrid Tel. 91 726 40 00

Distribuidor:

ANEXO N° 2

Radiación Media Diaria (RMD) expresada en Equivalente de Evaporación (mm/día) para diferentes Latitudes del Mes

LATITUD SUR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0°	15.00	15.50	15.70	15.30	14.40	13.90	14.10	15.60	15.30	15.40	15.10	14.80
2°	15.30	15.70	15.70	15.10	14.10	13.50	13.70	14.50	15.20	15.50	15.30	15.10
4°	15.50	15.80	15.60	14.90	13.80	13.20	13.40	14.30	15.10	15.60	15.50	15.40
6°	15.80	16.00	15.60	14.70	13.40	12.80	13.10	14.00	15.00	15.70	15.80	15.70
8°	16.10	16.10	15.50	14.40	13.10	12.40	12.70	13.70	14.90	15.80	16.00	16.00
10°	16.40	16.30	15.50	14.20	12.80	12.00	12.40	13.50	14.30	15.90	16.20	16.20
12°	16.60	16.30	15.40	14.00	12.50	11.60	12.00	13.20	14.70	15.80	16.40	16.50
14°	16.70	16.40	15.30	13.70	12.10	11.20	11.60	12.90	14.50	15.80	16.50	16.50
16°	16.90	16.40	15.20	13.50	11.70	10.80	11.20	12.60	14.30	15.80	16.70	16.80
18°	17.10	16.50	15.10	13.20	11.40	10.40	10.80	12.30	14.10	15.80	16.80	17.10
20°	17.30	16.50	15.00	13.00	11.00	10.00	10.40	12.00	12.90	15.80	17.00	17.40

Fuente. Estudio FAO riego y drenaje N24 las necesidades de agua de los cultivos Roma 1976 Pag. 24

Radiación Media Diaria (RMD) expresada en Equivalente de Evaporación (mm/día) para diferentes Latitudes del Mes (Interpolado)

LATITUD SUR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0°	15.00	15.50	15.70	15.30	14.40	13.90	14.10	15.60	15.30	15.40	15.10	14.80
1°	15.15	15.60	15.70	15.20	14.25	13.70	13.90	15.05	15.25	15.45	15.20	14.95
2°	15.30	15.70	15.70	15.10	14.10	13.50	13.70	14.50	15.20	15.50	15.30	15.10
3	15.40	15.75	15.65	15.00	13.95	13.35	13.55	14.40	15.15	15.55	15.40	15.25
4°	15.50	15.80	15.60	14.90	13.80	13.20	13.40	14.30	15.10	15.60	15.50	15.40
5°	15.65	15.90	15.60	14.80	13.60	13.00	13.25	14.15	15.05	15.65	15.65	15.55
6°	15.80	16.00	15.60	14.70	13.40	12.80	13.10	14.00	15.00	15.70	15.80	15.70
7°	15.95	16.05	15.55	14.55	13.25	12.60	12.90	13.85	14.95	15.75	15.90	15.85
8°	16.10	16.10	15.50	14.40	13.10	12.40	12.70	13.70	14.90	15.80	16.00	16.00
9°	16.25	16.20	15.50	14.30	12.95	12.20	12.55	13.60	14.60	15.85	16.10	16.10
10°	16.40	16.30	15.50	14.20	12.80	12.00	12.40	13.50	14.30	15.90	16.20	16.20
11°	16.50	16.30	15.45	14.10	12.65	11.80	12.20	13.35	14.50	15.85	16.30	16.35
12°	16.60	16.30	15.40	14.00	12.50	11.60	12.00	13.20	14.70	15.80	16.40	16.50
13°	16.65	16.35	15.35	13.85	12.30	11.40	11.80	13.05	14.60	15.80	16.45	16.50
14°	16.70	16.40	15.30	13.70	12.10	11.20	11.60	12.90	14.50	15.80	16.50	16.50
15°	16.80	16.40	15.25	13.60	11.90	11.00	11.40	12.75	14.40	15.80	16.60	16.65
16°	16.90	16.40	15.20	13.50	11.70	10.80	11.20	12.60	14.30	15.80	16.70	16.80
17°	17.00	16.45	15.15	13.35	11.55	10.60	11.00	12.45	14.20	15.80	16.75	16.95
18°	17.10	16.50	15.10	13.20	11.40	10.40	10.80	12.30	14.10	15.80	16.80	17.10
19°	17.20	16.50	15.05	13.10	11.20	10.20	10.60	12.15	13.50	15.80	16.90	17.25
20°	17.30	16.50	15.00	13.00	11.00	10.00	10.40	12.00	12.90	15.80	17.00	17.40

Número de horas de sol Máxima Media Diaria probable para diferentes Meses y Latitudes Sur.

Latitud Sur	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0°	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10
5°	12.30	12.30	12.10	12.00	11.90	11.80	11.80	11.90	12.00	12.20	12.30	12.40
10°	12.60	12.40	12.10	11.80	11.60	11.50	11.60	11.80	12.00	12.30	12.60	12.70
15°	12.90	12.60	12.20	11.80	11.40	11.20	11.30	11.60	12.00	12.50	12.80	13.00
20°	13.20	12.80	12.30	11.70	11.20	10.90	11.00	11.50	12.00	12.60	13.10	13.30
25°	13.50	13.00	12.30	11.60	10.90	10.60	10.70	11.30	12.00	12.70	13.30	13.70
30°	13.90	13.20	12.40	11.50	10.60	10.20	10.40	11.10	12.00	12.90	13.60	14.00
35°	14.30	13.50	12.40	11.30	10.30	9.80	10.10	11.00	11.90	13.10	14.00	14.50
40°	14.70	13.70	12.50	11.20	10.00	9.30	9.60	10.70	11.90	13.30	14.40	15.00

Fuente. Estudio FAO riego y drenaje N24 las necesidades de agua de los cultivos Roma 1976 Pag.25

Número de horas de sol Máxima Media Diaria probable para diferentes Meses y Latitudes Sur (Interpolado)

Latitud Sur	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Sur	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
0°	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10
1°	12.14	12.14	12.10	12.08	12.06	12.04	12.04	12.06	12.08	12.12	12.14	12.16
2°	12.18	12.18	12.10	12.06	12.02	11.98	11.98	12.02	12.06	12.14	12.18	12.22
3°	12.22	12.22	12.10	12.04	11.98	11.92	11.92	11.98	12.04	12.16	12.22	12.28
4°	12.26	12.26	12.10	12.02	11.94	11.86	11.86	11.94	12.02	12.18	12.26	12.34
5°	12.30	12.30	12.10	12.00	11.90	11.80	11.80	11.90	12.00	12.20	12.30	12.40
6°	12.34	12.34	12.10	11.98	11.86	11.74	11.74	11.86	11.98	12.22	12.34	12.46
7°	12.38	12.38	12.10	11.96	11.82	11.68	11.68	11.82	11.96	12.24	12.38	12.52
8°	12.42	12.42	12.10	11.94	11.78	11.62	11.62	11.78	11.94	12.26	12.42	12.58
9°	12.46	12.46	12.10	11.92	11.74	11.56	11.56	11.74	11.92	12.28	12.46	12.64
10°	12.60	12.40	12.10	11.80	11.60	11.50	11.60	11.80	12.00	12.30	12.60	12.70
11°	12.64	12.44	12.10	11.78	11.56	11.44	11.54	11.76	11.98	12.32	12.64	12.76
12°	12.68	12.48	12.10	11.76	11.52	11.38	11.48	11.72	11.96	12.34	12.68	12.82
13°	12.72	12.52	12.10	11.74	11.48	11.32	11.42	11.68	11.94	12.36	12.72	12.88
14°	12.76	12.56	12.10	11.72	11.44	11.26	11.36	11.64	11.92	12.38	12.76	12.94
15°	12.90	12.60	12.20	11.80	11.40	11.20	11.30	11.60	12.00	12.50	12.80	13.00
16°	12.94	12.64	12.20	11.78	11.36	11.14	11.24	11.56	11.98	12.52	12.84	13.06
17°	12.98	12.68	12.20	11.76	11.32	11.08	11.18	11.52	11.96	12.54	12.88	13.12
18°	13.02	12.72	12.20	11.74	11.28	11.02	11.12	11.48	11.94	12.56	12.92	13.18
19°	13.06	12.76	12.20	11.72	11.24	10.96	11.06	11.44	11.92	12.58	12.96	13.24
20°	13.20	12.80	12.30	11.70	11.20	10.90	11.00	11.50	12.00	12.60	13.10	13.30
25°	13.50	13.00	12.30	11.60	10.90	10.60	10.70	11.30	12.00	12.70	13.30	13.70
30°	13.90	13.20	12.40	11.50	10.60	10.20	10.40	11.10	12.00	12.90	13.60	14.00
35°	14.30	13.50	12.40	11.30	10.30	9.80	10.10	11.00	11.90	13.10	14.00	14.50
40°	14.70	13.70	12.50	11.20	10.00	9.30	9.60	10.70	11.90	13.30	14.40	15.00

N° DE HORAS DIARIAS DE SOL (HORAS)

Estación: Llachahui País : Perú Tipo : CO
 Latitud : 15° 33' 00" Departamento : Puno Año : 2004
 Longitud: 69° 57' 27" Provincia : Puno
 Altitud : 3810.61 m.s.n.m. Distrito : Coata

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	3.00	10.67	1.50	2.92	9.17	10.92	4.17	5.75	10.17	4.75	10.00	8.50
2	7.47	10.08	8.25	8.45	7.00	10.08	1.33	5.83	10.00	11.58	10.50	10.50
3	6.50	2.83	6.08	8.25	7.67	9.67	0.75	8.50	6.83	10.92	10.58	11.83
4	5.75	4.17	9.83	6.17	8.92	10.42	2.50	9.75	7.75	8.92	10.67	10.83
5	0.00	2.50	10.50	10.00	4.42	10.58	7.67	9.58	9.50	9.92	9.00	11.33
6	0.00	2.42	10.50	2.00	9.83	10.50	7.25	9.08	11.00	11.17	6.00	11.50
7	2.67	2.83	10.33	6.75	9.92	8.75	9.83	8.17	9.25	10.83	4.50	11.25
8	4.17	8.08	8.08	10.17	5.83	1.83	10.75	6.67	8.50	9.25	10.00	10.92
9	3.58	5.75	1.50	8.83	9.42	2.75	9.25	6.50	3.00	7.50	8.33	9.67
10	3.42	2.92	7.17	5.75	9.83	5.58	10.17	7.17	8.83	10.00	12.25	0.00
11	4.25	3.00	7.75	10.42	10.25	9.58	2.50	4.50	10.50	8.67	12.60	10.50
12	3.67	6.47	3.58	10.50	10.42	9.00	10.33	9.17	9.83	9.00	10.50	9.83
13	3.97	7.00	7.33	10.75	10.50	9.08	10.00	9.17	10.58	8.58	8.75	6.92
14	1.92	6.75	8.00	10.45	10.50	9.17	9.83	10.58	11.17	6.17	11.50	6.08
15	2.08	3.58	9.08	8.00	10.25	5.67	9.83	7.75	7.08	8.42	9.83	1.42
16	4.67	9.25	9.83	6.83	9.50	4.83	7.75	10.67	10.00	8.75	3.33	8.50
17	2.50	9.08	10.00	3.08	10.75	8.58	4.17	7.17	11.00	10.83	6.75	2.50
18	7.80	5.50	9.75	6.75	10.75	10.00	10.67	7.17	11.00	11.25	9.58	5.58
19	6.50	4.92	6.75	6.47	10.17	9.67	10.08	9.67	11.50	7.08	10.50	6.00
20	3.47	4.92	9.00	9.67	10.00	8.17	10.25	10.00	10.33	7.33	10.25	10.50
21	9.08	11.25	9.33	10.25	10.42	10.17	10.33	9.08	10.75	8.25	10.25	11.33
22	2.75	9.50	2.58	9.08	10.50	8.50	9.08	9.25	8.50	8.75	8.25	5.25
23	5.33	11.50	6.17	3.92	10.25	8.25	10.33	3.83	9.42	9.58	8.58	7.83
24	4.53	9.17	4.83	4.58	9.67	0.33	10.25	4.17	11.08	9.50	11.50	8.17
25	6.67	8.92	5.92	9.40	9.50	9.75	9.00	1.50	10.75	11.67	7.75	10.17
26	10.58	11.00	10.08	9.58	7.67	9.50	9.08	10.17	4.75	11.50	11.50	6.75
27	9.58	11.08	8.50	10.25	10.92	9.00	9.50	10.33	4.75	10.50	10.75	9.25
28	6.50	10.25	8.50	10.00	10.50	8.08	9.67	9.58	11.00	11.25	7.75	8.80
29	9.58	10.50	7.75	9.00	10.25	10.42	10.50	9.50	5.50	11.50	7.50	10.20
30	6.67		8.67	7.75	10.50	6.50	7.83	4.75	5.08	11.58	9.08	9.45
31	5.75		8.75		10.75		8.58	8.92		5.08		3.40
MEDIA	4.98	7.10	7.61	7.87	9.55	8.18	8.17	7.87	8.98	9.36	9.28	8.22
MAXIMA	10.58	11.50	10.50	10.75	10.92	10.92	10.75	10.67	11.50	11.67	12.60	11.83
MINIMA	0.00	2.42	1.50	2.00	4.42	0.33	0.75	1.50	3.00	4.75	3.33	0.00

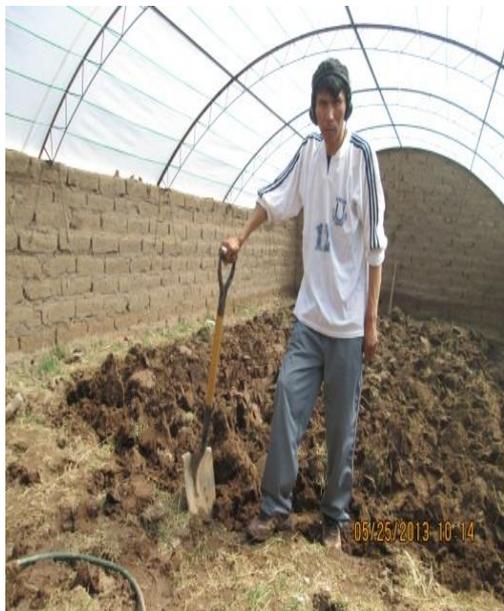
Temperatura del Momento 19 horas (°C)

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Juni	Juli	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	7.50	8.00	8.00	6.50	9.00	2.00	5.50	13.00	8.00	11.00	11.00	10.00
2	11.00	10.00	7.50	9.50	10.00	1.00	6.00	8.00	8.50	11.00	11.00	11.00
3	10.50	6.00	9.00	10.00	7.00	2.00	2.00	10.00	7.00	10.00	11.00	12.00
4	9.00	9.00	10.00	8.00	10.00	4.00	3.00	5.00	7.00	11.00	14.00	13.00
5	6.00	7.00	10.00	7.00	7.00	6.00	7.00	6.00	8.00	10.00	11.00	12.00
6	5.00	7.00	11.00	9.00	4.00	6.00	5.00	4.00	8.00	6.00	7.00	14.00
7	9.00	8.00	11.00	8.00	6.00	6.00	1.00	8.00	7.00	11.50	7.00	14.00
8	4.00	8.00	8.00	11.00	3.00	6.00	2.00	9.00	8.00	15.00	8.00	12.00
9	6.50	8.00	3.00	9.00	7.00	3.00	1.00	10.00	4.00	8.00	12.00	12.00
10	6.00	5.00	8.50	8.00	7.00	-1.00	1.50	9.00	7.00	10.00	9.00	8.00
11	9.00	9.00	9.00	7.00	4.00	5.00	2.00	3.00	8.00	12.00	12.00	11.00
12	8.00	7.00	9.00	8.50	5.00	8.00	2.50	4.00	7.00	8.00	12.00	9.00
13	7.00	7.50	10.50	6.00	7.00	3.00	3.00	7.00	8.00	11.00	13.00	13.00
14	8.50	12.00	11.50	8.00	6.00	3.00	2.00	7.00	10.00	10.00	14.00	14.00
15	5.50	8.50	10.00	8.00	6.00	6.00	5.00	10.00	9.00	11.00	11.00	8.00
16	7.00	10.00	8.00	7.50	4.00	3.00	6.00	5.00	5.00	10.00	11.00	13.00
17	6.00	9.00	11.00	6.00	5.00	4.00	8.00	8.00	5.00	13.00	9.00	12.00
18	8.00	8.00	11.00	7.00	4.00	0.00	3.00	4.00	8.00	11.00	12.00	12.00
19	8.00	7.50	9.00	7.50	5.00	4.00	1.00	8.00	9.00	11.00	12.00	13.00
20	6.50	5.00	10.50	6.00	5.00	3.00	2.00	12.00	10.00	11.00	12.00	12.00
21	5.00	7.00	10.00	9.00	5.00	2.00	3.00	9.00	11.00	11.00	13.00	12.00
22	5.00	6.00	4.00	11.00	6.00	2.00	1.00	9.00	10.00	12.00	12.00	13.00
23	7.00	11.00	7.00	11.00	7.00	6.00	3.00	8.00	8.00	12.00	13.00	11.00
24	8.00	10.50	6.00	9.00	5.00	1.50	3.00	0.00	10.00	12.00	13.00	10.00
25	10.00	10.00	8.50	10.00	5.00	4.00	7.00	4.00	8.00	12.00	9.00	12.00
26	9.00	9.50	9.00	9.00	3.50	6.00	9.00	6.00	8.00	9.00	11.00	9.00
27	8.00	9.00	10.00	7.50	3.00	4.00	8.00	3.00	6.00	9.00	14.00	10.00
28	7.00	11.00	8.00	8.00	6.00	2.00	8.00	6.00	10.00	12.00	13.00	7.00
29	8.00	9.00	9.00	11.00	4.00	6.00	11.00	7.50	4.00	10.00	8.00	8.00
30	6.00		7.50	8.00	2.00	5.00	7.00	8.00	8.00	11.00	9.00	7.00
31	8.00		10.50		2.00		5.00	7.00		11.50		7.00
Media	7.4	8.4	8.9	8.4	5.5	3.8	3.7	7.0	7.8	10.7	11.1	11.0
Max.ABS	11.0	12.0	11.5	11.0	10.0	8.0	11.0	13.0	11.0	15.0	14.0	14.0

FUENTE: BANCO DE DATOS –PELT

ANEXO N° 3
ARCHIVO FOTOGRAFICO

Preparación del terreno



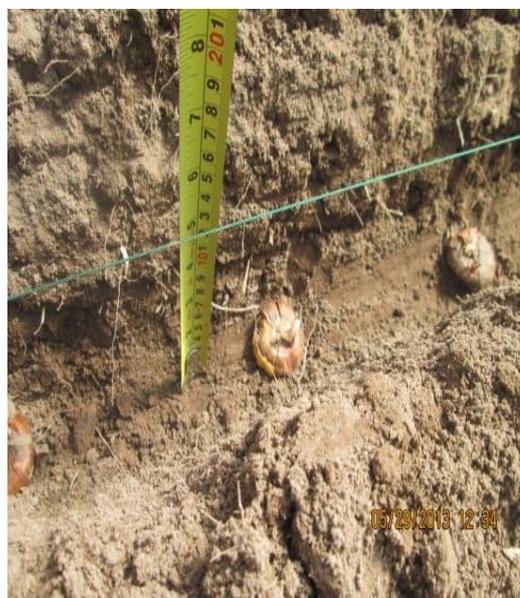
Área nivelada



Distanciamiento de los cormos



Medición de la profundidad



Riego en funcionamiento



Calidad de la flor



Gladiolos en pleno florecimiento



Gladiolo de color rojo



Medición de la presión



Medición altura del gladiolo



Gladiolos listo para corte



Microaspersor en funcionamiento

